Archive of SID

ISSN: 2538-2594; Naqshejahan - Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2021;11(1):15-36

An Evaluation of the Ecological Architecture Influenced by the Interaction Between Structural Environment and Nature in Cold Areas (Case Study: Two Traditional Houses in Ardabil)

ARTICLE INFO

Article Type
Analytic Study

Authors
Mahsa JavadiNodeh
Azade Shahcheraghi
Alireza Andalib

How to cite this article

JavadiNodeh M, Shahcheraghi A, Andalib A. An Evaluation of the Ecological Architecture Influenced by the Interaction Between Structural Environment and Nature in Cold Areas (Case Study: Two Traditional Houses in Ardabil). *Naqshejahan*. 2021 Apr 10; 11(1):15-36.
URL:https://bsnt.modares.ac.ir/article-2-43652-en.html

1. Department of Architecture, Faculty of Civil, Architecture and Art, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Department of Architecture, Faculty of Civil, Architecture and Art, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3. Department of Urban Development, Faculty of Civil, Architecture and Art, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

***Correspondence**

Address: Room 418, Blook C, Faculty of Civil, Architecture and Art (Ibn Sina Building), Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Postal Code: 1477893855
Phone: +98 (21) 44868540
Fax: +98 (21) 44868540

Article History
Received: June 15, 2020
Accepted: September10, 2020
ePublished: Apr 10, 2021

ABSTRACT

Aims: In the architecture of traditional houses, the environment used to be formed by the mutual interaction of human beings and nature. With the emergence of environmental crises in the contemporary world, the integration of natural and human processes became the most important environmental issue in the domain of sustainability. The aim of the current study is to recognize those ecological criteria of traditional houses that can be productive in the contemporary world so as to arrive at ecological solutions based on the thermal behavior of these houses in cold regions.

Methods: The ecological criteria of traditional houses are investigated in two traditional houses in Ardabil using descriptive methods, field observations, and quantitative analyses.

Findings: The investigation of the most critical climatic condition of the region is indicative of the thermal resistance of the rooms against temperature fluctuations. Furthermore, the analysis of the architectural features taken from the physical environment (topography and climate) and structural environment (building form, spatial organization, material, landscape, and infrastructure) showed that there was an optimal interaction between these components. The recognition of these architectural features can also provide ecological solutions.

Conclusion: The results of the assessment of the ecological criteria in the traditional houses are also indicative of their conformity with the environment. In fact, these structures have overcome climatic effects via the use of natural resources in a way that rooms like Shahneshin and basement which have a seasonal function, have optimal performance against temperature fluctuations. For example, in a sample Shahneshin room in smaller dimensions, the minimum difference between the inside and the outside temperature is 13°C.

Keywords: Ecological Architecture, Traditional Houses, Structural Environment, Nature, Thermal Performance, Ardabil City

CITATIONLINKS

[1] . Learning Traditional Architecture … [2] Isfahan Green Dwelling … [3] Native Ecological and Ecological Architecture … [4] Comparison of a Historical and a Modern Building According to ...[5] IIlustrated Dictionary of Architecture. [6] An Introduction to Natural Landscape … [7] Review the Indicators and Topics of Environmental … [8] Visual Ecology in Architecture and … [9] Theories and Manifestoestoes of Contemporary Architecture (2nd ed.) [10] Analysis and Evaluation of Urban Ecology … [11]Analysis on Formation of Sustainable Urban … [12]An Investigation on Sociability of the Spaces … [13] The Effect of Behavioral Pattern for Regeneration … [14] Designerly Approach to Energy Efficiency in High-Performance … [15] Traditional Houses Construction with … [16] . Indoor Environmental Quality with an Emphasis … [17] The Relationship between Human & Nature … [18] an Expression of Green Architecture … [19] The Role of Vernacular Materials in Sustainable … [20]Wild Nature Against Artificial Nature. [21] Determining Theoretical Origins of Recycling … [22]Architectural Design on the Basis of Beauty … [23]Biomimic Technology and Nature Inspiration. [24]the Eco- City: Ten Key Transport and … [25] Compatible Architecture with Mountainous … [26] Representing the Meaning of Urban Spaces … [27]Physical-Functional Components Comprising … [28]Water Quality and Quantity in Iranian-Islamic … [29] Revitalization in Contrast Between Gentrification … [30] Evaluation of Climatic Performance of Winter … [31] The Review of Determining the Thermal … [32]Investigation of Greenhouse's Thermal Performance … [33] Optimizing the Orientation of Free Spaces… [34] Sustainable Economic Fields of Indigenous … [35] The Role of Natural Elements in Yazd... [36] An Analysis of the Role of Social class's Lifestyle in the Pattern … [37] A Study on the Thermal Indexes of Membranes … [38] Assessment and Prioritization of Urban … .

Copyright© 2021, TMU Press. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0International License whichpermitsShare(copyandredistributethematerialinanymediumorformat)andAdapt(remix,transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

www.SID.ir

Archive of SID

ارزیابی معماری اکولوژیکی متاثر از تعامل محیط انسان‌ساخت با طبیعت در مناطق سردسیر (نمونه موردی: دو خانه تاریخی در اردبیل)

مهسا جوادی‌نوده MSc

گروه معماری، دانشکده عمران، معماری و هنر، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

آزاده شاهچراغی* PhD

گروه معماری، دانشکده عمران، معماری و هنر، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

علیرضا عندلیب PhD

گروه شهرسازی، دانشکده عمران، معماری و هنر، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده

اهداف: در معماری خانه‌های تاریخی، محیط توسط انسان در تعاملی دوجانبه با طبیعت شکل می‌گرفت. با ایجاد بحرانهای زیست محیطی معاصر، ادغام فرآیندهای طبیعی و انسانی مهمترین مساله اکولوژی در حوزه پایداری شد. هدف از مطالعه حاضر، شناسایی معیارهای اکولوژیکی در خانه‌های تاریخی با امکان بهره وری در معاصر است تا به ارایه راه‌حل‌های اکولوژیکی با توجه به رفتار حرارتی در مناطق سردسیر پرداخته شود.

روش‌ها: شناسایی معیارهای اکولوژیکی در خانه‌های تاریخی، در دو نمونه از خانه های تاریخی اردبیل با استفاده از روشهای توصیفی، برداشتهای میدانی و تحلیل دادههای کمّی صورت پذیرفته است.

یافته‌ها: بررسی بحرانی‌ترین شرایط اقلیمی منطقه، نشان از مقاومت حرارتی اتاقها در برابر نوسانات دمایی دارد. همچنین شناسایی ویژگی‌های معماری برگرفته از محیط طبیعی (توپوگرافی و اقلیم) و محیط انسان‌ساخت (فرم ساختمان، سازمان فضایی، مصالح، منظر و زیرساختها) علاوه بر تعامل بهینه بین این مولفه‌ها، ارایه‌دهنده راه‌حلهای اکولوژیکی است.

نتیجه‌گیری: سنجش معیارهای اکولوژیکی، نشان‌دهنده سازگاری با محیط زیست است؛ در واقع با استفاده از منابع طبیعی بر تاثیرات اقلیمی سرد فائق آمده‌اند؛ به‌نحوی که اتاقهای با کارکرد فصلی نظیر شاه‌نشین و سرداب در مقابل نوسانات دمایی، عملکرد بهینه‌ای دارند. برای مثال در نمونه‌ای با ابعاد کوچکتر شاهنشین، حداقل اختلاف دمای داخل و خارج به ۱۳ °C می‌رسد.

کلیدواژه‌ها: معماری اکولوژیکی، خانه های تاریخی، محیط انسان ساخت، طبیعت، عملکرد حرارتی، شهر اردبیل

مقدمه

در گذشته سازماندهی محیط توسط انسان، برای تامین نیازهای کالبدی و ادراکی خود در راستای طبیعت شکل می‌گرفت. به این ترتیب، از عناصر طبیعت مانند تابش خورشید، نظم فصول، درختان و غیره برای ایجاد آسایش و سلامت محیطی در خانه‌های تاریخی بهره می‌گرفتند. در واقع ایجاد سازگاری با طبیعت باعث کاهش مصرف انرژی در محیط انسان‌ساخت می‌شد. در حالی که امروزه، به سبب پیشرفت سریع تکنولوژی، مصرف همه منابع روند سریعی دارد .این وضعیت به مرور سبب گسترش مشکلات برگرفت از مسائل زیست‌محیطی شد که فراتر از مصرف منابع انرژی غیرقابل تجدید است [1] و مواردی نظیر تغییر در الگوهای اقلیمی، بالارفتن گرمایش جهانی، از بین رفتن سلامت انسانها، ایجاد مشکلات اجتماعی و اقتصادی، گسترش فقر و ناعدالتی و غیره را نیز دربر می‌گیرد [2] و شرایط ناسالم فضای داخلی، بیگانگی با طبیعت، بی‌مکانی و غیره را موجب می‌شود [3]. در این میان ساختمانها بزرگترین آسیب زنندگان به منابع انرژی هستند [2]؛ بنابراین یافتن راه‌حلهایی از طراحی محیط در زمینه انرژی، محیط زیست و سازگاری با محیط طبیعی بدون تقلیل یا تحلیل منابع به منظور دستیابی به پایداری محیطی ضروری است [1]. کاهش مشکلات برگرفته از مسائل زیست محیطی را می‌توان در تعامل محیط طبیعی و محیط انسان ساخت یافت که مهمترین مساله اکولوژیکی در حوزه پایداری است .در واقع شیوهای جدید با پیشینه‌ای تاریخی که برخی از معیارهای طراحی آن را می‌توان در نمونه‌های اولیه تاریخی یافت [4]، توجه به مسائل اکولوژیکی در نیمه دوم قرن بیستم به سبب مشکلات زیست‌محیطی و تنزل کیفیت محیطی اهمیت زیادی یافته است [5]. لذا طرح‌های اکولوژیکی، چگونگی رفتار و سازگاری با طبیعت را همزمان با حفظ ارزش‌ها و سرمایه‌های بستر برای حل مشکلات مدرنیته ارایه می‌دهند [6]؛ به طوری که در دهه‌های اخیر، اغلب کشورهای جهان توجه به اکولوژی و انرژی‌های پایدار را به یک الزام تبدیل کرده‌اند [7].

توسعه اکولوژی از سال ۱۹۶۹ توسط ایان مک هارگ با هماهنگی بین محیط انسانی و محیط طبیعی مطرح شد تا با

www.SID.ir

Archive of SID

نگاهی جدیدتر به ادغام لایه‌های جغرافیایی، فیزیکی، اجتماعی و غیره پرداخته شود [6]. به تدریج اکولوژی به فرمی از معماری تبدیل شد تا اثرات مخرب زیست محیطی را از طریق ادغام با فرآیندهای زنده و توجه به تنوع گونه‌ها به حداقل برساند و از چرخه اکوسیستم و کیفیت زیستگاه محافظت کند [3] تا به یکی از مهمترین اهداف خود یعنی ارتقاء کیفیت محیطی دست یابد [8]. با این وجود فرآیندهای اکولوژیکی کمتر به مثابه سیستمهای با مشخصه‌های فضایی -محیطی در نظر گرفته شده‌اند؛ در صورتی که با ایجاد رابطه بین انسان و محیط طبیعی می‌توان هر اکوسیستم یا بسترطبیعی آسیب دیده را احیا کرد [6]. از آنجا که روش مطالعه اکوسیستم بر اساس زمان و مکان است و از لحاظ زمانی، خانه‌های تاریخی غالبا تعامل خوبی با اکوسیستم داشتند. همچنین مناطق سردسیر پژوهش‌های کمتری را به منظور محدودیت در ارتباط با محیط طبیعی دارند .از این رو در پژوهش حاضر به مطالعه اکولوژیکی در دو نمونه از خانه‌های تاریخی اردبیل پرداخته می‌شود. علاوه بر این، در بافت تاریخی اردبیل، تعداد زیادی خانه تاریخی با ویژگی‌های منحصر به فرد بدون تحقیق، دستخوش تغییرات فراوانی شده‌اند .برای تعیین کیفیت محیطی این فضاها با امکان بهره‌وری در معاصر باید به معیارهای اکولوژیکی آنها که سبب تعامل محیط طبیعی و انسان ساخت می‌شود، توجه نمود. از این رو با روش‌های توصیفی، برداشت‌های میدانی و تحلیل داده‌های کمی به ویژگی‌های برگرفته از تعادل محیط طبیعی (توپوگرافی و اقلیم) و محیط انسان‌ساخت (فرم ساختمان، سازمان فضایی -کالبدی، مصالح، منظر و زیرساخت‌های) پرداخته می‌شود. علاوه بر این با توجه به اینکه در اغلب مواقع سال، آب و هوای منطقه سرد و خارج از محدوده آسایش است، خانه‌ها از نظر عملکرد حرارتی در بحرانی‌ترین وضعیت اقلیمی منطقه (سرما) و میزان پاسخگوی آن به نیاز ساکنان مورد توجه قرار می‌گیرند تا راه‌حل‌های اکولوژیکی با تاکید بر رفتار حرارتی در بافت‌های سردسیر مشخص شود.

