



Defining Sustainability Characteristics for Residential Buildings in Hot and Humid Climate (Case Study: Traditional Houses of Ahwaz)

ARTICLE INFO

Article Type

Original Research

Authors

Attarian K.*¹ PhD,
SafarAli Najar B.¹ MSc

How to cite this article

Attarian K, SafarAli Najar B. Defining Sustainability Characteristics for Residential Buildings in Hot and Humid Climate (Case Study: Traditional Houses of Ahwaz). Naqshejahan- Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2018;8(3):161-170.

ABSTRACT

All aspects of human life are related to environment and climate. The climate in many cases of human life has a significant impact, including architecture, food, clothing, customs and traditions. Undoubtedly, environmental comfort in built environment influenced by environmental and climatical conditions. Therefore, the man was forced to recognize the climatic conditions of their environment in order to use its facilities and dealing with it and confronting with it's difficult to fit. Now a day, the importance in the study of climate and its emphasis in architecture, led to studies and research in this field. This article aims to understand the principles of climatical and sustainable architecture houses in Ahwaz and its purpose is to extract repeatable features to achieve the goals of sustainable architecture that are used on them. By understanding the applicability of the extracted values that can be found in the architecture of the past, we can achieve the kind of architecture that works as good as the previous architecture and responders the needs of today's human. In this paper, examined the architectural climatical elements of residential buildings, Understanding the principles of design in warm and humid climate as the climate prevailing in this city, Introducing ten house of Ahwaz and finally, examined the hot and humid climatic architecture's principles in samples is discussed. For the purpose of this research, describe-analyze method and library studies and visits samples was used.

Keywords Sustainable Architecture; Climatic Architecture Principles; Hot and Humid Climate; Houses of Ahwaz; Ahwaz

¹Architecture Department, Architecture & Urban Planning Faculty, Jundi-Shapur University of Technology, Dezful, Iran

*Correspondence

Address: Architecture Department, Architecture & Urban Planning Faculty, Jundi-Shapur University of Technology, Dezful, Iran. Postal Code: 6461649869
Phone: +98 (61) 42428000
Fax: +98 (61) 42430422
attarian@jsu.ac.ir

Article History

Received: September 20, 2018
Accepted: October 10, 2018
ePublished: December 20, 2018

CITATION LINKS

[1] Climatical design [2] Stablishment of optimum designing pattern in buildings roof shape based on energy loss [3] Human, nature and architecture [4] Architecture in context-inspiration of contextualism in designs [5] Asbads; The oldest windmills of the world [6] The relationship between sustainable development environmental architecture and climatical design in mountain climate, case study, Masuleh town [7] Establishing principles and a model for sustainable construction [8] Taking Shape: A New Contract between Architecture and Nature [9] A primer on sustainable building [10] Rural Studio: Samuel Mockbee and an Architecture of Decency [11] Patterns of sustainability in hot arid zone architecture of Iran [12] Sustainable development and its concept in housing architecture of Iran [13] Climatic design: energy-efficient building principles and practices [14] The role of climate in composition of contemporary buildings, case study: Houses of Qajar era in Dezful [15] Sustainable design on the basis of hot and humid climate [16] Introducing Iranian Housing Architecture Court Yard Typology [17] Search In identity Ahvaz City [18] The Quality of Light-Openings in Iranian Domes (With the Structural Approach)

تبیین معیارهای پایداری اقلیمی در ابنیه سکونت اقلیم گرم و مرطوب (نمونه موردی: خانه‌های سنتی اهواز)

کورش عطاریان * PhD

گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه صنعتی جندی شاپور، دزفول، ایران

بهناز صفرعلی‌نجار MSc

گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه صنعتی جندی شاپور، دزفول، ایران

چکیده

تمام ابعاد زندگی انسان با ساختار محیط اقلیمی او در ارتباط است. اقلیم بر بسیاری از موارد مانند شکل معماری، نوع خوراک، پوشاک و حتی آداب و رسوم تاثیر می‌گذارد. بدون شک آسایش زیستی در محیط مصنوع انسان تحت تاثیر شرایط محیطی و اقلیمی است. بنابراین انسان ناگزیر به شناخت شرایط اقلیمی محیط خود به‌منظور استفاده از امکانات و مواجهه با آن در شرایط سخت برای سازگاری است. امروزه اهمیت مطالعه اقلیم و بررسی اهمیت آن در معماری، منجر به انجام مطالعات و پژوهش‌هایی در این زمینه شده است. این مقاله در پی درک اصول حاکم بر معماری خانه‌های اهواز به‌عنوان یک معماری اقلیمی بوده است و هدف آن استخراج ویژگی‌های قابل تکرار در راستای دستیابی به اهداف معماری پایدار اقلیمی بود. با فهم کاربردی بودن ارزش‌های استخراج شده می‌توان به‌گونه‌ای از معماری دست یافت که به‌خوبی معماری گذشته و نیز پاسخگوی نیازهای انسانی امروز است. در این پژوهش، به بررسی عناصر معماری اقلیمی بناهای مسکونی، شناخت اصول طراحی در اقلیم گرم و مرطوب به‌عنوان اقلیم حاکم در این شهر، معرفی ده خانه از اهواز و در نهایت به بررسی اصول معماری همساز با اقلیم گرم و مرطوب در نمونه‌های موردی پرداخته شد. روش تحقیق، توصیفی-تحلیلی بود و از مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی مانند بازدید و حضور در بنا استفاده شد. براساس پژوهش حاضر در مورد شش اصل پایداری در ده خانه، مواردی از قبیل نوع یافت، نسبت فضای خالی و پر، ایوان، درون‌گرایی، عناصر ایجاد سایه و المان‌های سبز، جهت‌گیری، تهویه طبیعی، مصالح بومی در معماری اقلیمی آنها تاثیرگذار بوده‌اند.