مطالعه نظری

اکولوژی و معیارهای طراحی آن

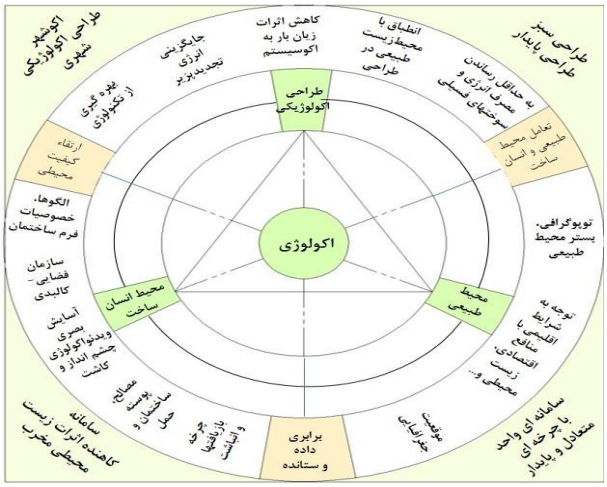
واژه اکولوژی که از دو واژه یونانی اکو (οἶκος) به معنای بوم؛ خانه و بستر و لوژی (λογία) به معنای شناخت و دانش تشکیل شده است، اولین بار توسط ارنست هگل مطرح شد [3]. با اینکه معنای واژه «اکولوژی» در تمام معادل‌های رایج فارسی چون بوم‌شناسی، محیط‌شناسی و غیره مستتر است، اما با همه این معانی تفاوت دارد و این مساله پدید می‌آید که خواننده آن را یکبار به معنای شناخت فرهنگ منطقه و بار دیگر به معنای سازگاری با بوم به کار می‌برد. در حالی که معنای واقعی واژه علاوه بر شناخت محیط و سازگاری با طبیعت، به استخراج و برهم نهی لایه‌های فیزیکی، اجتماعی و بیولوژیک منطقه می‌پردازد [6]. و ناظر بر ابزاری است که به ادغام و تعامل محیط و موجودات زنده با تنوع گونه‌ها و سازگاری با محیط منجر شود تا راه‌حل‌هایی را با توجه به توسعه پایدار و کاهش اثرات زیان‌بار انسان بر اکوسیستم ارایه دهد [2]. بر این اساس به دلیل وفاداری به اصل دقت و امانت در ترجمه متون هنوز نمی‌توان برخی واژگان را به فارسی ترجمه نمود و ناگزیر اصل آنها با املای فارسی به کار می‌رود.

روند کنونی طراحی معاصر، با کاهش کیفیت زندگی و افزایش مصرف انرژی، بحران‌های همه جانبه‌ای را ایجاد کرده است. بنابراین طراحی مطابق با اصول اکولوژیکی به نفع جامعه انسانی و محیط طبیعی است. از این رو، چالش بزرگ قرن جدید هماهنگی فعالیت انسان با محیط اطراف است [3]. به گونه‌ای، که در طراحی بوم و سکونتگاه، سیستم‌های طبیعی و محتویات داده‌ای آنها تنزل نیافته و از بین نرود [9]. و تساوی داده و ستانده با سازگاری و ادغام برهم شکل بگیرند. از این رو توجه به حداقل رساندن مصرف انرژی، بهره‌گیری از تکنولوژی و غیره در کنار زندگی هارمونتیک با طبیعت حائز اهمیت است [10] در واقع دانش اکولوژی مدیریتی برای همزیستی طراحی انسانی و طبیعت در سامانه‌های زیستی است. علاوه بر این اکولوژی با ایجاد تعادل در محیط انسان ساخت و طبیعت، نقش کلیدی در تکوین مفهوم توسعه پایدار ایفا می‌کند [2] تا به وسیله آن، به ارتقاء کیفیت محیطی دست

www.SID.ir

Archive of SID

یابد. لذا پایداری زمانی تحقق می‌یابد که کیفیت محیطی محقق گردد [11]؛ در واقع اکولوژی سبک نیست بلکه سیستم تفکری برمبنای استفاده از سیستم‌های جایگزین مبتنی بر محیط طبیعی در طراحی است. بر این اساس باید مولفه‌ها از محیط طبیعی با قابلیت بهره‌برداری بهینه در محیط انسان‌ساخت و داده‌ها از محیط انسان ساخت که در تعامل با طبیعت است، شناسایی شوند، سپس به مطالعه واکنش، این محیط‌ها در نمونه‌ها پرداخت. (شکل ۱)



شکل۱) طراحی اکولوژیکی متاثر از تعامل محیط انسان ساخت با طبیعت

ویژگی‌های محیط طبیعی

تمایل به داشتن زندگی هماهنگ با طبیعت، در تاریخ بشر به بیش از ۲۵۰۰ سال قبل از میلاد باز می‌گردد. از این رو همواره توجه به طبیعت در محیط های انسان‌ساخت حائز اهمیت بوده است. در واقع وابستگی انسان به طبیعت با چگونگی دستیابی وی به آسایش و معاش در رابطه مستقیم قرار دارد. [12]؛ بنابراین اولین نشانه‌ی آشنا برای هر فرد از طبیعت یا هویت محیطی اطراف خود، در توپوگرافی (کوهها، نهرها و غیره)، موقعیت، گونه‌های گیاهی، بستر و محیط طبیعی است [13]، علاوه بر این، همسازی با اقلیم بیش از هر چیزی موضوعی مربوط به معماری تاریخی است [14]؛ خصوصا در معماری و شهرسازی سنتی ایران که طراحی اقلیمی به عنوان پارامتری ویژه مورد توجه بوده است [1]، به نحوی که تنظیم کننده‌های مصنوعی به حداقل ممکن کاهش یابد و به تبع آن شامل منافع اقتصادی و زیست محیطی نیز شود [15]. لذا توجه به پارامترهای اقلیمی به عنوان معماری همساز با اقلیم، به طور مستقیم بر سلامت کاربران فضا، کیفیت هوای داخل، آسایش حرارتی و میزان مصرف انرژی تاثیرگذار است. این پارامترهای اقلیمی شامل دما، رطوبت، آفتاب و جریان هوا است [16]؛ به طوری که می‌توان با ارزیابی دما و بوسیله دادههای روزانه، به مجموع اختلاف دمای داخلی، خارجی و نوسانات آن پی برد.

ویژگی‌های محیط انسان ساخت

منظور از محیط انسان ساخت فضای زیست انسانی با مجموعه‌ای از نظام‌های فعالیتی و سامانه‌های رفتاری موثر در محیط است [12]. در محیط انسان ساخت هرگونه تجربه از طبیعت، علاوه بر سلامتی، تأمین کنندهٔ نیازهای روحی و بازیابی ذهن می‌شود؛ در صورتی که نبود آن نگرانی، استرس و غیره را به همراه خواهد داشت [17]. علاوه بر این، کاهش مصرف منابع تجدیدناپذیر و توسعه محیط زیست بر سلامت انسان در محیط موثر است [18]. پژوهش‌ها، حتی به حضور مصالح طبیعی به عنوان جزئی از پوسته ساختمان در کنار ارتباط مستقیم با طبیعت تأکید دارند. در واقع مصالح طبیعی با قابلیت سازگاری، بازیافت و استفاده حداقل از مواد و انرژی فاقد اثرات زیان‌بار زیست محیطی هستند [19]. علاوه بر مصالح، بازیافت و راه‌حل‌ها برای انباشت و استفاده از آب در محیط انسان ساخت از اهمیت اکولوژیکی بسیاری برخوردار است [4]. به این ترتیب نظم و پیچیدگی مابین طبیعت و کاربران بنا، فراتر از تفکر خطی و یکنواخت است [20]. به طوری که در دهه‌های اخیر، فرضیه بیوفیلیا از پیوندی غریزی و کشش ذاتی بین انسان و طبیعت سخن می‌گوید [3]. بر این اساس طبیعت برای پاسخگویی به نیازها باید به صورت های متفاوتی در اجزای اصلی محیط انسان ساخت ظهور کند. علاوه بر این، در معماری اکولوژیک ویژگی‌های زیبایی شناختی برگرفته از محیط بصری، با اعمال ویژگی‌های طبیعت اطراف در محیط انسان‌ساخت و کالبد آن محقق می‌شود [8]. چنانچه که در گذشته هماهنگی بین محیط انسان ساخت و طبیعت با بهره‌گیری از عملکردهای طبیعت در فرم و ساختار فضایی بنا و با آموختن از اصول چرخه‌ها و بازیافت صورت می‌گرفت

www.SID.ir

Archive of SID

[21]. در نتیجه محیط بصری نیز با ساختار و استانداردهای بصری منطبق بود. به مرور زمان و دگرگون شدن نحو زیست بشر، محیط بصری از محیط طبیعی فاصله گرفت و بحران اکولوژیکی بصری ایجاد شد [8] از این رو، تعامل کاربران فضا با طبیعت به واسطه چشم‌اندازها و آسایش بصری از معیارهای سنجش بنا در ارتباط محیط انسان ساخت و طبیعت است [22].

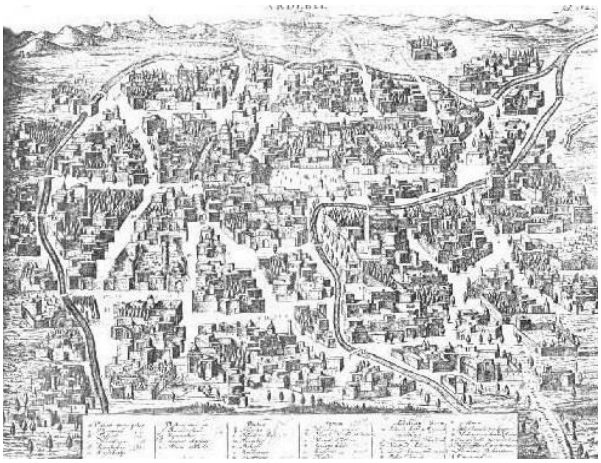
به این ترتیب، انطباق‌پذیری با طبیعت را از گذشته می‌توان در استفاده از طبیعت برای سازماندهی فضا، فرم، عملکرد، مصالح، تناسبات و غیره مشاهده نمود [23] سیاست‌های زیست‌محیطی معماری اکولوژیکی دارای ابعاد همه جانبه‌ای با قابلیت اعمال در تمام مراحل ساخت است. بنابراین قابلیت های متعلق به گروه خاصی از مردم و ساختار اجتماعی و فرهنگی آنها از محیط انتظار می‌رود؛ نظیر مشخصه‌های فیزیکی فضا، ساختار فضایی، ماهیت فعالیت‌های کاربران، پیکره‌بندی‌ها و الگوهای فرهنگی و اجتماعی که حائز اهمیت هستند [12]. همچنین استفاده از فناوری های محیطی، حداکثر کارایی اقتصادی، فرایند برنامه‌ریزی از ابعاد اصولی اکولوژی است [24]. از راه‌حل‌های اکولوژیکی، برای استفاده در بناهای جدید می‌توان به تکنیک های پایدار برگرفته از منابع طبیعی در خانه های تاریخی اشاره نمود که بدون آسیب رساندن به طبیعت با فناوری‌های محلی تولید می شدند [4]

مطالعه تجربی (محل انجام پژوهش)

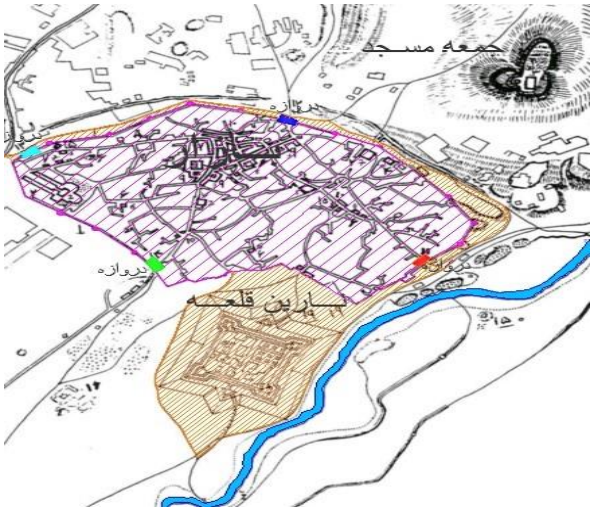
موقعیت (مقیاس کلان): شهر اردبیل با مختصات جغرافیایی 48 17’E,38 15’N در میانه جنوبی دشتی آبرفتی در شمال غرب ایران، واقع شده است که از شمال شرقی با کوه‌های تالش و از جنوب غربی با دامنه کوه سبلان همجوار است. سطح آب های زیرزمینی در این شهر بالا است و متوسط ارتفاع شهر به سبب واقع شدن در دامنه کوه سبلان در محدوده دشت تقریبا ۱۳۵۰ تا ۱۵۰۰ متر از سطح دریا در نظر گرفته می‌شود [25]. اردبیل از کهن‌ترین شهرهای ایران است [26]. عناصر و اجزاء در شهرهای قدیمی ایران دارای ارتباط متقابل، یکپارچه و به هم پیوسته هستند [27]؛ به طوری که شهر قدیم اردبیل یا منطقه تاریخی فعلی نیز طی زمان از بستر طبیعی، تاریخی و اجتماعی تاثیرات بسیاری را پذیرفته است. با این وجود شاکله اصلی و شکوفایی آن، به عنوان پایتخت معنوی، به دوره صفویان و احداث بقعه شیخ صفی باز می‌گردد [26]. (شکل ۲) از آنجا که آب به صورت پنهان و آشکار مهمترین نقش را در شکل‌دهی بافت تاریخی شهرها ایفا می‌کند [28]، در تعیین شکل ساختاری اردبیل، نیز از گذشته نقش رودها و ترکیب بافت‌های شهری با نهرها در بستر آبرفتی آن، غیرقابل انکار است. به طوری که پیترودلاواله یکی از جهانگردان اروپایی در قرن یازدهم از زیادی نهرها، شهر اردبیل را به شهر ونیز ایتالیا تشبیه نموده است." بالیق‌لو" تنها رودی است که از سمت جنوب غربی به شمال شرقی شهر در حرکت است که براساس نقشه‌های موجود، در گذشته به چندین نهر منقسم می‌شده و باغات شهر را آبیاری می‌نموده است. بعد از دوران صفویان با تهاجم روس‌ها، شهر حالت تدافعی گرفت [26]. چنانچه براساس شکل ۳، نارین قلعه و باروی در اطراف شهر شکل گرفت و رودخانه بالیق‌لو همچون حصاری مهم شهر را از قسمت جنوب در مقابل مهاجمین محافظت نمود. سپس در اواخر قاجار، براساس شکل ۴ ساختار شهر به نحوی شد که خروجی‌های جنوبی شهر، از یک سو رو به رودخانه و پل همجوار آن و از سوی دیگر به کوچه های منتهی به مراکز محلات شش گانه شهر که به دور بازار حلقه زده بودند جهت‌گیری شدند [29]. همچنین بازار خطی شهر هم که به سمت راه ابریشم جهت‌گیری شده بود در ادامه ارتباط جمعه مسجد با بقعه شیخ صفی را برقرار نمود [26] تا بافتی شعاعی، پیوسته و ارگانیک بر مبنای نیروهای درونی حاصل شد در دوره‌های بعدی با افزایش جمعیت و توسعه لجام گسیخته شهری، خیابان‌کشی‌ها و شبکه‌بندی سریع، شهر قدیم در مرکز شهرسازی‌های جدید قرار گرفت و بافت تاریخی، بازار و محلات چند تکه، تضعیف و برونگرا شدند و شهر در اطراف رینگ مرکزی و در آن سوی رودخانه گسترش یافت. در سال‌های اخیر عدم رعایت ملاحضات زیست محیطی رودخانه و باغات شهر را در معرض نابودی کامل قرار داده است. (شکل ۵)