کلیدواژه‌ها: معماری پایدار، معماری همساز با اقلیم، اقلیم گرم و مرطوب، خانه‌های اهواز، اهواز

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۱۷

*نویسنده مسئول: attarian@jsu.ac.ir

۱- مقدمه

طبق گفته تادائو آندو "از میان فضاهای پیرامون، خانه بلافاصله‌ترین فضای مرتبط با آدمی است که به‌طور روزمره از او تاثیر می‌گیرد و بر او تاثیر می‌گذارد. اولین فضایی است که آدمی احساس تعلق فضایی را در آن تجربه می‌کند. مجموعه حواس پنج‌گانه به‌طور دائمی سرتاسر آن را طی می‌کند و در مدت کوتاهی بدان خو می‌گیرد. خانه تنها مکانی است که اولین تجربه‌های بی‌واسطه با فضا در انزوا و جمع در آن صورت می‌گیرد. خلوت با خود، همسر و فرزندان و دیگران، همه و همه بی‌تعرض غیر در آن ممکن می‌شود". از این رو توجه به محیطی که آسایش انسان را فراهم آورد اهمیت پیدا می‌کند. کاربرد مفاهیم پایداری در جهت کاهش اتلاف انرژی و آلودگی محیط زیست در معماری، مبحثی به نام معماری پایدار را به وجود آورده است. در این نوع معماری، ساختمان نه تنها با شرایط اقلیمی منطقه خود را تطبیق می‌دهد، بلکه ارتباط متقابلی با آن برقرار می‌کند. به‌طوری که براساس گفته ریچارد راجرز "ساختمان‌ها مانند پرندگان هستند که در زمستان پره‌های خود را پوش داده و خود را با شرایط جدید محیط وفق می‌دهند و براساس آن سوخت‌وسازشان را تنظیم می‌کنند" [1].

فصلنامه علمی-پژوهشی نقش جهان

رشد مصرف در جوامع امروزی علاوه بر تشدید خطر اتمام سریع منابع فسیلی جهان را با تغییرات تهدیدآمیزی مواجه نموده است؛ از این رو در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌های بین‌المللی، در راستای توسعه پایدار جهانی، بهره‌گیری هر چه بیشتر از منابع تجدیدپذیر و انرژی‌های پایدار اهمیت ویژه یافته است [2]. بادگیرها، سایبان‌ها و نورگیرها در ساختمان جای خود را به تاسیسات گرمایشی و سرمایشی دادند. به این ترتیب تکنولوژی آسایش و راحتی روزافزونی را برای انسان فراهم کرده است. در نتیجه هجوم شهرنشینی بسیاری از زمین‌های طبیعی و جنگل‌ها دستخوش تغییرات شده است. برای تردد، ساخت‌وساز، سرمایش و گرمایش مصرف انرژی افزایش یافته و در نتیجه آلودگی هوا و آلودگی صوتی بیشتر شده است. شهرها انرژی را مصرف کرده و به جای آن زیاده و آلودگی ایجاد می‌کنند. در نتیجه با پیشرفت صنعت نیاز به بهره‌برداری از منابع طبیعی نیز بیشتر شده، به نحوی که بهره‌برداری غیرمنطقی از منابع طبیعی منجر به نابودی آنها می‌شود. برای ادامه زندگی در این چرخه احتیاج انسان به انرژی بیشتر شده ولی اکنون در مرحله‌ای قرار داریم که منابع انرژی رو به اتمام هستند. با این نگرش و لزوم کاهش مشکلات، ایجاد ساختمان‌های سبز و در عین حال پایدار با توجه به مشکلات زیست‌محیطی که وجود دارد برجسته می‌شود [3].

انسان همواره در طول تاریخ سعی می‌نماید به‌منظور ایجاد سرپناهی امن برای سکونت، آن را با محیط پیرامون خود هماهنگ سازد درک محیط به وضوح مراحل طراحی، از جمله جهت قرارگیری نسبت به خورشید و چگونگی قرارگیری ساختمان در محل و حفظ محیط پیرامون و دسترسی مجموعه نقلیه و پیاده می‌شود. برای این منظور، شناختن اقلیم نیز ضروری به نظر می‌رسد [4]. ارزش‌های فرهنگی معماری ایرانی گنجینه‌های گرانبه‌ای از آموزه‌هایی است که از نسل‌های گذشته به یادگار مانده‌اند و باید به نسل‌های آینده انتقال یابد. ایران سرچشمه بسیاری از علوم و فناوری‌ها در جهان بوده است [5]. روش مقابله با شرایط سخت محیطی و اقلیمی از نمونه‌های بارز گنجینه معماری ایران در معماری گذشته است. مبانی معماری ایران از طبیعت و نیروهای آن اخذ شده (آب، نور، خاک و باد) و قویاً متن‌گرا، زمین‌مدار و جزء لاینفک محیط است [6]. بنابراین هدف از این پژوهش، بررسی خانه‌های مسکونی اهواز است که جزء اقلیم گرم و مرطوب بوده، این پژوهش به دنبال شناخت عناصر معماری اقلیمی خانه‌های اهواز در دو دوره تاریخی قاجار و پهلوی به‌منظور بازیابی این عناصر و دست‌یافتن به معماری برای پاسخ‌گویی به نیازهای امروز انسان‌ها و تامین آسایش آنها است.

۲- نوآوری پژوهش

خانه‌های سنتی اهواز تاکنون مورد بررسی جامعی قرار نگرفته و تنها شاید بخش تزیینات آنها بررسی شده‌اند. همچنین با توجه به اهمیت معماری پایدار و ضرورت الگوگرفتن از الگوهای معماری سنتی مخصوصاً در زمینه‌های اقلیمی، در این مقاله عوامل پایداری اقلیمی خانه‌های قدیمی و شاخص اهواز معرفی، بررسی و تجزیه و تحلیل شدند.

۳- معماری پایدار اقلیمی

مفهوم پایداری در معماری، به شرایط اقلیمی، طبیعی و موقعیت مکانی ساختمان در تعریف معماری توجه ویژه‌ای دارد و به کاهش مصرف منابع طبیعی و انرژی با به‌کارگیری همساز محیط و بنا با یکدیگر و استفاده از مصالح قابل بازیافت و انرژی‌های

روحی و جسمی ساکنان از اهمیت خاصی برخوردار است.
همهانگی با سایت: بنا باید با ملایمت در زمین سایت خود قرار گیرد و با محیط اطراف سنخیت داشته باشد.

کل‌گرایی: تمام اصل معماری پایدار باید در یک پروسه کامل که منجر به ساخته‌شدن محیط زیست سالم می‌شود، تجسم یابد^[12]. کل‌گرایی نشان‌دهنده این امر است که ساختمان در محله و شهر نقش عضوی از بدن را ایفا می‌کند که همهانگ با کل ساختار بدن به حیات خود ادامه می‌دهد.

۴- بررسی اصول معماری همساز با اقلیم گرم و مرطوب

لازمه طراحی صحیح اقلیمی، تحت هر شرایط آب و هوایی، تجزیه و تحلیل آمارهای هواشناسی و نیازهای آسایش انسان است. اولین بار ویکتور و آلدراولگی به‌صورت علمی شرایط رطوبتی و حرارتی را در رابطه با احتیاجات انسان و طراحی اقلیمی مطرح نمودند^[13].

توجه به اقلیم و بوم یکی از مهم‌ترین مسایل در طراحی مسکن در گذشته محسوب می‌شده که از نمونه‌های آن می‌توان به فرم حیاط مرکزی یا توجه به باد اشاره نمود به عبارت دیگر عوامل تسریع‌کننده جریان هوا، مانند فرم بام بخشی از تدابیر اقلیمی موجود در معماری بومی ایران و نشان از حکمت معماری بومی نیز هستند^[14].

در مناطق گرم و مرطوب به‌دلیل شدت زیاد آفتاب در سمت شرق و غرب، فرم ساختمان باید کشیده باشد و به شکل مکعب مستطیلی در امتداد محور شرقی- غربی در آید. این فرم، از نظر ایجاد کوران در داخل ساختمان و کاهش رطوبت هوای داخلی نیز بسیار مناسب است. اگر در این مناطق ساختمان در سایه کامل قرار گیرد، پلان آن می‌تواند آزاد و باز باشد. عدم اختلاف حرارت میان داخل و بیرون ضرورت بازبودن بازشوها و ظرفیت حرارتی مناسب مصالح را طلب می‌کند^[15].

به‌طور کلی فرم بنا در این کرانه ساختمان‌ها به‌صورت حیاط مرکزی و نیمه‌درون‌گرا، حداکثر استفاده از سایه و کوران هوا، ارتفاع اتاق‌ها زیاد و پنجره‌ها بلند و کشیده، ایوان‌ها وسیع و مرتفع، عدم وجود زیرزمین، طاق‌ها غالباً مسطح است. در این مناطق اکثر ساختمان‌ها نیمه‌درون‌گرا هستند و اتاق‌ها در اطراف یک حیاط مرکزی قرار دارند. ارتباط آنها با فضای خارج کاملاً بسته نیست و پنجره‌های بلند و مرتفع و ایوان‌های وسیع رو به فضای کوچک یا میدان در طبقات دوم و به‌ویژه سوم ساختمان دارند. ایوان در این مناطق از سایر نواحی ایران بزرگ‌تر است و فضای بسیار مهمی در ساختمان محسوب می‌شود. غالباً در دورتادور حیاط مرکزی و همچنین در یک یا دو سمت خارج بنا ایوان‌های وسیع و مرتفع وجود دارد^[13].

۴-۱- خانه در اهواز

شکل بناها در این مناطق به‌شدت از شرایط اقلیمی تبعیت می‌کند به‌طوری که جهت‌گیری کلی بافت بنا در جنوب ایران با توجه به وزش باد مناسب (جنوب، شمال غرب و جنوب غرب) است. به‌طور کلی می‌توان سه نوع بافت، متراکم، نیمه‌متراکم و باز را در هر یک از شهرهای این منطقه به‌گونه‌ای مشاهده کرد.

نحوه استقرار و سازماندهی بناهای مسکونی موجود در این منطقه به چند گونه است:

- ۱) فضاها در یک جبهه حیاط سازماندهی شده‌اند.
- ۲) فضاها در دو جبهه حیاط و روبه‌روی هم قرار گرفته‌اند.
- ۳) فضاها در دو طرف حیاط و به‌صورت عمود بر هم (L)

تجدیدپذیر اشاره می‌کند.

معماری پایدار مانند سایر مقولات معماری، دارای اصول و قواعد خاص خود است و این سه مرحله را در بر می‌گیرد:

- ۱) صرفه‌جویی در منابع
- ۲) طراحی برای بازگشت به چرخه زندگی
- ۳) طراحی برای انسان

۳-۱- تعاریف معماری پایدار

معماری پایدار به قرن ۱۹ باز می‌گردد. جان راسکین (۱۹۰۰-۱۸۱۹م)، شاعر، فیلسوف، منتقد هندی و نویسنده انگلیسی (ویلیام موریس (نویسنده قرن ۱۹م) و ریچارد لتابی (از پیشگامان توسعه نهضت معماری پایدار در قرن ۱۹) از پیشگامان نهضت معماری پایدار محسوب می‌شوند. راسکین در کتاب "هفت مشعل معماری" خود می‌گوید که برای دستیابی به رشد و پیشرفت می‌توان نظم هارمونیک موجود در طبیعت را الگو قرار داد. موریس بازگشت به فضای سبز حومه شهر و خودکفایی و احیای صنایع محلی را توصیه می‌کرد.

اما به‌طور کلی تعاریف زیر را از معماری پایدار می‌توان مطرح کرد: "خلق محیط انسان‌ساخت و مدیریت متعهدانه آن بر مبنای اصول بوم‌سازگاری و بازدهی منابع، این اصول شامل به حداقل رساندن صرف منابع تجدیدناپذیر، ارتقا و بهبود شرایط محیط طبیعی و حداقل آسیب‌های بوم‌شناختی بر محیط هستند"^[7].

"تبیین رابطه متعادل‌تر و همزیستانه اثر معماری با محیط که بر کنش‌مندی خودآگاه اثر معماری نسبت به شرایط محیطی پی‌ریزی شده است"^[8].

براساس طرح سازمان همکاری اقتصادی و توسعه (OECD) بناهای پایدار، بناهایی تلقی می‌شوند که "کمترین تاثیرات مخرب را بر محیط‌های ساخته‌شده (مصنوعی) و طبیعی مجاور و بلافاصل خود و نیز ناحیه اطرافشان و همچنین زمینه کلی خود داشته باشند. ساختمان‌های پایدار به تمام چرخه حیات ساختمان، محیط با کیفیت، کارکرد مطلوب و آینده توجه می‌کند".

"طراحی پایدار و همگن، طرحی تلقی می‌شود که در آن هر جزء به‌عنوان بخشی از کل بزرگ‌تر به‌خوبی مورد توجه قرار گیرد"^[9].

"معماری پایدار دربردارنده آمیزه‌ای از ارزش‌های زیباشناختی، محیطی، اجتماعی، سیاسی و اخلاقی است"^[10].

"طراحی پایدار به مفهوم درونی و اساسی از مکان منتج خواهد شد. فرآیندی که به احیاشدن بیش از تحلیل‌بردن می‌انجامد و در واقع علم و هنر معماری برقراری ارتباطی مناسب بین محیط انسانی و جهان طبیعت است" (سیم ون دررین، معمار، نویسنده و معلم معاصر که بیش از ۴۰ سال سابقه کار در زمینه محیط زیست و معماری دارد)^[11].