www.SID.ir

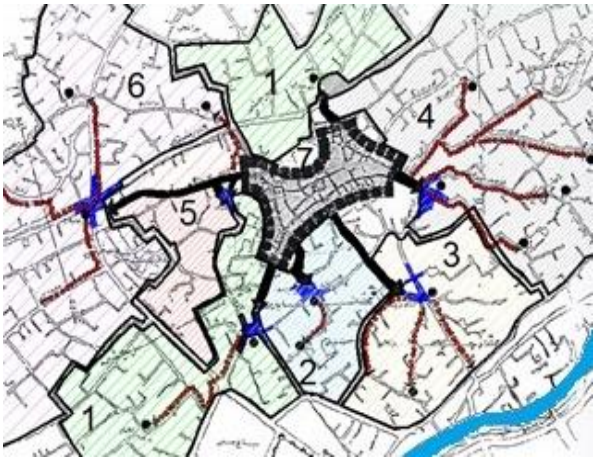
Archive of SID



شکل ۲) اردبیل در دوران صفویه (۱۶۳۷ میلادی)؛ ترسیم دستی از آدام اولئاریوس



شکل ۳) نقشه تهیه شده بوسیله مهندسین روسی از شهر اردبیل در ۱۸۲۷ میلادی



شکل ۴) ارتباطات اصلی محلات شش‌گانه و زیرمحلات با بازار

شکل۵) روند گسترش شهر در سال ۱۳۴۶ در اطراف رینگ قدیمی شهر در دوره پهلوی دوم

داده‌های اقلیمی

شهر اردبیل با توجه به موقعیت خاص جغرافیایی در رابطه با سامانه‌های جوی، از نظر تقسیمات اقلیمی جزو مناطق سرد و نیمه خشک محسوب می شود و در گروه اقلیمی "بسیار سرد زمستان- مناسب تابستان" جای می‌گیرد [25]. در فصل زمستان هوا به قدری سرد می شود که حتی در شرایط حرارتی فضاهای آفتاب‌گیر، نیز بسیار سرد هستند [30]؛ اما در فصل تابستان در گرم‌ترین ساعات هم فضاها، شرایط حرارتی مناسبی از نظر آسایش اقلیمی و آب و هوایی را تجربه می‌کنند [31].

طبق دادههای ایستگاه هواشناسی اردبیل که میانگین مقادیر اقلیمی طی 42 سال اخیر (از سال ۱۳۵۶ شمسی) است. متوسط حداکثر و حداقل دما برای تمام ساعات ماه‌ها در طول ۴۲ سال به صورت میانگین به دست آمده است. سپس از میان میانگین-ها حداقل و حداکثر دمای متوسط برای هر ماه استخراج و در نمودار ۱ نشان داده شده است.

در نمودار ۲، میانگین میزان بارش ماهانه و ساعات آفتابی از مجموع مقادیر ماهانه در هر سال به‌دست آمده و برای هر ماه متناظر میانگین ۴۲ ساله همان ماه مد نظر قرار گرفته است. متوسط سرعت باد نیز از میانگین مقادیر ماهانه در هر سال به‌دست آمده و در نهایت از این مقادیر برای ۴۲ سال در هر ماه متناظر میانگین گرفته شده است.

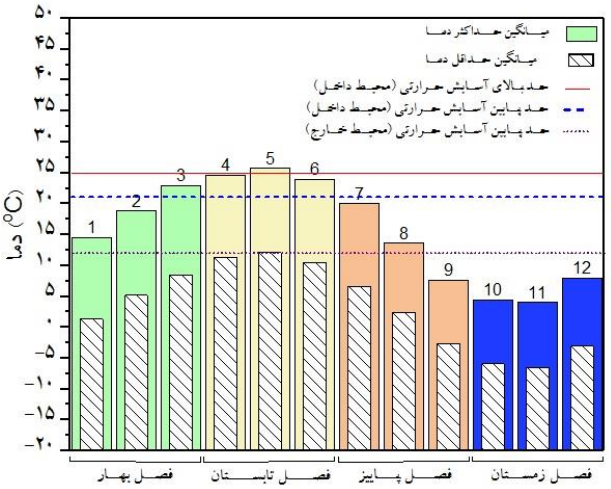
نمودار۳، جهت باد غالب و نائب را در ماه‌های مختلف سال مشخص می‌کند.

www.SID.ir

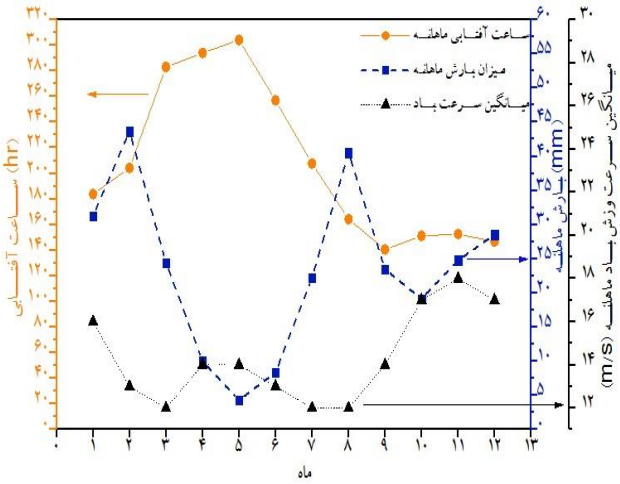
Archive of SID

بر اساس نمودارهای ۱و۲، میانگین بالاترین دما در بازه زمانی خرداد تا شهریور رخ می‌دهد که برابر ۲۴.۳۱ است و در نزدیک‌ترین حالت به حد بالای آسایش حرارتی قرار می‌گیرد. حد پایین و بالای منطقه آسایش حرارتی در محیط‌های داخلی اردبیل، به ترتیب ۲۱ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد است [32]. همچنین حد پایین دمای تعدیل ۱۸ درجه سانتی گراد است که در محیط‌های خارجی می‌تواند ۳ تا ۴ درجه سانتی گراد از حداقل دمای تعدیلی کمتر باشد، لذا با توجه به پوشش فصل در نظر گرفته می‌شوند. از این رو، در روزهای سرد اردبیل برای محیط‌های خارج ۱۲ درجه سانتی گراد است [30]. بر اساس این نمودارها بیشترین ساعات آفتابی و کمترین میزان بارش ماهانه در این ماه‌ها رخ می‌دهد، بر این اساس با وجود اعتدال هوا، می‌توان با ایجاد سایه و گاها استفاده از جریان باد، خنک‌سازی نمود. همچنین از آذر تا اسفند در محدوده سردترین ماه‌های سال با میانگین پایین‌ترین دما 4.52- جای می‌گیرد که پایین تر از حد پایین آسایش است و کمترین ساعات آفتابی و بیشترین میزان سرعت باد با یخبندان و بارش برف همراه است. بیشترین بهره‌گیری از آفتاب و پرهیز از جهت‌گیری به سمت باد نامطوب در این ماه‌ها به همراه نیاز به گرمایش ضروری است. در ماه‌های فروردین، اردیبهشت، مهر و آبان نیز به دلیل سرمای هوا تنها در گرمترین ساعات روز با بهره‌گیری از تابش آفتاب شرایط مناسبی در فضاهای آزاد فراهم می‌شود. در غیر این صورت و در طی شب (متوسط پایین‌ترین دما) نیاز به گرمایش دارد؛ بنابراین در این فصول نیاز به جذب، ذخیره و انتقال تابش آفتاب وجود دارد. همچنین ماههای مذبور در رده بیشترین میزان بارش ماهانه قرار می‌گیرند که در این میان ماه اردیبهشت در مرز تحتانی منطقه آسایش واقع است و در روز (متوسط بالاترین دما) در منطقه آسایش است ولی در طی شب (متوسط پایین‌ترین دما) خارج از منطقه آسایش قرار می‌گیرد که بعضا نیاز به گرمایش دارد. علاوه بر این، با استناد به گزارشات ایستگاه هواشناسی اردبیل، میانگین رطوبت نسبی در طول سال از ۵۰٪ تا ۷۰٪ متغیر است. ولی به دلیل پایین بودن دمای هوا مقدار مطلق رطوبت موجود در هوا شرایط ناراحت کننده‌ای را ایجاد نمی‌کند.

براساس نمودار۳ جریان باد غالبی با نام باد مه که از سمت شرق و در طول یک سال می‌وزد ولی شدت آن از اردیبهشت تا مهر بیشتر و با بارش، سرما و رطوبت همراه است به نحوی که در تابستان باد مطلوبی به شمار می‌رود. و در زمستان با سرما همراه است. جریان باد غالب دیگر با نام باد گرمیج که از سمت جنوب غربی و در طول یک سال می‌وزد که شدت آن از آبان تا فروردین بیشتر همراه با برف و سرما و در تابستان با گرما همراه است و باد نامطلوبی به شمار می‌رود. بنابراین در این منطقه، کسب حداکثر تابش آفتاب امری حائز اهمیت است [30]؛ علاوه بر این پرهیز از جریان باد غالب نامطلوب و کاهش نوسانات حرارتی، ایجاد قفس حرارتی و ذخیره انرژی خورشیدی نیز توصیه می‌شود.



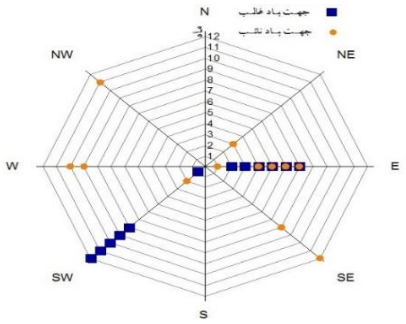
نمودار۱) متوسط حداقل و حداکثر دمای ماهانه و محدوده آسایش حرارتی در اردبیل



نمودار۲) متوسط سرعت باد، میزان بارش ماهانه و ساعات آفتابی در اردبیل

www.SID.ir

Archive of SID

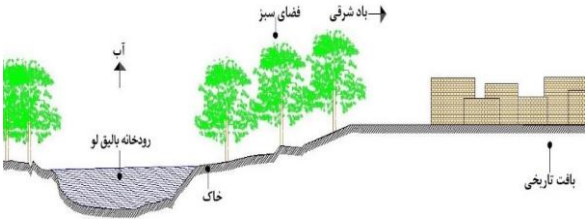


نمودار۳) جهت باد غالب و نائب در اردبیل

شکل۳) معابر بافت تاریخی در اردبیل

تطابق با محیط طبیعی

بستر و توپوگرافی: موقعیت بافت تاریخی اردبیل همساز با بافت اکولوژیک آن نظیر: آب، خاک، اقلیم و فضای سبز است. به طوری که این بافت اکولوژیکی تعیین کننده محدوده بافت تاریخی نیز می‌تواند باشد. (شکل ۶). پیوستگی بافت ارگانیک اردبیل از دوره صفوی به واسطه شش محله اصلی که به دور بازار حلقه زده‌اند، شکل گرفته است[29]. مطابق با شکل ۴ به دلیل ساختار شعاعی امکان اضافه شدن محله دیگری وجود نداشته است و محلات دیگر در لوای این محلات بوده‌اند. علاوه بر این، آب و هوای سرد بر به هم‌چسبیدن خانه‌ها و ایجاد حداقل فضای باز تاثیرگذار بوده است[25]. به این ترتیب خانه‌ها و معابر در بافت تاریخی مطابق با بافت ارگانیک به صورت متراکم شکل‌گرفتند. با این وجود برخی از این معابر با جهت‌گیری شمالی- جنوبی و جلوگیری از کنالیزه شدن بادهای سرد، تابش خورشید را دریافت نموده و با به حداقل رساندن میزان سایه‌اندازی در مواقع سرد سال از یخبندان جلوگیری می‌کردند. [33] (شکل۷).



شکل ۶) برش محدوده‌ای از بافت تاریخی اردبیل

ویژگی‌های اقلیمی: خانه‌های تاریخی اردبیل، به دلیل آب و هوای سرد و فشردگی محلات، با وجود حیاط مرکزی فرم متراکمی داشته‌اند و به جای گسترش در سطح زمین، بیشتر به صورت طبقاتی با قرارگیری در جرم حرارتی خاک، جدارهای مجاور در هوای آزاد و تبادلات حرارتی را به کمترین میزان می‌رساندند تا زمین مانند عایق حرارتی عمل کند؛ به طوری که حتی کف حیاط‌های مرکزی در این منطقه غالبا یک متر پایین‌تر از معبر است [34]. همچنین ابعاد این حیاط‌ها قدری کوچک‌تر از مناطق مرکزی ایران است. هوا در اغلب مواقع سال سرد و خارج از محدوده آسایش است و بیشترین استفاده از حیاط به تابستان محدود شده است [30]؛ با این وجود در زمستان، درختان بر کاهش شدت باد موثر بوده‌اند.

در آب و هوای سرد اردبیل، استقرار ساختمان نقش بسیار مهمی در تأمین بخشی از نیازهای حرارتی فضاهای داخلی بطور طبیعی ایفا می‌کند. در این منطقه بیشترین جهت دریافت تابش خورشید در زمستان از سمت جنوب غربی و غرب است و کمترین جهت دریافت تابش خورشید در تابستان از سمت شمال و جنوب است. بنابراین اگر عملکرد ساختمان در کل سال مورد نظر باشد، در شهر اردبیل جهت‌گیری ساختمان به سمت جنوب بهترین حالت دریافت تابش خورشید می باشد [32]. علاوه بر نظام تابش آفتاب در بافت تاریخی اردبیل، جهت وزش باد از عوامل بسیار مهم در تعیین جهت- گیری بوده است. با توجه به باد نامطلوب جنوب غربی تا حد امکان از قرار دادن بازشو، کشیدگی و جهت‌گیری ساختمان در این راستا جلوگیری شده است و با توجه به عرض جغرافیایی اردبیل، کشیدگی ساختمان در جهت شرقی- غربی

www.SID.ir

Archive of SID

مطلوب بوده است [33]. همچنین برای استفاده از باد مطلوب شرقی جهت‌گیری اغلب خانه‌های تاریخی علاوه بر جنوب به سمت جنوب شرقی بوده است تا حیاط مرکزی‌ها نیز با پیروی از این جهت‌گیری در زمستان با دریافت تابش آفتاب و در تابستان با دریافت باد مطلوب شرقی مواجه شوند.