۳-۲- اصول معماری پایدار

اصولی که لازم است رعایت شود تا یک ساختمان در زمره بناهای پایدار طبقه‌بندی شود به شرح زیر است:

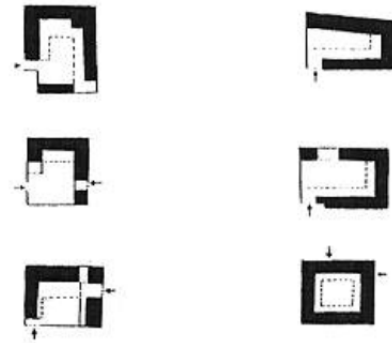
حفظ انرژی: بنا باید طوری ساخته شود که نیاز ساختمان به سوخت‌های فسیلی را به حداقل برساند.

همهانگی با اقلیم: بنا باید طوری طراحی شوند که با اقلیم و منابع انرژی موجود در محل احداث همهانگی داشته و کار کند.

کاهش استفاده از منابع جدید: ساختمان‌ها باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که میزان استفاده از منابع جدید را تا حد ممکن کاهش داده و در پایان عمر مفید خود برای ساختن بنای جدید، خود به‌عنوان منبع جدید به کار روند.

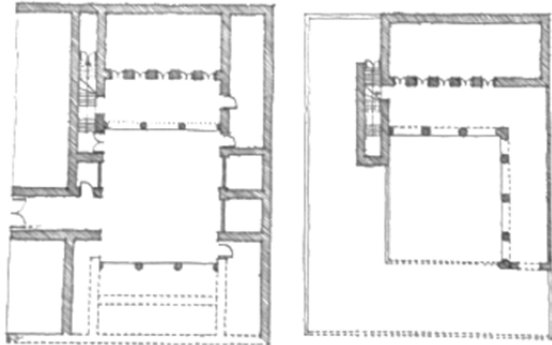
برآوردن نیازهای ساکنان: در معماری پایدار برآورده‌شدن نیازهای

۴) فضاها در سه طرف حیاط و به صورت (U) سازماندهی شده‌اند.
۵) فضاها در چهار جبهه حیاط ساخته شده‌اند (شکل ۱).



شکل ۱) نحوه سازمان‌دهی بناهای مسکونی موجود در این منطقه [13]

۲-۱-۵ - خانه فتحی
این بنا متعلق به دوره قاجار و دارای ساختار درون‌گرا و حیاط مرکزی، ایوانی دو طبقه در جبهه جنوبی و اتاق سهدری در پشت ایوان است، به نظر می‌رسد در گذشته جبهه غربی بنا به‌ویژه در طبقه دوم به ایوانی اختصاص داشته که ارتباط جبهه شمالی و جنوبی را تامین می‌کرد [17] (شکل‌های ۴ و ۵).



شکل ۴) پلان خانه فتحی [17]



شکل ۵) خانه فتحی (نویسندگان، ۲۰۱۴)

به دلیل شرایط اقلیمی گرم و مرطوب در این منطقه، معمولاً کف حیاط از واحدها پایین‌تر است تا فضاها از رطوبت و باران در امان باشند. از دیگر ویژگی‌های معماری این منطقه می‌توان به پنجره‌های بلند و مرتفع و ایوان‌های وسیع و سرپوشیده رو به فضای بیرون در طبقات دوم و بالاتر اشاره کرد که موجب ایجاد کوران هوا می‌شود. فضاهای بسته در این مناطق معمولاً از ارتفاع زیادی حدود ۴ تا ۵ متر برخوردارند که دلیل آن صعود گرمای هوا در فضای داخل و در نتیجه کاهش دمای هوا در ارتفاع پایین‌تر آن است [16].

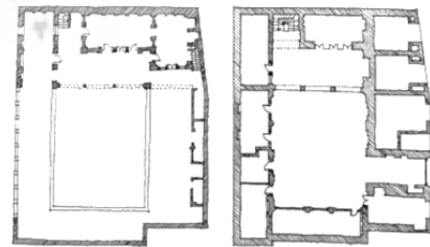
۵- معرفی خانه‌های اهواز

خانه‌های اهواز را می‌توان در سه دوره قاجار، اواخر قاجار- اوایل پهلوی و پهلوی دسته‌بندی کرد. در ادامه به معرفی خانه‌های این سه دوره می‌پردازیم.

۱-۱-۵ - خانه‌های دوره قاجار

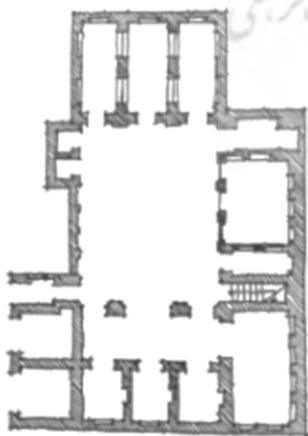
۱-۱-۵ - خانه دادرس

این بنا متعلق به دوره قاجار و دارای ساختار درون‌گرا حیاط مرکزی و سردابی در جبهه جنوبی است. بنا از یک ایوان زیبا در دو طبقه و اتاق سهدری با اتاق‌های گوشوار کنار ایوان تشکیل شده است که از وجود الگوی کامل یک خانه اعیانی حکایت می‌کند (شکل ۲، ۳).



شکل ۲) پلان خانه دادرس [17]

۳-۱-۵ - خانه هویزی
این بنا متعلق به دوره قاجار و دارای ساختار درون‌گرا و حیاط مرکزی است، بنا ایوانی واقع در ضلع جنوبی دارد. یک اتاق سهدری در ضلع شرقی و تالاری در ضلع شمالی بنا قرار دارد [17] (شکل ۶).



شکل ۶) پلان خانه هویزی [17]

۲-۵ - خانه‌های دوره اواخر قاجار- اوایل پهلوی

۱-۲-۵ - خانه خیابان سیروس

این بنا متعلق به اواخر قاجار و دارای الگوی حیاط مرکزی است و در شرایط کنونی فاقد ایوان است. هر چند به نظر می‌رسد جبهه



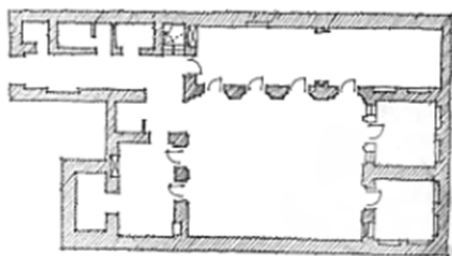
شکل ۳) خانه دادرس (نویسندگان، ۲۰۱۴)



شکل ۹) نمای خانه موسوی [17]

۵-۲-۳- خانه کارگهی

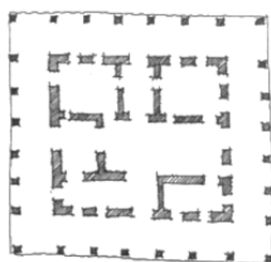
این بنا متعلق به اواخر قاجار و دارای ساختاری درون‌گرا است. این بنا علی‌رغم الگو و ساختار کاملاً سنتی، فاقد ایوان است. فضاها حول حیاط مرکزی و در سه جبهه شمالی، جنوبی و شرقی ایجاد شده‌اند و الگوی حاکم بر اتاق‌های مجموعه، الگوی سه‌دری و دو دری است [17] (شکل ۱۰).



شکل ۱۰) پلان خانه کارگهی [17]

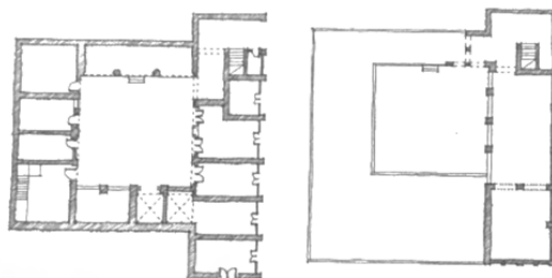
۵-۲-۲- عمارت شیخ خزعل

این بنا متعلق به اواخر دهه ۱۲۹۰ است و ساختاری درون‌گرا دارد. این بنا دارای رواق دور ستونی در بیرون بنا و دارای قوس‌ها و آرایه‌های آجری است. در وسط باغ کوشکی با الگوی کلاسیک تقسیمات فضایی خود، تأثیرات عمیقی از معماری غرب را القا می‌کند. استفاده از ریل‌های راه‌آهن در سقف بنا، نمودی از کاربرد مصالح جدید در معماری این دوره است و یادآور تاریخ بنا (همزمانی ساخت کوشک با ساخت اولین خط آهن توسط انگلیسی‌ها بین مسجد سلیمان و درخزین) است [17] (شکل‌های ۱۱ و ۱۲).



شکل ۱۱) پلان عمارت شیخ خزعل [17]

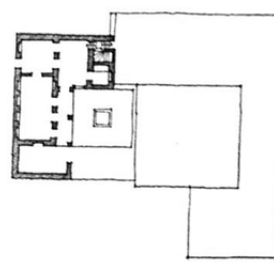
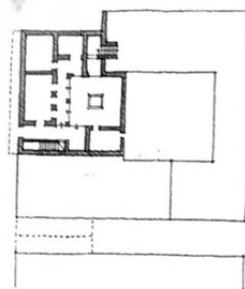
شمالی بنا، با توجه به هندسه فضا، فرم ستون‌ها و صفه موجود در زیر فضا، ایوانی بوده که در دوره‌های بعدتر پر شده و به‌عنوان اتاق مورد استفاده قرار گرفته است. کامل‌ترین نظام تقسیم قابل مشاهده در جبهه جنوبی است که یک دو دری (از الگوهای رایج اتاق در اواخر دوره قاجار) در وسط و دو دهانه با قوس‌های مرتفع‌تر در طرفین آن دیده می‌شود، که یکی به دالان ورودی راه می‌برد و دیگری احتمالاً دسترسی به فضاهای جبهه ی غربی را ممکن می‌ساخت. در همین جبهه در طبقه دوم مهتابی وسیعی قرار دارد که منظر آن از سمت حیاط با ریه نسبتاً بلندی کنترل شده است. این مهتابی در جهت غرب و شرق با فضاهای بسته تعریف شده است که به ایجاد فضای باز چشم نواز در بنا کمک نموده است [17] (شکل ۷).



شکل ۷) پلان خانه خیابان سیروس [17]

۵-۲-۲- خانه موسوی

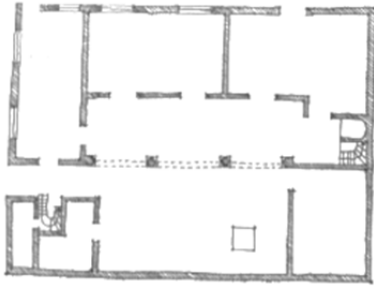
این بنا متعلق به اواخر قاجار و دارای ساختاری درون‌گرا با حیاط مرکزی است. در این بنا کاربرد وسیع آهن به چشم می‌خورد. دیگر ویژگی این بنا، فرم ساده‌شده ایوان و نیز تراس‌های رو به خیابان، تنوع سطوح شمال سرداب به‌صورت همکف، لایه میانی و طبقه اول، پیچیدگی نسبی ترکیب فضایی است. این بنا دو حیاط مجزا دارد. ایوان، تالار و بخشی از اتاق‌ها در جبهه شمال مطبخ و فضاهای خدماتی قرار گرفته‌اند. برجسته‌ترین جبهه بنا، جبهه جنوبی است که در چهار سطح مجزا (سه سطح روی زمین و یکی زیر آن) ارتباط دو حیاط بیرونی و اندرونی را نیز تأمین می‌کرد [17] (شکل‌های ۸ و ۹).



شکل ۸) پلان خانه موسوی [17]

۵-۳-۲- خانه سرخ مو

این بنا متعلق به اواخر قاجار- اوایل پهلوی است و ساختاری کاملاً درون‌گرا و حیاط مرکزی به فرم مستطیل دارد. ابعاد محدود زمین باعث شده که عمده فضاهای اصلی تقریباً در یک جبهه قرار گیرند. یک ایوان در این جبهه رو به حیاط است^[۱۷] (شکل ۱۴).

شکل ۱۴) پلان خانه سرخ مو^[۱۷]**۵-۳-۳- خانه مایپار**

این خانه متعلق به دوره پهلوی اول و دارای ساختار درون‌گرا و حیاط مرکزی است و نمای بیرونی کاملاً برون‌گرا و ساختار درونی کمتر سنتی دارد. نقش فرمی ایوان در این بنا کمرنگ‌تر شده و اتاق‌ها آمیزه‌ای از اتاق‌های سنتی تالار و سهدری و مدرن است. خانه دارای سرداب، حوض‌خانه‌ای در طبقه همکف و دو حیاط است^[۱۷] (شکل‌های ۱۵ و ۱۶).

در جدول شماره ۱ تمامی خانه‌ها به همراه دوره تاریخی و ویژگی‌های بررسی شده آنها نمایش داده شده است.