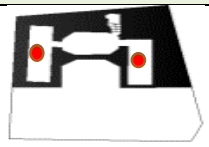
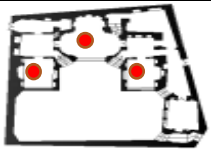
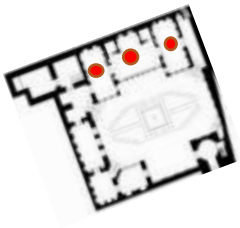
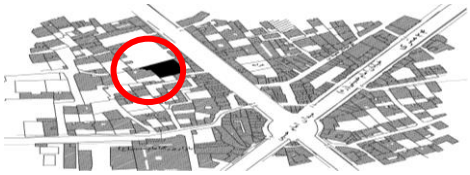
با توجه به ویژگی‌های اقلیمی این منطقه، تمایز بخش های فصلی در خانه‌های تاریخی اردبیل الزامی نداشته است. لذا در خانه‌های که به سمت جنوب جهت‌گیری شده‌اند، به سبب عملکرد مناسب بنا در تابستان و زمستان و کوتاه بودن فصل گرما فاقد قسمت مجزا تابستان‌نشین در ضلع جنوبی حیاط مرکزی هستند و فضاهای اصلی خانه در ضلع شمالی حیاط مرکزی و رو به نور جنوب قرار دارد. تا در فصل‌های سرد سال در معرض تابش خورشید و افزایش دما در فضاهای داخلی قرار گیرند و در فصل‌های گرم سال با دریافت کمترین میزان تابش خورشید از سمت جنوب فضای مطلوبی ایجاد شود. بنابراین در بیشتر اوقات از ضلع شمالی حیاط مرکزی به عنوان اتاق زمستان‌نشین و تابستان نشین استفاده می‌شود (جدول۱، شماره۱). با این وجود خانه‌ها با جهت‌گیری جنوب شرقی معمولا دارای اتاق‌های مجزا زمستان‌نشین و تابستان‌نشین هستند. به طوری که شاه‌نشین در مرکز ضلع شمالی حیاط مرکزی به عنوان اتاق زمستان نشین و اتاق سه دری در ضلع جنوبی حیاط مرکزی به عنوان اتاق تابستان نشین بوده‌اند (جدول۱- شماره۲) و در این منطقه فضاهای زندگی تنها در دو یا سه وجه حیاط جای‌گذاری شده‌اند.

از آنجایی که اردبیل جزء مناطقی با نیاز گرمایشی زیاد و نیاز سرمایشی صفر است [32]، قسمت های زمستانی با جزییات بیشتری برای استفاده از نور و گرمای خورشید طراحی شده‌اند. در واقع دیوار جنوبی در اردبیل در زمستان بیشتر از تابستان در معرض تابش آفتاب قرار می‌گیرد؛ بنابراین از اهمیت بالایی برخوردار است و شاه‌نشین در مرکزیت آن با پنجره‌های اروسی دو یا سه لایه با سطح وسیع‌تر و تاج بلندتر امکان نفوذ تابش خورشید به عمق بیشتر فضا را برای ایجاد اثر گلخانه‌ای میسر می‌نماید تا به وسیله سیستم غیرفعال خورشیدی به ایجاد فضای گرم زمستانی منجر شود (جدول۳، جزییات ترسیمی از عمق نفوذ نور تابستان و زمستان در خانه ابراهیمی) در واقع در این سیستم انرژی خورشیدی به صورت مستقیم در فضای داخلی جذب و ذخیره می‌شود تا انتقال یابد [32]. از آنجایی که این اتاق در مرکزیت فضا است، گرما از طریق رسانش و یا تعبیه پنجره در قسمت بالای دیوار، از طریق همرفت به فضاهای مجاور انتقال می‌یافت. علاوه بر این، تهویه فضای داخلی غالبا به‌وسیله شومینه‌ها واقع بر دیوار اتاق‌های اصلی بوده است. در تابستان، دیوار جنوبی با دریافت کمترین میزان تابش خورشید در اردبیل، فضای شاه‌نشین را قابل استفاده می‌کند. با این وجود در گرمترین دوره روز و تأثیر گلخانه‌ای با بالا کشیدن اروسی می‌توان از گرما جلوگیری کرد تا در کنار حیاط مرکزی فضای مفرح با تهویه طبیعی ایجاد نمود. در برخی از خانه‌ها که فضای مقابل شاه‌نشین دارای سایبان افقی به عنوان ایوان کم عرضی است، فضای تابستانی ایجاد می‌شد. سرداب در خانه‌های اردبیل به صورت سرداب مرکزی یا سرداب شرقی و غربی است. سرداب مرکزی در زیر شاه‌نشین و در راستای محور مرکزی حیاط واقع است که به سبب فرو رفتن در خاک، اکثر اوقات فضای داخلی آن خنک است؛ به طوری که از سرداب مرکزی به عنوان اتاق تابستان نشین و از سرداب شرقی و غربی، به عنوان انبار مواد غذایی استفاده می‌شود. در بعضی از خانه‌ها اتاق‌های موجود در ضلع شرقی حیاط مرکزی با دریافت نور غرب و جنوب غربی در روزهای سرد سال و اتاق‌های موجود در ضلع غربی با دریافت نور شرق و شمال شرقی در روزهای گرم سال به عنوان اتاق‌های فصلی یا خدماتی کاربرد داشته‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱) دو نمونه از خانه‌های تاریخی رایج در بافت تاریخی اردبیل
(خانه‌های ابراهیمی و میرفتاحی)

نمونه‌ها	پلان‌ها و تصاویر خانه ابراهیمی و میرفتاحی		
خانه ابراهیمی			
	پلان زیرزمین	پلان همکف	نسبت فضای پر و خالی
	موقعیت بنا در بافت قدیم اردبیل، میدان سرچشمه، کوچه شهیدگاه	جهت‌گیری شاهنشین به سمت نور جنوب	
خانه میرفتاحی			
	پلان زیرزمین	پلان همکف	نسبت فضای پر و خالی
			
	موقعیت بنا در بافت قدیم اردبیل، محله تازه‌میدان (قنبلان)	اتاق سه دری به سمت نورشمالی- شاه‌نشین به سمت نور جنوب	

روش‌ها

ابتدا در مطالعات نظری به شناسایی معیارهای طراحی اکولوژیکی متاثر از تعامل محیط انسان ساخت با طبیعت پرداخته می‌شود. سپس برای ارزیابی تجربی، منطقه سردسیر اردبیل با توجه به اینکه پژوهش‌های کمتری را به دلیل محدودیت در ارتباط با محیط طبیعی دارند، انتخاب می‌شود تا از لحاظ موقعیت، داده‌های اقلیمی و تطابق با محیط طبیعی (توپوگرافی و اقلیم) بررسی شوند. سپس برای مطالعات مربوط به تعاملات محیط انسان‌ساخت، دو نمونه خانه تاریخی از این منطقه که قابل قیاس با خانه‌های کنونی باشند، به عنوان جامعه آماری انتخاب می‌شوند. در این نمونه‌ها برای مشخص کردن رفتار حرارتی، در بحرانی‌ترین شرایط اقلیمی منطقه، برداشت داده‌های مربوط به دمای هوا به وسیله دیتالاگر صورت می‌گیرد تا به مقایسه دمای خارج و داخل در اتاق‌های مختلف خانه پرداخت و با نمودارهای تغییرات دما، میزان مقاومت اتاق‌های مختلف در مقابل نوسانات دمایی در بحرانی‌ترین وضعیت اقلیمی تحلیل شود. سپس مطالعات مربوط به تعاملات محیط انسان ساخت (فرم ساختمان، سازمان فضایی، مصالح، منظر و زیرساخت‌ها) در نمونه‌های انتخابی توصیف و تحلیل می‌شود. تا پارامترهای مستخرج از مطالعات نظری در مطالعات تجربی مورد ارزیابی قرار گیرد و امکان بهره‌وری آنها در دوره معاصر مشخص شود. و راه‌حل‌های اکولوژیکی با توجه به پارامترهای پیش‌گفته و رفتار حرارتی در مناطق سردسیر ارایه شود.

انتخاب نمونه (مقیاس خرد)

www.SID.ir

Archive of SID

برای انتخاب نمونهٔ موردی، در بین خانه‌های تاریخی اردبیل، یکی از عوامل مورد توجه، انتخاب دو جهت‌گیری غالب ساختمان (جنوب و جنوب شرقی) است. برای قیاس با خانه-های کنونی، خانه‌های با زیربنا کمتر از 500 مترمربع، نسبتاً سالم که قابلیت دسترسی و انجام برداشت‌های میدانی دارند، انتخاب شد و در هر خانه، تعدادی اتاق که تقریباً به لحاظ کاربری (اتاق خدماتی، شاه‌نشین، سرداب، اتاق سه دری شرقی و غربی) مشابه و قابل قیاس‌اند، مشخص شدند (جدول۱).

نمونه موردی اول؛ خانه ابراهیمی: خانه ابراهیمی با زیربنا ۲۳۷.۷۲ متر مربع واقع در محله سرچشمه اردبیل، متعلق به دوره زندیه است که در دوره قاجار مورد مرمت قرار گرفته است. ورودی بنا در ضلع جنوبی است و دو طرف حیاط (شمال و شرق) ساخت و ساز در یک طبقه و زیرزمین صورت پذیرفته است. شاه‌نشین در ضلع شمالی است و در دو طرف آن اتاق سه دری دیده می‌شود (جدول۱، مورد۱).

نمونه موردی دوم؛ خانه میرفتاحی: خانه میرفتاحی به مساحت ۳۸۰ مترمربع، متعلق به دوره قاجار در محله تازه میدان اردبیل واقع شده است. ورودی بنا از سمت جنوب شرقی است. در ضلع شمالی، شاه‌نشین و اتاق سه دری قرار دارد. در ضلع غربی و قسمتی از ضلع جنوبی سایر اتاق‌ها به صورت یک طبقه و زیرزمین تعبیه شده‌اند (جدول۱، مورد۲).

تحلیل داده‌ها و شرح شیوه جمع‌آوری آن

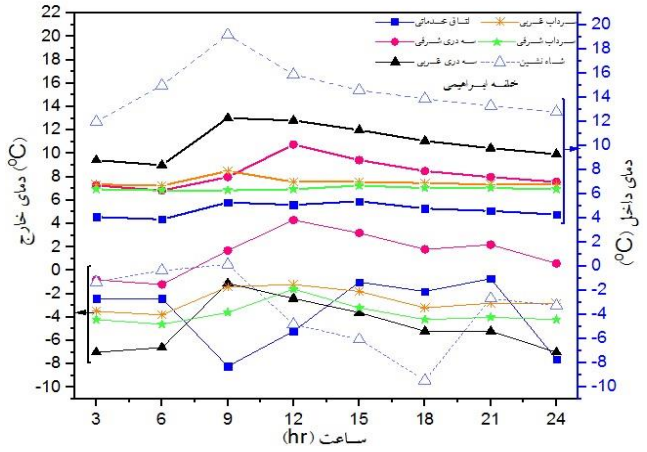
تحلیل داده‌های اقلیمی در طراحی بنا و ملاحظات اکولوژیکی بسیار با اهمیت است. لذا که سبب صرفه‌جویی در مصرف انرژی، راحتی در محیط داخل و استفاده از منابع طبیعی می-شود که برای این منظور بر اساس مشخصه‌های آب و هوایی اردبیل و طولانی بودن فصل سرما، دو ماه (دی، بهمن) که حداقل دما در طول یک سال و بحرانی‌ترین شرایط اقلیمی در آنها رخ می‌دهد، اندازه‌گیری می‌شود. به نحوی که برای افزایش دقت در برداشت داده‌ها، از دستگاه دیتالاگر در مرکز فضا با ارتفاع ۸۰ سانتیمتر در هر یک از اتاق‌های خانه‌های تاریخی ابراهیمی و میرفتاحی که در حال حاضر مرکز گردشگری و مرکز مطالعات است، استفاده می‌شود.

متغیرهای دمای هوا و رطوبت نسبی مطابق جدول ۱ در قسمت‌های مشخص شده خانه از جمله شاه‌نشین، اتاق‌های سه دری شرقی و غربی، سرداب به وسیله دیتالاگر Benetech مدل GM1365 با دقت 0.1 ^{O}C اندازه‌گیری شده است. ولی از آنجا که رطوبت نسبی تغییرات آسایش را نشان نمی دهند، فقط اندازه‌گیری دمای هوا در نظر گرفته شده است. نتایج این اندازه‌گیری در نمودارهای ۴ تا ۷ نشان داده شده است. در نمودارهای ۴ و ۵، دمای محیط بیرون نشانگر دمای حیاط است که با دمای داخلی در هر قسمت از خانه در ماه‌های مذکور، در طی ۲۴ ساعت به فاصلهٔ زمانی سه ساعت یک بار مقایسه شده است. در ادامه نمودارهای ۶ و ۷ اختلاف دمای داخل و خارج را که به‌وسیله رابطه ۱ به دست آمده است، نشان می-دهند.