شکل ۱۵) پلان خانه مایپار



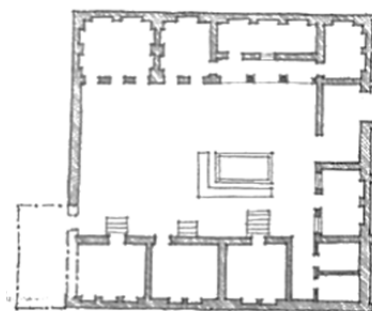
شکل ۱۶) حیاط خانه مایپار (نویسندگان؛ ۲۰۱۴)



شکل ۱۲) عمارت شیخ‌خزل

۵-۳-۳- دوره پهلوی**۵-۳-۱- خانه حیدری**

این بنا متعلق به اواخر قاجار- اوایل پهلوی است و ساختاری درون‌گرا و حیاط مرکزی دارد. کمرنگ‌شدن نقش ایوان و استفاده از آهن از جمله ویژگی‌های این بنا هستند. سالم‌ترین جبهه بنا، جبهه شمالی است که دارای یک ایوان ستون‌دار با ستون‌های گرد است. پشت این ایوان تالار، در شرق آن یک اتاق و در غرب دو اتاق دو دری و سهدری قرار دارد. جبهه غربی بنا مخروبه شده است. در جبهه شرقی فضاهای خدماتی و در جبهه شمالی چند اتاق مستقر است. ورودی بنا در گذشته دارای هشتی مربع مستطیل شکل بوده که در دوره‌های بعد با مداخلاتی جهت ورود ماشین تغییر یافته است^[۱۷] (شکل ۱۳).

شکل ۱۳) پلان خانه حیدری^[۱۷]

دوره تاریخی/ نام خانه‌ها	الگوی خانه		ساختار خانه					حیاط مرکزی دو حیاط**	حیاط یک حیاط	ایوان***	تالار	سهدری	دو دری	اتاق مدرن	زیرزمین****
	درون‌گرا	برون‌گرا													
قاجار															
خانه دادرس	✓	×	✓	×	✓	×	×	✓	×	×	×	×	×	×	✓
خانه فتحی	✓	×	✓	×	✓	×	×	✓	×	×	×	×	×	×	×
خانه هویزی	✓	×	✓	×	✓	×	×	✓	×	×	×	×	×	×	×
اواخر قاجار- اوایل پهلوی															
خانه خیابان سیروس	✓	×	✓	×	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
خانه موسوی	✓	×	✓	×	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	×	✓
خانه کارگی	✓	×	✓	×	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
عمارت شیخ‌خزعل	✓	×	✓	×	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
پهلوی															
خانه حیدری	✓	×	✓	×	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
خانه سرخ مو	✓	×	✓	×	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
خانه مایار	✓	×	✓	×	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	×	✓

* در این جدول به معرفی خانه‌ها براساس دوره‌های تاریخی آنها و عناصر آنها در ساختار خانه پرداخته شده است؛ ** دو خانه از ده خانه بررسی شده دو حیاط مرکزی دارند. یکی از حیاط‌ها در قسمت ورودی بنا و دیگری به صورت حیاط اندرونی بوده است. در حیاط تمامی خانه‌ها از المان‌های سبز (نخل، سدر) استفاده شده است؛ *** تمامی خانه‌ها دارای ایوان رو به حیاط‌ها هستند. این ایوان‌ها در خانه‌های دو طبقه تا طبقه دوم امتداد دارد؛ **** برخلاف تصور این که در این منطقه زیرزمین احداث نمی‌شود، این خانه‌ها دارای زیرزمین هستند (نویسندگان؛ ۲۰۱۴)

۶- تحلیل داده‌ها

عوامل موثر در معماری پایدار اقلیمی که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته‌اند را می‌توان در جدول‌های ۲ الی ۶ دسته‌بندی کرد، در این جدول‌ها اعداد بیانگر شماره عامل بررسی شده هستند و به هر عامل یک عدد اختصاص داده شده است. در جدول ۷ از دیاگرام‌هایی استفاده شده است که اعداد آنها بیانگر عدد اختصاص داده شده در جدول‌های ۲ الی ۶ هستند. پربودن هر خانه دیاگرام بیانگر دارابودن و سفیدبودن خانه‌های دیاگرام بیانگر این امر است که خانه مورد نظر آن فاکتور را ندارد.



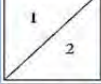

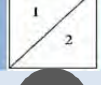

جدول ۵) عوامل موثر در برآوردن نیازهای ساکنان* (نویسندگان؛ ۲۰۱۴)

برآوردن نیازهای ساکنان	
۱	ایجاد فضای مصنوع با حداقل دخالت و تخریب در طبیعت
۲	توجه به دید و منظر و جلوه‌های بصری
۳	توجه به ارتباط درون و بیرون بنا
۴	احیا هویت فرهنگی و منطقه‌ای

جدول ۶) عوامل موثر در هماهنگی با سایت* (نویسندگان؛ ۲۰۱۴)

هماهنگی با سایت	
۱	طراحی همساز با بستر و امکانات وضع موجود
۲	مرتبط کردن بنا با متن محیط زیست محلی در چهارچوب توسعه پایدار

جدول ۷) دیاگرام اصول بررسی شده (نویسندگان؛ ۲۰۱۴)

دیاگرام‌های اصول بررسی شده	
حفظ انرژی	
هماهنگی با اقلیم	
کاهش استفاده از منابع جدید	
برآوردن نیازهای ساکنان	
هماهنگی با سایت	
کل‌گرایی	

جدول ۲) عوامل موثر در حفظ انرژی (نویسندگان؛ ۲۰۱۴)

حفظ انرژی*	
۱	الگوی سازمان‌دهی مطابق با اقلیم
۲	ضخامت مناسب جداره‌ها
۳	مصالح با ظرفیت حرارتی متوسط
۴	فضاهای زیرزمینی برای سرمایش و گرمایش طبیعی
۵	استفاده مناسب از روشنایی روز
۶	به‌کارگیری رنگ‌های روشن در مناطق گرم
۷	المان‌های سبز مانند درختان و گیاهان
۸	ابزار سایه‌اندازی

جدول ۳) عوامل موثر در هماهنگی با محیط* (نویسندگان؛ ۲۰۱۴)

هماهنگی با اقلیم	
۱	جهت‌گیری مناسب بنا مطابق با اقلیم
۲	جهت‌گیری مناسب ایوان
۳	جانمایی فضاهای داخلی ساختمان
۴	استفاده از بافت پراکنده در مناطق گرم و مرطوب
۵	استفاده از پدیده دودکشی برای سرمایش ایستا
۶	تامین کوران طبیعی هوا و سایه
۷	ایوان‌ها وسیع و مرتفع
۸	سازماندهی فضاها متناسب با اقلیم

جدول ۴) عوامل موثر در کاهش استفاده از منابع جدید* (نویسندگان؛ ۲۰۱۴)

کاهش استفاده از منابع جدید	
۱	به‌کارگیری مصالح بومی
۲	به‌کارگیری مصالح بادوام و قابل بازیافت

از دیگر عناصر این خانه‌ها، ایوان است که تمامی خانه‌ها این عنصر را دارند. شکل این ایوان‌ها اکثراً به صورت ایوان‌های بلند و مرتفعی است که تا طبقه دوم بنا امتداد دارند. با توجه به این که تمامی خانه‌ها به صورت درون‌گرا هستند، استفاده از ایوان پاسخ‌گوی

*در جدول ۳ عوامل بررسی‌شده در اصل اول معماری پایدار اقلیمی یعنی حفظ انرژی، مشخص شده‌اند. به هر ستون عددی اختصاص داده شده است که این اعداد بیانگر شماره آنها در هشت‌ضلعی جدول شماره ۸ هستند.

*در جدول ۴ عوامل بررسی‌شده در اصل دوم معماری پایدار اقلیمی یعنی هماهنگی با اقلیم، مشخص شده‌اند. به هر ستون عددی اختصاص داده شده است که این اعداد بیانگر شماره آنها در هشت ضلعی جدول شماره ۸ است.

*در جدول ۵ عوامل بررسی‌شده در اصل سوم معماری پایدار اقلیمی یعنی کاهش استفاده از منابع جدید مشخص شده‌اند. به هر ستون عددی اختصاص داده شده است که این اعداد بیانگر شماره آنها در چهارضلعی جدول شماره ۸ هستند.

*در جدول ۶ عوامل بررسی‌شده در اصل چهارم معماری پایدار اقلیمی یعنی برآوردن نیازهای ساکنان، مشخص شده‌اند. به هر ستون عددی اختصاص داده شده است که این اعداد بیانگر شماره آنها در چهارضلعی جدول شماره ۸ است.

*در جدول‌های ۷ تا ۹ عوامل بررسی‌شده در اصل پنجم معماری پایدار اقلیمی یعنی هماهنگی با سایت، مشخص شده‌اند. به هر ستون عددی اختصاص داده شده است که این اعداد بیانگر شماره آنها در چهارضلعی جدول شماره ۸ است.

نیازهای ساکنان به تهویه طبیعی، روشنایی روز، سایه، دید و منظر و توجه به ارتباط بیرون با درون بنا برای است. حضور نور در آثار معماری، در طول دوره‌های مختلف تاریخی (پیش از اسلام و پس از ورود آن به ایران) چه از جنبه عملکردی نور که عاملی برای روشنایی و حیات‌بخشی در فعالیت‌های روزانه بوده است و چه از جهت اهمیت آن در مباحث اعتقادی انسان‌ها [18].

در مطالعه حاضر نسبت فضای خالی به فضای پر با توجه به اقلیم بررسی شد. البته نوع خانه از نظر سطح اجتماعی (اعیانی، متوسط یا فقیر) در نسبت فضای خالی به فضای پر این خانه‌ها تاثیرگذار بوده است. در این جدول نسبت فضای خالی به فضای پر به تقسیم شده و حاصل آن به صورت درصد ارایه شده است (جدول ۱).

در زیر به جداول ۲ الی ۶ به‌منظور معرفی عواملی بررسی‌شده در شش اصل معرفی‌شده در معماری پایدار اقلیمی پرداخته می‌شود. عوامل معرفی‌شده طبق بررسی‌های انجام‌شده در مورد اصول معماری پایدار اقلیمی هستند. لازم به تذکر است که اصل ششم یعنی کل‌گرایی در این جداول عامل جزئی ندارند، زیرا کل‌گرایی به معنی هماهنگی مجموع عوامل جداول ۲ الی ۶ در کنار هم و هماهنگی با منطقه و سپس شهر است. به این معنی که ساختمان همانند عضوی از بدنه شهری به‌خوبی نقش خود را ایفا می‌کند (جدول ۲).

جدول ۸) بررسی عوامل پایداری اقلیمی و نمود معماری آنها در نمونه‌های موردی (نویسندگان: ۲۰۱۴)

موارد معماری پایدار	خانه‌ها									
	خانه دادرسی	خانه فتنی	خانه هویزی	خانه خیابان سیروس	خانه موسوی	خانه کارگهی	عمارت شیخ‌خزل	خانه حیدری	خانه سرخ مو	خانه مایار
حفظ انرژی										
هماهنگی با اقلیم										
کاهش استفاده از منابع جدید										
برآوردن نیازهای ساکنان										
هماهنگی با سایت										
کل‌گرایی										

*در جدول ۹ نسبت مساحت فضای خالی و فضای پر بررسی شده است. برای رسیدن به این امر، برای مثال، مساحت فضای پر به فضای کل (مجموع فضای خالی و پر) تقسیم شده و حاصل آن به صورت درصد بیان شده است. $(\text{فضای کل} / \text{فضای خالی}) \times 100$.

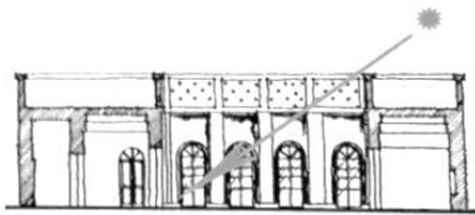
از محدودیت‌های مطالعه حاضر نبودن اطلاعات معماری دقیق از فرم اولیه بناها بود زیرا بخشی از خانه‌های مورد بررسی تخریب شده‌اند و نقشه‌های دقیقی از تعدادی از قسمت‌های بناهای آنها در اختیار مولفان نبوده است.

پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی مباحث پایداری به‌طور جزئی‌تر، همانند تحلیل انرژی این گونه ابنیه تاریخی و بومی ایران که تعداد اندکی از این گونه اقلیمی باقی مانده است، پرداخته شود. بناهای حاضر به‌علت اقلیم خاص منطقه شاخصه‌های معمارانه خاصی را در خود جای داده‌اند که با توجه به فرسودگی این بناها مستندنگاری

جدول ۹) بررسی مساحت فضای پر و خالی در نمونه‌های موردی* (نویسندگان: ۲۰۱۴)

دوره تاریخی/نام خانه‌ها	نسبت فضای پر (%)	نسبت فضای خالی (%)
قاجار		
خانه دادرسی	۷۰	۳۰
خانه فتنی	۷۰	۳۰
خانه هویزی	۷۵	۲۵
اواخر قاجار- اوایل پهلوی		
خانه خیابان سیروس	۷۵	۲۵
خانه موسوی	۸۰	۲۰
خانه کارگهی	۷۰	۳۰
عمارت شیخ‌خزل	۶۰	۴۰
پهلوی		
خانه حیدری	۶۵	۳۵
خانه سرخ مو	۷۵	۲۵
خانه مایار	۶۵	۳۵

تبیین معیارهای پایداری اقلیمی در ابنیه سکونت اقلیم گرم و مرطوب (نمونه موردی: خانه‌های سنتی اهواز) ۱۶۹ است که در این اقلیم در حال گریز از آن هستند، می‌شد که معماران فرهیخته آن دوران با بلندتر کردن ارتفاع جبهه مقابل آن فضا و گاهی با استفاده از جان‌پناه‌های بلند به مقابله با این مشکل پرداخته‌اند (شکل‌های ۱۷ و ۱۸).