رابطه (۱):

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

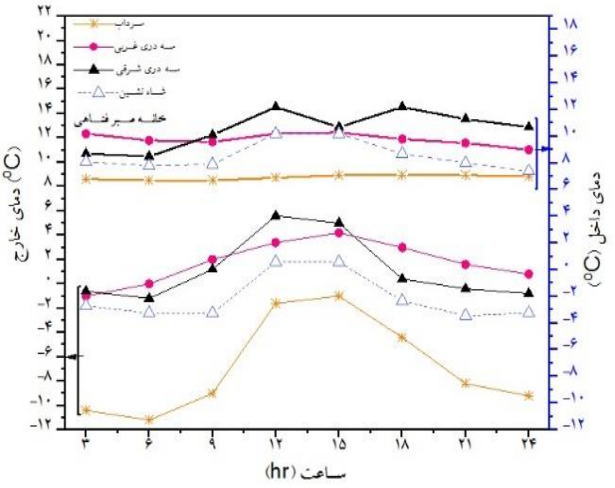
به این ترتیب T_2 در این رابطه دمای داخل و T_1 دمای بیرون است. بر این اساس اختلاف این دماها از هم در نمودارهای مذکور نشان داده شده است.



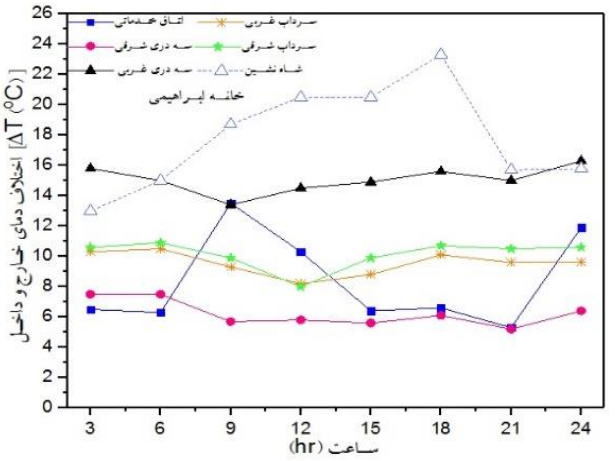
نمودار۴) برداشت‌های میدانی دمای اتاق‌ها و مقایسه با دمای خارج در چندین روز متوالی در دی ماه (خانه ابراهیمی)

www.SID.ir

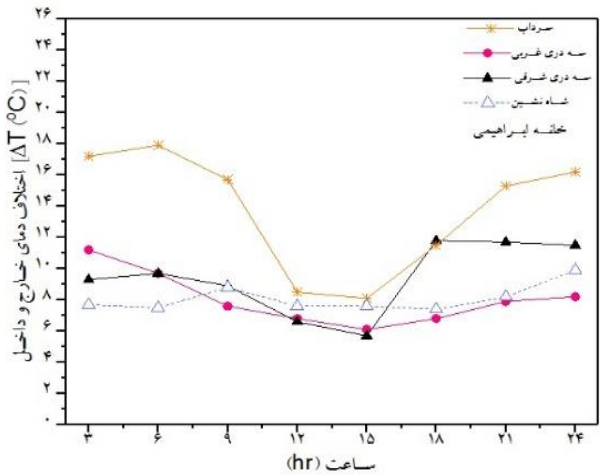
Archive of SID



نمودار۵) برداشت‌های میدانی دمای اتاق‌ها و مقایسه با دمای خارج در چندین روز متوالی در بهمن ماه (خانه میرفتاحی)



نمودار۶) اختلاف دما محیط داخل و خارج در خانه ابراهیمی



نمودار۷) اختلاف دما محیط داخل و خارج در خانه میرفتاحی

اندازه‌گیری همزمان (ساعت و روز) دمای هوای داخل و خارج در خانه ابراهیمی و طی یک شبانه روز، در روزهای مختلف دی ماه نشان می‌دهد که مطابق نمودار ۴ کمترین تغییرات دمای داخل در مقایسه با محیط خارج مربوط به سرداب و شاه‌نشین است. همچنین نمودار ۶ نشان می‌دهد که بیشترین اختلاف دما در ساعات شب رخ می‌دهد. بنابراین با توجه به نمودارهای ۴ و ۶ در خانه ابراهیمی عملکرد زمستانی اصلی‌ترین فضای خانه یعنی شاه‌نشین نسبت به محیط خارج مطلوب ارزیابی می‌شود؛ به طوری که حداقل و حداکثر اختلاف دما داخل و خارج آن مطابق نمودار ۶ در بازه ۱۳ تا ۲۳ درجه سانتی‌گراد است. در حالی که مطابق نمودار ۴ حداقل دمای اندازه‌گیری شده در این اتاق ۱۲ درجه سانتی گراد است. فضاهای بعدی خانه با توجه به تغییرات دمای خارجی مطابق نمودار۴ نشان می‌دهد که بعد از شاه‌نشین، سرداب، اتاق خدماتی، سه دری غربی و سه دری شرقی در مقابل نوسانات دمایی روزانه در فصل سرد مقاومت بیشتری دارند. همچنین در بررسی تغییرات دمای محیط‌های داخل و خارج در خانه میرفتاحی مطابق نمودار ۵، کمترین تغییرات دمایی در فضای داخل مربوط به سرداب و سپس شاه‌نشین بوده است. همچنین نمودار ۷ نشان می‌دهد که بیشترین اختلاف دما در ساعات شب رخ می‌دهد. در خانه میرفتاحی در بهمن ماه عملکرد زمستانی بخش شاه‌نشین بنا نسبت به محیط خارج با تغییرات دمایی مطابق نمودار۷ در بازه ۸ تا ۱۱ درجه سانتی‌گراد است (به سبب بزرگی فضا). فضاهای بعدی خانه با توجه به تغییرات دمای خارجی مطابق نمودار ۵ نشان می‌دهند که بعد از سرداب و شاه‌نشین، سه دری شرقی و غربی در مقابل نوسانات دمایی روزانه در فصل سرد مقاومت بیشتری دارند. بنابراین از نتایج می‌توان دریافت که فضاهای داخلی (خصوصا شاه‌نشین و سرداب) در خانه ابراهیمی و میرفتاحی برای آسایش اقلیمی طراحی شده است. و دارای مقاومت بیشتری در مقابل نوسانات در بحرانی‌ترین وضعیت اقلیمی است.

تطابق با محیط انسان ساخت

الگوها، خصوصیات و فرم ساختمان: در بررسی پلان خانه‌های تاریخی اردبیل، الگوی رایج از ترکیب فضاهای باز و بسته (الگوی نعلی) در جبهه شمالی حیاط تشکیل شده است و شاه نشین در مرکز تقارن با کمی عقب‌نشستی به دلیل تعدیل اقلیمی و زیبای بنا قرار دارد. ورود به فضای داخل به وسیله دو در

www.SID.ir

Archive of SID

کناری با جهت‌گیری و راهروی فیلتر مانند ممکن می‌شود. علاوه بر این، الگوی دیگر از ترکیب فضاهای باز، نیمه باز و بسته (الگوی ایوان‌دار) تشکیل شده است که دارای ایوان کم عرض با عقب نشینی نسبت به فضاهای کناری است تا علاوه بر جلوه و زیبایی نما، در زمستان که هوای بیرون سرد است و نور خورشید مایل می‌تابد، مانع ورود و جذب تابش آفتاب به فضای داخلی نشوند و در تابستان برعکس عمل نماید. دیوارهای بلند حیاط مرکزی با توجه به فرورفتگی حیاط ۴ تا ۵ متر از کف حیاط ارتفاع دارند تا در تابستان سبب سایه‌اندازی در حیاط شده و محیط مطلوبی را فراهم آورند و در زمستان با قرارگیری باغچه در محل‌های سایه‌اندازی سبب ذوب سریع‌تر برف شود. با این وجود ارتفاع دیوار حیاط از معبر اطراف ۲ تا ۲.۵ متر است. به نحوی که از عرض معابر کمتر باشند تا در فصول سرد سبب سایه‌اندازی به معابر نشوند [33] (شکل۷). در جبهه جنوبی و شرقی حیاط مرکزی، اتصال عرصه عمومی به خصوصی بوسیله هشتی و دالان امکان‌پذیر بوده است. این فضا با چرخش علاوه بر قطع ارتباط بصری به داخل، ارتباط حیاط بیرونی و اندرونی را در صورت وجود میسر می‌کرد. با کنترل سروصدا، ایجاد سرپناه و تاقچه‌های که در دیوارهای آن برای نشستن افراد تعبیه شده بود، محیط مناسبی را برای تعامل و صحبت ایجاد می‌نمود. از پارامترهای مهم دیگر در فرم ساختمان، فرهنگ مردم منطقه، سطح اقتصادی و اجتماعی آنها است. در واقع لحاظ طبقه اقتصادی تاثیر بسیاری بر فرم ساختمان دارد؛ به طوری که تعدد فضاها با کارکردهای مختلف، الگوی تقارن، اختصاص اتاق برای ملاقات‌های کاری، وجود فضاهای خدماتی مفصل‌تر، محل اصلی پذیرایی از مهمان با تزئینات زیاد و پنجره‌های اروسی، استفاده از مصالح مرغوب‌تر وابسته به طبقه اقتصادی است. با این وجود از لحاظ فرهنگی غالبا معتقد به اسلام بوده‌اند و توجه به روابط خویشاوندی را با حفظ حریم می‌توان در تفکیک ورودی ها در فضای راهروها برای ورود زنان و مردان هنگام مراسمات و یا وجود حیاط‌های اندرونی و بیرونی وسیع مشاهده نمود. همچنین مطابق خصیصه مهمان‌نوازی و با توجه به جایگاه اجتماعی، بهترین اتاق برای مهمان اختصاص می‌یافت و فضاهای شاه‌نشین با جداکننده‌های پیش ساخته و حیاطهای وسیع برای برگزاری مراسمات مذهبی مجزا در نظر گرفته می‌شد. علاوه بر این تزئینات داخلی، نمای حیاط بیرونی و تزئینات در ورودی نیز با توجه به جایگاه اجتماعی متفاوت بود و سلیقه رایج غالبا با اهمیت دادن به باطن در مقابل توجه به ظاهر شکل می‌گرفت [15]. با این وجود تاکید بر هویت اجتماعی گاها با متمایز یا عادی سازی با الگوی مرسوم شکل می‌گرفت. از مشترکات اجتماعی دیگر در بافت تاریخی اردبیل می توان به زندگی جمعی (زندگی مبتنی بر چندخانواری و پدرسالاری) اشاره نمود [35].

سازمان فضایی- کالبدی: خانه‌های تاریخی در اردبیل به‌صورت یک طبقه یا دو طبقه فاقد زیرزمین و یا در رایج‌ترین حالت، به صورت یک طبقه بالای زیرزمین ساخته می‌شدند. به سبب بالابودن سطح آب های زیرزمینی در اردبیل ساخت زیرزمین، با مصالح و تکنیک ساخت قوی و سطح بالای اقتصادی میسر بود. با این وجود خانه‌های تاریخی در اردبیل از سه بخش تشکیل شده‌اند: اتاق‌های دو دری، سه دری یا پنج‌دری (اتاق خواب با کاربری‌های منعطف دیگر، اتاق کار یا ملاقات)؛ فضاهای خدماتی (مطبخ، توالت، انبار، اتاق گوشواره، راهروها، کبوترخانه) و فضاهای ویژه و چند منظوره (شاه‌نشین، سرداب).

اتاق‌های این خانه‌ها میزبان فعالیت‌های متنوع با طراحی منعطفشان امکان دید به حیاط و نظارت بر محیط طبیعی را داشته‌اند. غالبا این اتاقها در اردبیل به شکل مستطیل و دارای طول متغیر از ۳.۷۰ تا ۹.۵۰ همچنین عرض ۲.۵ تا ۳.۹ و ارتفاع ۲.۶ تا ۳.۷۰ بوده‌اند. این اتاق‌ها قابلیت تفکیک بوسیله جداگرهای چوبی برای هر خانواده یا مراسمات متنوع را داشته‌اند، همچنین در ساختار خانواده‌های بزرگ به عنوان اتاق خواب، کار یا فصلی مورد استفاده قرار می‌گیرند (جدول۲، شماره۱). فضای ویژه شاه‌نشین از لحاظ شکلی به صورت مستطیلی و یا شکم‌دریده هستند که طولشان از ۴.۸۰ تا ۱۴.۵ متر متغیر بود و در صورت مستطیلی بودن عرض‌شان از ۲.۸ تا ۶.۸ متر و در حالت شکم‌دریده عرضشان از ۱.۹۰ تا ۱۰.۵

www.SID.ir

Archive of SID

متغیر است. همچنین ارتفاع شاه‌نشین بعضا در خط آسمان برجسته‌تراند این ارتفاع از ۲.۳۰ تا ۶ متر متغیر است. این ابعاد در شاه‌نشین و اتاق‌ها با توجه به کاربرد آن می‌تواند بزرگ‌تر یا کوچک‌تر باشد. شاه‌نشین به عنوان کانون فعالیت‌های جمعی به وسیله اروسی در ارتباط با عناصر طبیعی حیاط بوده؛ از این رو دارای ارزش فضایی است. از عناصر بکار رفته در شاه‌نشین می‌توان به پنجره‌های اروسی، نقاشی‌های دیواری از طبیعت، طاقچه‌ها با گچبری مزین، مقرنسها و غیره اشاره نمود. همچنین اثاثیه این خانه‌ها نظیر صندلی، در و غیره غالبا از جنس چوب بودند [36] و کلیه مواد استفاده شده از عناصر طبیعی ساخته شده‌اند (جدول۲، شماره۲).

جدول۲) فضاهای متنوع در خانه‌های تاریخی اردبیل

شماره	نام فضا	تصویر فضاهای مختلف در خانه‌های ابراهیمی و میرفتاحی
۱	اتاق‌ها با کاربری‌های متنوع	خانه ابراهیمی خانه میرفتاحی
۲	شاه‌نشین	شاه‌نشین خانه ابراهیمی شاه‌نشین خانه میرفتاحی
۳	کبوترخانه (خانه میرفتاحی)	
۴	انبار مواد غذایی و سرداب	سرداب خانه ابراهیمی سرداب خانه میرفتاحی
۵	راهروها و فضاهای فیلترمانند (خانه ابراهیمی)	

فضاهای خدماتی یا سرویس‌دهنده، نظیر مطبخ، تنورخانه، اتاق‌های خدمه، اصطبل، کبوترخانه، سرویس بهداشتی، انبار و غیره بودند که برای اهداف محیطی سالم‌تر برخی در حیاط، برخی در زیرزمین و یا در طبقه بالای زیرزمین جای می‌گرفتند. برای مثال مطبخ اغلب در پشت اتاق‌ها، در بخش شمالی بنا که فاقد نورگیری بود، ساخته می‌شد و مانند یک لایهٔ حفاظتی و عایق در سرمای اردبیل عمل می‌کرد و دارای تجهیزات ساخته شده از مواد قابل استفاده مجدد مانند مس، چوب و خاک بوده‌اند. خانه‌ها با فضاهای خدماتی مفصل‌تر دارای زیرزمین-های دربرگیرندهٔ فضاهایی چون مطبخ، تنورخانه و انبار بودند. سرویس بهداشتی در حیاط قرار داشت تا از بوی ناخواسته در محیط‌های داخلی جلوگیری شده و به راحتی به سیستم دفع متصل شود. علاوه بر این انبار و اصطبل از فضاهای خدماتی نزدیک به هشتی در خانه‌های بزرگ‌تر بوده است. با وجود

www.SID.ir

Archive of SID

دسترسی همگانی به آب، فشردگی محلات شش گانه سبب نبود حمام در خانه‌های اعیان شده بود. به همین دلیل از حمام مراکز محلات خود استفاده می‌کردند.

اگرچه حیاط توسط دیوارهای بلند احاطه شده است، با این وجود محیط های طبیعی در آن نادیده گرفته نشده است. یکی از مواردی که در سطوح دیوارهای داخلی حیاط در بعضی از خانه‌های تاریخی اردبیل دیده می‌شود، کبوترخانه است (جدول۲، شماره۳) که نشان دهنده احترام انسان به طبیعت و موجودات زنده است. زیرزمین در خانه‌های تاریخی به سبب فرو رفتن در جرم خاک مکان‌های خنک کننده ای برای تازه نگه داشتن مواد غذایی روزانه مورد استفاده بوده‌اند. معمولا غذاها در مواد کاملاً طبیعی مانند ظرف‌های چوبی یا سفالی نگهداری می‌شدند. همچنین این فضاها توسط پنجره‌های کوچک تهویه می‌شوند (جدول۲؛ شکل۴) در زیرزمین اتاق دیگری با نام سرداب مرکزی در زیر شاه‌نشین با الگوی شکلی مستطیل یا شکم‌دریده در تابستان مورد استفاده قرار می‌گرفت. سرداب معمولا توسط راه‌پله‌های به راهرو یا مطبخ متصل می‌شد (جدول۲؛ شکل۴).

از آن جا که دمای هوا در اردبیل پایین است، رابطه فضای باز و بسته و اتصال حیاط مرکزی به داخل خانه عمدتا توسط راهرو، دهلیز و فضاهای فیلترمانند با جهت‌گیری درها به عنوان فضای ارتباطی و سلسله مراتبی با کارکرد زمستانی مانع نفوذ سرما می‌شوند که منعکس کننده شخصیت اکولوژیکی خانه های تاریخی اردبیل است. (جدول۲؛ شکل۵). علاوه بر این در بعضی از خانه‌های تاریخی اردبیل، رابطه فضای باز و بسته به واسطه فضای نیمه باز ایوان با کارکرد تابستانی برقرار شده است. اشرافیت همه این فضاها بر حیاط مرکزی به عنوان کانون فعالیت‌های جمعی- فصلی نشان دهنده اهمیت محیط طبیعی با تاکید بر تنوع، غنای بصری عناصر طبیعی موجود در آن است.

آسایش بصری (ویدئواکولوژی)؛ چشم انداز و کاشت: محیط بصری به ندرت به عنوان یکی از عوامل اکولوژیکی مورد مطالعه قرار گرفته است؛ در صورتی که جزیی از محیط زندگی با تاثیرات مثبت و منفی بر آن است و باید در زمره یکی از عوامل اکولوژیکال قرار گیرد که می‌تواند بر شرایط زیستی، فیزیکی و روحی انسان موثر باشد [8] و حیاط مرکزی در خانه‌های تاریخی یکی از این فضاها است. عناصر طبیعی و چشم‌انداز در حیاط مرکزی خانه‌های تاریخی اردبیل شامل حوض، چاه، پمپ، سکو، طاقنما، باغچه و درختان هستند که این عناصر علاوه بر برآوردن الزامات، فضایی را برای لذت بردن از محیط طبیعی فراهم می‌کنند. درختان این باغچه‌ها معمولا با برگ پهن و از نوع خزان‌دار یا بلند قامت هستند، تا در فصول سرد، امکان نفوذ آفتاب بیشتر شود و در مواقع گرم نیز از نفوذ اشعه آفتاب جلوگیری کند. همچنین به عنوان بادشکن و کاهش دهنده سرو صدا و آلودگی نیز استفاده می‌شوند. این پوشش‌های گیاهی نظیر چنار، صنوبر، بید تبریزی، زبان گنجشک و درختان میوه (سیب، گلابی، گیلاس) و درختچه‌هایی چون شمشاد و گلهایی چون اطلس سرخ، شب بو، همیشه بهار، بنفشه، میمون و شمعدانی هستند. که تاثیر مثبتی بر روان و تنوع زیستی انسان دارند. برای مثال قرارگیری درخت صنوبر در جهت جنوب غربی حیاط مرکزی خانه ابراهیمی تا حد زیادی مانع از وزش باد نامطلوب به بنا می‌شود (جدول۱، شماره۱).

در واقع حیاط‌های مرکزی با ملاحضات زیست‌محیطی، مکان مناسبی برای ارتباط انسان با عناصر طبیعی است [15]؛ لذا وجود پوشش‌های گیاهی و آب در حیاط، رطوبت هوا را در داخل خانه افزایش می‌دهد. آب در تعدیل درجه حرارت، خنکی در تابستان بسیار موثر است. حوض آب غالبا در یکی از محورهای اصلی خانه و در مقابل شاه‌نشین احداث می‌شود [35]. در واقع پیوند معماری، نور، آسمان و انعکاس به نتیجه بصری منجر می‌شود. حوض از نظر شکل در خانه‌های تاریخی اردبیل غالبا به صورت ۱۲ضلعی، ۶ ضلعی و مستطیل است و به سبب رطوبت بالا، نسبت به مناطق گرم وسعت کمتری دارد. این حوض‌ها از جنس سنگ آتشفشانی متخلخل همواره لبریز بودند به همین دلیل آبرو بیرونی در کناره حوض تعبیه شده بود تا پرندگان نیز به راحتی آب بنوشند (جدول۳). علاوه بر این وجود فواره در وسط حوض آوا، منظر و طراوت ایجاد

www.SID.ir

Archive of SID

می‌کرد؛ بنابراین حوض آب، کیفیت فضایی، حس مکان و آرامش زیبایی‌شناختی را افزایش می‌دهد [24].

از عوامل اکولوژیکال بصری دیگر در ارکان و اجزاء خانه‌های تاریخی می‌توان به محیط‌های که با مکانیسم‌های طبیعی بینایی مطابقت دارند، اشاره نمود. این محیط‌ها به ویژگی‌های برگرفته از محیط طبیعی نزدیک‌ترند و شامل ویژگی‌های نظیر وجود جزییات کافی، وجود نقاط عطف و تاکید لازم، کنتراست و تباین، ترکیب‌بندی، خطوط متعادل، بافت‌ها با مصالح طبیعی و غیره هستند [8]. در این راستا در خانه‌های تاریخی اردبیل مطابق با جدول ۱و ۲ می‌توان ویژگی‌های نظیر تنوع و تاکید در ترکیب‌بندی فرم، پر و خالی بودن حجم، هندسه، تقسیم بندی سطوح با طاقنما و آجرکاری‌های متنوع (خفته راسته، دندان‌موشی)، استفاده از نقوش تزئینی، مقرنس‌ها و رنگ‌ها در فضاهای داخلی، استفاده از مصالح نزدیک به بافت طبیعی، ایجاد کنتراست در بافت مصالح، استفاده از مصالح بازتاب کننده نور و سطوح شیشه‌ای (اروسی)، عدم استفاده از بازشو تکراری، عقب‌رفتگی در نما به عنوان نقاط تاکید ورودی‌ها و دعوت‌کنندگی، تعادل‌سازی تمهیدات بصری نما و غیره را مشاهده نمود.

مصالح و پوسته ساختمان: پوسته ساختمان و مصالح نما باید دارای ویژگی‌هایی باشد که از اتلاف انرژی جلوگیری کند. در اردبیل کاهش تبادلات حرارتی از طریق جداره و استفاده از مواد با جرم حرارتی حائز اهمیت است [34]. مصالح با ظرفیت حرارتی بالا، دامنه نوسانات دمای داخل را کاهش می‌دهد [37].

در محدوده اردبیل از لحاظ زمین شناسی، خاک عمدتا از نوع سیلت و رس است و از نظر دانه‌بندی بافت ریز و دارای ضریب تخلخل خوبی است. جنس خاک تحت تاثیر ارتفاعات پیرامون و فعالیت‌های آتشفشانی سبلان قرار گرفته است و سبب افزایش کانی و قابلیت رویش بالای درختان را برای خاک فراهم کرده است [38]. سنگ‌های آتشفشانی در اطراف اردبیل گسترش زیادی داشته‌اند. این سنگ‌ها غالبا شامل تراورتن، بازالت سیاه، خارا و غیره است. سنگ خارا با ظرفیت حرارتی بالا غالبا در کف حیاط و حوض خانه‌های تاریخی اردبیل استفاده می‌شده است تا از یخ زدگی در فصل سرد اجتناب شود. بر همین اساس در خانه‌های این منطقه، سقف از نوع تیرچوبی (چهارتراش)، کف‌سازی داخلی خانه گچ و خاک، دیوارهای داخلی از آجر با ملات آهک و خاک با روکش گچی و دیوارهای خارجی برای مقاوت بیشتر در برابر رطوبت از آجر با ملات شیره آهک و گچ ساخته می‌شدند. به سبب رطوبت خاک، پی سنگی در این منطقه با کانال‌کشی و امکان جریان هوایی در آن برای جلوگیری از پوسیدگی تعبیه شده است. همچنین ازاره‌سازی به شکل کرسی چینی تا ارتفاع ۱.۵ متر از سنگ بازالت سیاه و ملات ماسه آهک مقاوم در برابر رطوبت صورت می‌گرفت. علاوه بر سیستم دیوار حمال، برای تأمین آسایش حرارتی، ضخامت دیوارها قطور و مابین 0.6 تا یک متر با ظرفیت حرارتی بالا و تاخیر زمانی است. تا به این ترتیب ضریب کاهش نوسانات دما مطابق نمودارهای ۴ و ۵ به حداقل برسد. ضریب هدایت حرارتی آجر در دیوارها ۰.۵۰۸W/m K و اندود گچ ۰.۵۷W/m K است [32] . دیوارهای ضخیم و بلند حیاط نیز اثر کاهش انتقال صدا بین خانه‌ها را دارند. صدای آب و فواره در حیاط مانع شنوایی بین افراد در خانه‌های مجاور می‌شود. در زمستان که غالبا افراد به صورت چندخانواری و اکثرا در محیط داخلی هستند، دیوارهای ضخیم مانع شنوایی بین اتاق‌های مجاور می‌شود.

با وجود دمای پایین در اردبیل، این شهر از تابش آفتاب خوبی برخوردار است. بنابراین دیوارهای جنوبی در معرض اشعه زیاد خورشید قرار دارند و پنجره‌های با شیشه های رنگی، سطح وسیع‌تری را به خود اختصاص داده‌اند تا سبب جذب تابش خورشید در فضای داخلی در زمستان شوند و در طول شب به واسطه جرم زیاد جداره‌ها و وجود پنجره‌های دو جداره در دو لایه و یا درپوش از شدت انتقال حرارت رسانشی، باد و سرمای زیاد کاسته شود [34]. در این میان، ظرفیت حرارتی بالا و همرفت در فضای داخلی که به واسطه وجود شومینه تشدید می‌شود، سبب گرم‌سازی و پایداری دما تا صبح

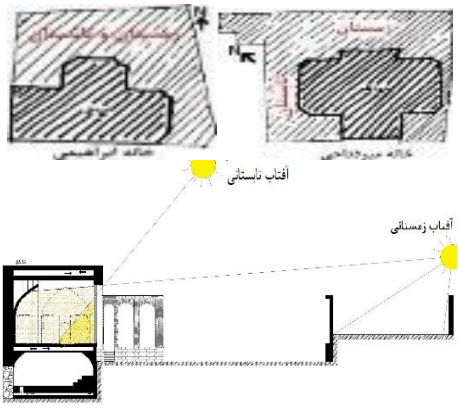
www.SID.ir

Archive of SID

می‌شود تا چرخه مذکور مجددا تکرار شود. روی سطح پنجره-ها، برای تخلیه آب‌های ناشی از میعان، آب‌روهایی در نظر گرفته شده است. سقف خانه‌ها معمولاً صاف با تیرهای چوبی ساخته شده‌اند تا از تجمع برف بر روی آنها به عنوان عایق حرارتی استفاده شود. وجود سقف دو لایه و دوپوش با فاصله هوایی در زیرزمین و شاه‌نشین خانه‌ها نقش عایق حرارتی را دارند. در بیشتر زیرزمین‌ها سقف به شکل طاق گهواره‌ای با فاصله هوایی تا کف طبقه بالا است که این فاصله با تعبیه حفره‌های در ازاره سنگی نما تهویه می‌شود (جدول۳).

چرخه بازیافت‌ها، انباشت (زیرساخت‌ها): وجود مشکلات زیست محیطی فراوان لزوم کاهش پسماند و احیای مسئله بازیافت را مطابق با میراث معماری ایرانی مشخص می‌کند [21]. بر این اساس از پارامترهای اکولوژیکی مهم در زیر ساخت بناها برای حفاظت و استفاده مجدد از منابع طبیعی، در خانه‌های تاریخی می‌توان به مواردی نظیر: فاضلاب، آب و زباله اشاره نمود. از راه‌حل‌های اقتصادی در اردبیل حفر چاه برای استفاده از آب‌های زیرزمینی بوده است. با این وجود شهر اردبیل در دوره صفویه از اولین شهرهای دارای سیستم لوله-کشی و نحوه تقسیم آب محسوب می‌شود [26]. این سیستم در دسترس همگان نبود، تنها برخی از خانه‌های اعیان مجهز به آن بوده‌اند. بر این اساس خانه‌های فاقد لوله‌کشی با حفر چاه آب در حیاط نیاز آبی خود را برآورده می‌کردند. در مواردی که آشپزخانه در پشت شاه‌نشین جای‌گذاری می‌شد، بوسیله راهرو دسترسی به حیاط سهولت می‌یافت در بقیه موارد آشپزخانه و سرویس بهداشتی در نزدیکی حیاط بوده‌اند تا دسترسی به چاه مقدور شود. علاوه بر این وجود آب انبار در محله‌های مهم تامین کننده آب در فصول کم آب بوده است. به این ترتیب آب توسط پمپ یا سطل از چاه تأمین می شد و آب حوض نیز از طریق این چاه برای ذخیره، آبیاری و پاکیزگی مصرف می‌شد. علاوه بر این، چاه دیگری نزدیک به سرویس بهداشتی برای دفع فاضلاب حفر می‌شد. (جدول۳).

جدول۳) معیارهای سنجش اکولوژی مبتنی بر راه‌حل‌های طراحی اکولوژیک در خانه های تاریخی اردبیل

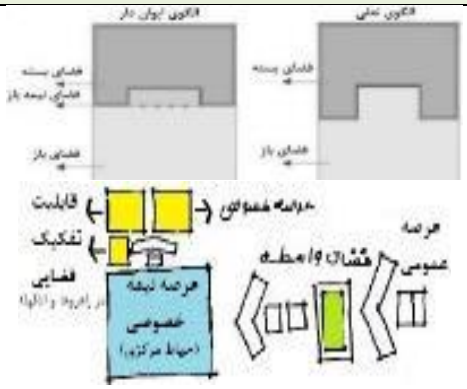
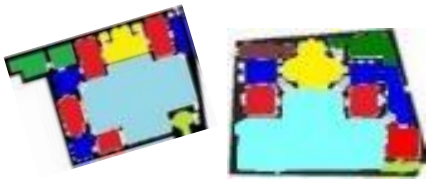
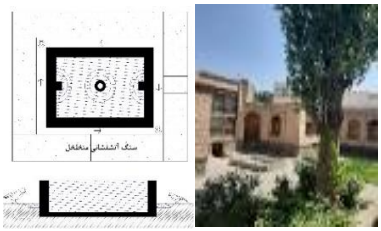
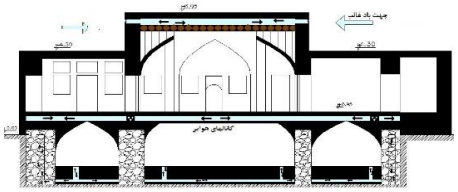
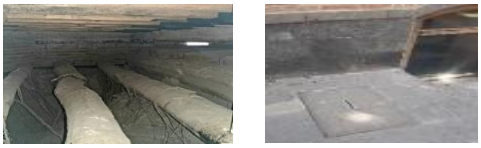
محیط طبیعی	راه‌حلهای طراحی اکولوژیکی	تصاویر	معیارهای سنجش اکولوژی
بستر و توپوگرافی: مسطح در دشتی جلگه‌ای به ارتفاع ۱۳۵۰ تا ۱۵۰۰متر از سطح دریا	خانه‌ها به صورت متراکم و ارگانیک در بافت تارعنکبوتی؛ خانه‌ها به هم چسبیده به دلیل فشردگی محلات شش گانه و تاثیر آب و هوای سرد؛جهت‌گیری شمالی- جنوبی معابر برای به حداقل رساندن سایه-اندازی و یخبندان	رینگ مرکزی قدیمی در شهر اردبیل	همسازی بافت تاریخی و بافت اکولوژیک منطقه؛ هارمونیک با محیط طبیعی با توجه به خصوصیات توپوگرافی (آب، خاک، باد، فضای سبز و غیره)
ویژگی اقلیمی: زمستان سرد؛ تابستان معتدل؛ باد نامطلوب جنوب غربی؛ باد مطلوب شرقی؛ مدت زمان زیاد تابش؛ بیشترین آفتاب زمستان (جنوب غربی و غرب)؛ کمترین آفتاب	درونگرایی؛ فرورفتن بنا در جرم حرارتی خاک؛ اتاق شاه‌نشین به عنوان فضای چندمنظوره مختص زمستان نشینی و در صورت جهت-گیری بنا به سمت جنوب در تابستان نیز کاربرد دارند؛ سرداب مختص تابستان‌نشینی؛ تهویه فضای داخلی غالبا بوسیله کانال‌های تعبیه شده در شومینه‌ها		جهت‌گیری اقلیمی غالب بناها به سمت جنوب و جنوب شرقی با وزش باد و تابش خورشید؛ کنترل سرما با سقف‌های دو پوسته با فاصله هوایی و دیوارهای قطور برای ایجاد آسایش حرارتی؛ دریافت حداکثر تابش خورشید با عمق نفوذ زیاد در زمستان و نفوذ کمتر در تابستان و ایجاد اثر گلخانه‌ای

www.SID.ir

Archive of SID

تابستان (شمال و جنوب)

جزئیات ترسیمی از عمق نفوذ نور تابستان و زمستان در خانه ابراهیمی

محیط انسان‌ساخت	راه‌حل‌های طراحی اکولوژیکی	تصاویر	معیارهای سنجش اکولوژی
فرم ساختمان: انتظام الگوهای فضایی با فضاهای واسطه‌ای؛ فرهنگ؛ سطح اقتصادی؛ وضعیت اجتماعی	انتظام فضاهای باز و بسته با الگوی نعلی و ایوان‌دار (ایوان به عنوان سایبان افقی)؛ تقسیمات خانه‌ها در بافت فشرده با توجه به دین اسلام؛ محرمیت؛ مهمان‌نوازی؛ روابط و جایگاه اجتماعی؛ روابط خویشاوندی؛ ساختار خانواده گسترده؛ هویت اجتماعی و سطح اقتصادی		محل؛ موقعیت؛ الگوها و خصوصیات منطقه؛ شکل‌گیری فضاها بر اساس فرهنگ و سطح اقتصادی و اجتماعی
سازمان فضایی: سبک زندگی مبتنی بر همکاری، اهمیت آسایش و سلامتی، خانواده بزرگ؛ وجود روابط همسایگی و ساختار اقتصادی	حیاط و اتاق‌های بزرگ؛ استفاده از عناصر کاربردی و طبیعی؛ یک اتاق برای یک خانواده؛ در نظر گرفتن فضاهای خدماتی؛ اتاق ها با کاربری‌های متنوع و مبلمان (تنوع فضایی)؛ اهمیت زیبایی؛ فضاهای واسطه‌ای برای جلوگیری از نفوذ مستقیم سرما؛ ارتباط فضایی مستقیم در کانون‌های جمعی	 شاه‌نشین: کانون فعالیت‌های جمعی اتاق‌ها: تداوم محیط طبیعی با محیط داخل راهروها: به عنوان فضای ارتباطی، فیلترمانند هشتی و دالان: فضای واسطه‌ای با سلسله مراتب مطبخ: ارتباطات مناسب شاه‌نشین با مطبخ حیاط مرکزی:کانون فعالیت‌های جمعی- فصلی، وجود تنوع و غنای بصری و ادراکی عناصر طبیعی	طراحی متناسب با سبک زندگی؛ استفاده انعطاف پذیر از فضاهای مرتبط با نیاز کاربر؛ جلوگیری از فضاهای از دست رفته؛ ایجاد ارتباط فضایی مطلوب؛ ارایه تجهیزات کاربردی به طور طبیعی؛ انعطاف‌پذیری؛ سلسله مراتب؛ تنوع؛ تداوم و اشرافیت به محیط طبیعی در سازمان فضایی با توجه به سبک زندگی؛ آسایش بصری
ویدئواکولوژی: کاشت و منظر به عنوان عنصر اقلیمی و آسایش بصری، ساختار درونگرایی؛ حفاظت از طبیعت	وجود طبیعت درون مانند حوض آب، باغچه، درختان، کبوترخانه ها؛ عدم یکنواختی در سطوح داخلی دیوارهای حیاط مرکزی؛ وجود مصالح طبیعی در کنار عناصر طبیعت؛ تطابق جزییات محیط با مکانیسم طبیعی بینایی	 حیاط مرکزی و جزییات ترسیمی حوض در خانه ابراهیمی	هماهنگی خانه ها با طبیعت؛ کاهش اثر گلخانه به وسیله کاشت در تابستان؛ سازگار با محیط زیست
پوشش ساختمان: مصالح بومی و برگرفته از محیط طبیعی اطراف (نظیر سنگ بازالت، خارا)؛ سیستم سازه ای غیرایمن	به کارگیری مصالح با ظرفیت حرارتی و زمان تاخیر بالا (ضریب هدایت حرارتی پایین)؛ فناوری سنتی؛ پوشش دو لایه با به کارگیری عایق هوا در سقف‌ها و یا کانال‌کشی هوا در پی برای جلوگیری از پوسیدگی	 جزییات لایه‌های دوپوش با فاصله هوایی در خانه ابراهیمی  تصاویر کانالهای هوایی پی و سقف دو لایه شاه‌نشین خانه ابراهیمی	مصالح بومی و در دسترس با کمترین جابه‌جایی و کاربردی سالم و قابل استفاده مجدد با شرایط محلی؛ صرفه جویی با استفاده از منابع تجدید پذیر

www.SID.ir

Archive of SID

چرخه بازیافت و انباشت: ساختارهای هم‌جوار و قابلیت استفاده عمومی	سهولت در زیرساخت؛ استفاده کاربردی از آب انبار،چاه و پمپ	تصاویر حفر چاه آب و فاضلاب در حیاط مرکزی	ارایه راه حل های مقرون به صرفه و طبیعی برای زیرساخت های فنی؛ استفاده از مزایای حداکثری منابع محلی؛ امکان استفاده و بازیافت مواد زائد

به طور کلی دو نوع ضایعات، به صورت زباله های جامد و زباله های مایع، در خانه تولید می‌شدند. زباله جامد برای تامین سوخت مورد استفاده در حمام‌ها بکار می‌رفت که انرژی گرمایش را از سوزاندن زباله های شهر به دست می‌آورده‌اند علاوه بر آن، به عنوان یک شاخصه‌ی اقتصادی، اصطبل‌ها و کبوترخانه‌ها عرضه کنندگان کود مورد نیاز برای باغچه حیاط‌ها بوده‌اند. همچنین از زباله های مایع نیز برای آبیاری باغچه‌ها استفاده می شد. بنابراین راه حل‌های بهینه‌ای برای مصرف منابع طبیعی و استفاده از ضایعات برای جلوگیری از ضرر رساندن به طبیعت در نظر گرفته شده بود.

یافته‌ها

از آنجا که سنجش معیارهای اکولوژیکی نشان دهنده میزان سازگاری با محیط زیست است. راه‌حل‌های طراحی اکولوژیک در دو نمونه از خانه های تاریخی اردبیل مطابق جدول ۳ بر اساس تعامل محیط طبیعی و محیط انسان ساخت جمع‌بندی شده‌اند.

بر اساس جدول ۳ در مقیاس کلان، بافت تاریخی و بافت اکولوژیک منطقه، همساز با یکدیگراند؛ به نحوی که جهت‌گیری اقلیمی بناها براساس باد و تابش خورشید بوده است. همچنین تمهیدات اقلیمی برای دریافت حداکثر تابش خورشید، ایجاد آسایش حرارتی و غیره در نظر گرفته شده است. لذا که بررسی بحرانی‌ترین شرایط اقلیمی منطقه بوسیله دیتالاگر نشان می‌دهد، مطابق نمودارهای ۶ و ۷، حداقل و حداکثر اختلاف دمای داخل و خارج در اصلی‌ترین فضای خانه ابراهیمی (شاه‌نشین) در بازه ۱۳ تا ۲۳ درجه سانتی‌گراد و در خانه میرفتاحی در بازه ۸ تا ۱۱ درجه سانتی‌گراد است. در واقع فضاهای داخلی (خصوصا شاه‌نشین و سرداب) برای آسایش اقلیمی طراحی شده است. و دارای مقاومت در برابر نوسانات اقلیمی است. در مقیاس خرد و در این دو نمونه خانه تاریخی، غالبا معیارهای اکولوژیکی در فرم ساختمان، سازمان فضایی، منظر، مصالح و زیرساخت‌ها براساس فرهنگ، سطح اقتصادی، سبک زندگی، محیط طبیعی و خصوصیاتی از آن و غیره شکل گرفته است. که نشان‌دهنده تعامل بهینه محیط انسان ساخت با محیط طبیعی بستر است. از این رو توجه به پارامترهای مذکور قابلیت تدوین استانداردها، ضوابط فنی و بهره‌وری از آنها را در دوره معاصر مشخص می‌کند.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به پارامترهای مورد مطالعه، شرایط نسبتا پایدار در خانه‌های تاریخی اردبیل برقرار بوده است. لذا بناهای سازگار با محیط زیست توانسته‌اند بر تاثیرات اقلیمی این منطقه سرد فائق آیند. ویژگی‌های بومی براساس اکوسیستم منطقه شکل گرفته تا طراحی براساس آن به ایجاد آسایش محیطی منجر گردد. به نحوی که فضاهای داخلی در بحرانی‌ترین وضعیت اقلیمی منطقه (سرما) دارای مقاومت در برابر نوسانات دمایی بوده‌اند. برای نمونه سرداب به دلیل همجواری با خاک نوسان حرارتی خیلی کمی دارد. بعد از آن اتاق شاه‌نشین به عنوان یکی از اصلی‌ترین فضاهای خانهٔ ایرانی در هر دو خانه، از جهت آسایش حرارتی عملکرد مناسبی دارد به نحوی که در شاه‌نشین خانه ابراهیمی با ابعاد فضایی کوچکتر غالبا نوسانات دمای از ۱۳ تا ۲۳ درجه سانتی گراد می‌رسد و جهت‌گیری مناسب اقلیمی و تعبیه پنجره‌های اروسی در دو یا سه لایه امکان نفوذ تابش خورشید به عمق بیشتر فضا و ایجاد قفس حرارتی را محیا می‌نمود. تا شاه‌نشین به عنوان اتاق مهمان، فضای نشیمن و کانون فعالیت‌های جمعی از آسایش حرارتی، منظر مطلوب و تداوم فضایی پیوسته با محیط طبیعی

www.SID.ir

Archive of SID

برخوردار باشد. علاوه بر این تاکید بر ابعاد کوچک‌تر فضایی در اتاق‌ها و استفاده از مصالح با ظرفیت حرارتی بالا مانند آجر، اندود گچ، اندود کاهگل، دو پوش بودن سقف و ضخامت دیوارها، تعداد و ابعاد بازشوها، همجواری اتاقها و جهت قرارگیری آنها می‌تواند موجب ارتقا آسایش حرارتی گردد. این در حالی است که استانداردها و ضوابط بافت جدید پیرامون بافت قدیمی غالبا براساس منافع اقتصادی و بی‌توجه به محیط طبیعی، شرایط اقلیمی، اجتماعی و کالبدی اطراف ساخته شده‌اند. از این رو ساختمان‌ها عملکرد اقلیمی نداشته و پوسته‌شان صرف نظر از موقعیتشان، یکسان‌اند. در واقع بسیاری از جنبه های اکولوژیکی در آنها مورد توجه قرار نگرفته است. به عبارتی دیگر در خانه‌های موجود در بافت‌های تاریخی با پیروی از توپوگرافی محلی، موقعیت جغرافیایی، ویژگی‌های اقلیمی، شکل‌گیری فرم ساختمان براساس خصوصیات فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی، توجه به سازمان فضایی براساس سبک زندگی از بهینه‌ترین پاسخ‌های محیط انسان ساخت در تعامل با محیط طبیعی است. با توجه به دوره‌های طولانی سرما در اردبیل خانه‌های تاریخی با جهت‌گیری مطلوب و استفاده از تاثیرات گلخانه‌ای، مصالح بهینه برای پوسته ساختمانی، پنجره‌های رو به جنوب، جریان‌های همرفتی، فرم و فضای متناسب و ویدئواکولوژی سرنخ های مفیدی را برای تدوین استانداردها و ضوابط در معماری امروز این منطقه ارایه می‌دهند. بنابراین روابط و هماهنگی موجود در خانه‌های تاریخی با محیط طبیعی می‌تواند به عنوان مدلی در معماری و برنامه ریزی شهری برای طرح‌های اکولوژیکی به کار رود تا ساختارهای مناسب منطقه‌ای را برای بافت‌های پایدار ارایه دهد.

تشکر و قدردانی: موردی از سوی نویسندگان ذکر نشده است.

تاییدیه اخلاقی: موردی از سوی نویسندگان ذکر نشده است.

تعارض منافع: این مقاله برگرفته از رساله دکتری مهسا جوادی نوده با عنوان "ارایه مدل معماری اکولوژیک در بافت ارزشمند شهرهای سردسیر ایران (مورد مطالعاتی: اردبیل)"به راهنمایی دکتر آزاده شاهچراغی و مشاوره دکتر علیرضا عندلیب در دانشکده هنر و معماری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات می باشد.

سهم نویسندگان: مهسا جوادی نوده (نویسنده اول)، پژوهشگر اصلی (۴۰٪)؛ آزاده شاهچراغی (نویسنده مسئول)، پژوهشگر کمکی (۳۰٪)؛ علیرضا عندلیب (نویسنده سوم)، پژوهشگر کمکی (۳۰٪)

منابع مالی: موردی از سوی نویسندگان ذکر نشده است.

منابع

1- Bolouhari S, Barbera LV, Etessam I. Learning Traditional Architecture for Future Energy-Efficient Architecture in the Country; Case Study: Yazd City. Naqshejahan- Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2020; 10 (2):85-93. [Persian] Available from: http://journals.modares.ac.ir/article-2-39832-fa.html

2- Mir Masoumi F, Salavati M, Ahmadi F. Isfahan Green Dwelling, the Reflection of Energy Use Optimization on Quality of Life. Naqshejahan- Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2018; 8(3): 195-204 . [Persian] Available from: http://journals.modares.ac.ir/article-2-30722-fa.html

3- Bitraf E, Habib F, Zabihi H. Native Ecological and Ecological Architecture Principles in the Design of Residential Complexes in Iran to Improve their Quality. Urban Management. 2018; 17 (52): 205 - 218. [Persian] Available from: http://ijurm.imo.org.ir/article-1-2314-fa.html

4- Parlak Ö. Comparison of a Historical and a Modern Building According to Ecological Criteria. Eurasian Journal of Civil Engineering and Architecture. 2019; 3(1): 27- 48. [English] Available from: https://dergipark.org.tr/en/pub/ejcar/issue/45693/562298

5- Burden E. IIlustrated Dictionary of Architecture. McGraw Hill Publication; 2002.p. 25. [English]

ISBN: 978-0071772938

6- Ahmadi F, Bemanian MR, Ansari M. An Introduction to Natural Landscape Restoration Method Based on Landscape Ecology Approach. Bagh-e Nazar. 2018; 14(56):5-16. [Persian] Available from: http://www.bagh-sj.com/article_56135.html

7- Nourbakhsh Z, Nourbakhsh M, Shahba S. Review the Indicators and Topics of Environmental Management of Sustainable Cities in Developed Countries. Journal of Environmental Management And Planing. 2012; 1(3): 33-44. [Persian] Available from: https://www.Magiran.com/p1076535

8- Pourjafar M, Alavi M. Videoecology: Visual Ecology in Architecture and Urban Design.Tehran: Armanshahr Publications; 2012. p.20,12,24,45,119. [Persian] ISBN: 978-600-6248-10-3

www.SID.ir

Archive of SID

21- Bemanian MR, Torabi M. Determining Theoretical Origins of Recycling in Iranian-Islamic Architecture; with Grounded Theory Approach. Naqshejahan- Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2019; 9(3): 167-175. [Persian] Available from: http://journals.modares.ac.ir/article-2-35337-fa.html

22- MehdiNejad J, Sabri Reza C, Damavandi Majid E, Abbaspor A. Architectural Design on the Basis of Beauty and Function in Nature. Hoviatshahr. 2012; 6(10): 59-66 . [Persian] Available from: http://hoviatshahr.srbiau.ac.ir/article_1326.html

23- Medi H, Imani M. Biomimic Technology and Nature Inspiration. Naqshejahan- Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2018; 8 (1):47-55 [Persian] Available from: http:// journals.modares.ac.ir/article-2-26887-fa.html

24- Kenworth J R. the Eco- City: Ten Key Transport and Planning Dimensions for Sustainable City Development. Environment and Urbanization. 2006; 18 (1): 67-85. [English] DOI: 10.1177/0956247806063947

25- Zohuri Qara Darwishlu R. Compatible Architecture with Mountainous Cold Climate. Geography. 2016; 13 (47):-۲۱۱ ۲۲۹. [Persian] Available from: https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=266525

26- Pirbabaei M T, Nejad Ebrahimi A. Representing the Meaning of Urban Spaces in Ardabil in the Safavid Era Through Hall's Cultural Approach. Culture of Islamic Architecture and Urbanism Journal. 2018; 4 (1) :1-14 [Persian] Available from: http://ciauj-tabriziau.ir/article-1-213-fa.html

27- Daneshpour AH, Shiri E. Physical-Functional Components Comprising the Identity of Historical Texture of Iranian-Islamic City. Naqshejahan- Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2015; 5(1): 17-25. [Persian] Available from: http://journals.modares.ac.ir/article-2-8084-fa.html

28- Soheili J, Gol Baten Monfared K, Water Quality and Quantity in Iranian-Islamic Residential Architecture. Naqshejahan- Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2019; 8(4): 249-257. [Persian] Available from: https://journals.modares.ac.ir/article-2-31777-fa.html

29- Aghili Z, Bonyadi N. Revitalization in Contrast Between Gentrification and Persisting Residents Approachcase Study: Ouchdokan Quarter. Hoviateshahr. 2019; 13 (38): 81-92 [Persian] Available from: http://hoviatshahr.srbiau.ac.ir/article_14523.html

30- Hashemi F, Heidari SH. Evaluation of Climatic Performance of Winter Yards in Cold Climates (Case Study: Ardebil). Journal of Architecture and Urban Planning. 2011; 3(6): 139-۱۵۴. [Persian] DOI:10.30480/AUP.2011.177

31- Ghanghermeh A, Roshan GH, Shahkooeei S. The Review of Determining the Thermal Comfort Base Temperature in Different Climatic Regions in Order to Calculate the Required Degree-Day Index for Cooling and Heating. Scientific- Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR). 2018; 27(105): 127 – 143. [Persian] DOI:10.22131/SEPEHR.2018.31481

32- Gilani S, Mohammad Kari B, Investigation of Greenhouse's Thermal Performance in Residential Buildings of Cold Climate Case Study: City of Ardebil. Modares

9- Jencks C, Kropf K. Theories and Manifestoestoes of Contemporary Architecture (2nd ed.). West Sussex. UK:Wiley; 2007. [English] ISBN:978-0470014691

10- Daneshpour SA, Lotfi AR. Analysis and Evaluation of Urban Ecology Rehabilitation with Emphasis on Urban Metabolism. Journal of Ecology. 2016; 6(7): 377-386. [English] DOI: 10.4236/oje.2016.67036

11- Moztarzadeh H, Hodjati V. Analysis on Formation of Sustainable Urban Development Paradigm .Journal of Urban Landscape Research. 2015; 1(2): 79-89. [Persian] Available from: https://www.Magiran.com/p1356662

12- Daneshgar Moghaddam G, Bahrainy H, Einifar AR. An Investigation on Sociability of the Spaces Based on Perception of Nature in the Built Environment. HONAR-HA-YE-ZIBA. 2011; 3(45): 25-35. [Persian] Available from: https://jfaup.ut.ac.ir/article_24682.html

13- Khatibi M R. The Effect of Behavioral Pattern for Regeneration of Urban Environment Identity in Urban Designed Interventions (Case Study: Entrance Area of Sanandaj). HoviatShahr. 2013; 7 (13): 63- 73. [Persian] Available from: http://hoviatshahr.srbiau.ac.ir/article_1943.html

14- Mahdavinejad M. Designerly Approach to Energy Efficiency in High-Performance Architecture Theory. Naqshejahan- Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2020; 10 (2): 1-9. [Persian] Available from: http://journals.modares.ac.ir/article-2-41547-fa.html

15- Toofan S, Traditional Houses Construction with Beautiful Court Yards. Bagh-e Nazar. 2007; 3(6): 72-81. [Persian] Available from: http://www.bagh-sj.com/article_637.html

16- Zare Mohazabie A, Shahcheraghi A, Heydari Sh. Indoor Environmental Quality with an Emphasis on Thermal Comfort in Traditional Houses, Case studies: Two Qajar Houses in Shiraz, Journal of Iranian Architecture Studies. 2016; 1(9): 85-100. [Persian] Available from: http://jias.kashanu.ac.ir/article-1-1018-fa.html

17- Mahdinejad J, Zarghami I, Seyedeh Ashraf S, The Relationship between Human & Nature in Iranian Paradise from Islamic Architecture Viewpoint, Naqshejahan- Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2015; 5 (1): 27-41. [Persian] Available from: http://journals.modares.ac.ir/article-2-3886-fa.html

18- Ghasemzadeh M, Aliyev F, Hasanova A. Silk Road, an Expression of Green Architecture "Sustainability and Confilict with Climate Change in Architecture and Urbanization of Tourism Areas". Naqshejahan- Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2018; 8(1): 57-69. [Persian] Available from: http://journals.modares.ac.ir/article-2-15880-fa.html

19- Akrami G , Alipour L. The Role of Vernacular Materials in Sustainable Architecture: An Environmental Viewpoint. Housing And Rural Environment. 2017; 35(156): 29-48. [Persian] Available from: http://jhre.ir/article-1-140-fa.html

20- Habibi M. Wild Nature Against Artificial Nature. Manzar. 2014; 5 (25): 26-27. [Persian] Available from: http://www.manzar-sj.com/article_5040.html

www.SID.ir

Archive of SID

Mechanical Engineering. 2011;11(2): 147-157. [Persian] Available from: http://journals.modares.ac.ir/article-15-1022-fa.html

33- Lashkari H, Pour Khadem Namin Z. Optimizing the Orientation of Free Spaces in Ardabil Based on Climatic Conditions. Geographical Researches. 2005; 20 (4): 19-36. [Persian] Available from: https://www.sid.ir/fa/Journal/ViewPaper.aspx?id=43540

34- Zohuri Qara Darwishlu R. Sustainable Economic Fields of Indigenous Iranian Architecture with a Case Study of Ardabil Historical Houses. Art Research Quarterly.2016; 3(9): 73-78. [Persian] Available from: magiran.com/p1703314

35- Afshari Basir N, Habib F, Mofidi Shemirani SM. The Role of Natural Elements in Yazd Vernacular Houses . Urban Management. 2017; 16(46): 297 - 306 [Persian] Available from: http://ijurm.imo.org.ir/article-1-1530-fa.html

36- Mohamadhoseini P, Javan Forouzande A, Jahani Dolataabad I , Heidari A. An Analysis of the Role of Social class's Lifestyle in the Pattern of Housing;Case Study: The late Qajar and Early Pahlavi Houses in Ardabil. Bagh-e Nazar. 2019; 16 (76): 31-44. [Persian] DOI:10.22034/BAGH.2019.138376.3667

37- Pourdeyhimi SH, Gosili B. A Study on the Thermal Indexes of Membranes in Building Envelope (The Case of Rural Areas of Ardebil). Housing And Rural Environment. 2015; 34(150): 53-70 [Persian] Available from: http://jhre.ir/article-1-368-fa.html

38- Gafaria A , Pashazadeh A, Agai V. Assessment and Prioritization of Urban Resilience against Earthquake (Case Study: Ardabil City and Its Four Regions). Journal of Geography and Environmental Hazards. 2017; 6(21): 45-65. [Persian] DOI:10.22067/geo.v6i1.48413

www.SID.ir