شکل ۱۷) برش از خانه کارگهی؛ نمایش عمق نور



شکل ۱۸) نما برش از خانه فتیح؛ نمایش ایوان‌ها^[۱۴]

۱۳) در پلان خانه‌ها، فضاهای خدماتی در قسمت‌هایی قرار دارند که بیشترین میزان تابش وجود دارد. بدین طریق از این جبهه‌ها استفاده شده است.

۱۴) نسبت آگاهانه و هدفمند فضای بسته به فضای باز در معماری بومی از دیگر عوامل موثر در حفظ انرژی است (در خانه‌های مورد مطالعه پژوهش، با توجه به جدول شماره ۹، نسبت فضاهای پر بین ۶۰ تا ۸۰ و فضاهای خالی بین ۴۰ تا ۲۰٪). این امر بیانگر توجه به فضاهای پر و خالی با توجه به اقلیم است.

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

تاییدیه اخلاقی: این مقاله حاصل کار مشترک نویسندگان مقاله است.

تعارض منافع: نویسندگان اعلام می‌دارند هیچ گونه تعارض منافی وجود ندارد.

سهم نویسندگان: کوروش عطاریان (نویسنده اول)، نگارنده مقدمه/اروش‌شناس/پژوهشگر اصلی/نگارنده بحث (۶۰٪)؛ بهناز صفرعلی نجار (نویسنده دوم)، نگارنده مقدمه/پژوهشگر کمکی/نگارنده بحث (۴۰٪)

منابع مالی: موردی از سوی نویسندگان گزارش نشده است.

منابع

- 1- Mahmoodi MM. Climatical design. 1st Edition. Tehran: Tehran University Press; 2009. [Persian]
- 2- Mahdaveinejad MJ, Badri N, Fakhari M. Stablishment of optimum designing pattern in buildings roof shape based on energy loss. Naqshe-Jahan. 2014;3(2):35-42. [Persian]
- 3- Dariush B. Human, nature and architecture. 1st Edition. Tehran: Science and Knowledge Press; 2010. [Persian]
- 4- Mahdaveinejad MJ, Bemanian MR, Molaei M. Architecture in context-inspiration of contextualism in designs. Naqshe-Jahan. 2011;1(1):21-34. [Persian]

نتیجه‌گیری

در این پژوهش سعی شد تا ویژگی‌های اقلیمی معماری سنتی اهواز در ده خانه از خانه‌های واجد ارزش از دوره‌های قاجار تا پهلوی این شهر بررسی شود، تا بدین طریق به ارتباط معماری گذشتگان در جهت استفاده بهینه از انرژی و پایداری اقلیمی دست یافت. با توجه به بررسی‌های انجام شده در این پژوهش، یافته‌های حاصل را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

۱) با توجه به نتایج جدول شماره ۸، در مورد عوامل شش‌گانه تاثیرگذار در معماری پایدار اقلیمی، می‌توان گفت که ده خانه مورد نظر با توجه به دارا بودن اکثریت عوامل دارای معماری پایدار از لحاظ اقلیمی هستند.

۲) بافت خانه‌ها وضعیتی مناسب (نیمه‌متراکم) دارد.

۳) درون‌گرا بودن خانه‌ها از نظر اقلیمی متناسب با اقلیم گرم و مرطوب اهواز است.

۴) مساله مهم دیگری که با توجه به گرمای هوا بسیار مورد توجه واقع شده ایجاد کوران و بهره‌گیری از سایه است. از ایوان خانه‌ها برای سایه‌اندازی و بهره‌گیری از روشنایی روز به صورت مطلوب استفاده شده است. راهکار دیگری که در بناها برای ایجاد سایه و جلوگیری از تابش نور خورشید روی سطوح مورد استفاده بوده است، تزیینات آجری (خوونچینی و فریز؛ خوونچینی کاربرد تزیینی آجر است که از ضخامت آن در ایجاد انواع گره‌های تزیینی نما استفاده می‌شود. به عبارت بهتر، خوونچینی آرایش ساختمان به صورت آمود است) است که علاوه بر ایجاد تنوع، جذابیت و افزایش غنای بصری در بدنه‌های بافت، کاربرد اقلیمی مطلوبی دارند.

۵) به دلیل رطوبت منطقه باید از تهویه طبیعی استفاده شود، به این منظور در این خانه‌ها از ایوان‌های رو به حیاط استفاده شده که این ایوان‌ها در جبهه اصلی بنا اکثراً به صورت دو طبقه است.

۶) در تمامی خانه‌ها به جز خانه مایپار و عمارت شیخ‌خزعل، به منظور احیا هویت فرهنگی و منطقه‌ای از مصالح و عناصر بومی استفاده شده است. در عمارت شیخ خزعل به دلیل شرایط و تغییرات چشمگیر آن دوره (احداث راه آهن) برای نمایش قدرت خود از مصالحی چون آهن در خانه استفاده شده است.

۷) ساختمان‌ها به گونه‌ای ساخته شده‌اند که حداکثر هماهنگی با محیط را از لحاظ مصالح، بافت، محصوریت زمین و هماهنگی با آن را داشته باشند.

۸) جهت‌گیری تمامی خانه‌ها به صورت صحیح و مطابق با جهت خورشید و باد مناسب است.

۹) به منظور تامین نیازهای ساکنان، از حیاط، المان‌های سبز، حوض و نیز ایوان‌هایی استفاده شده است که ارتباط بصری و نیازهای روحی ساکنان تامین شود.

۱۰) خانه‌ها از لحاظ دسترسی‌ها به معابر، موقعیت شهری و تراز خط آسمان آن با سایر بناها و نیز نسبت به شهر دارای هماهنگی کامل است به طوری که اغلب از دو طبقه تجاوز نمی‌کنند.

۱۱) تمامی خانه‌ها به صورت نمایشگاهی از بازی با فضاها و پیچیدگی و ترکیب آنها و به رخ کشیدن توانایی معماری دوره خود هستند.

۱۲) تغییر الگوی سهدری به دو دری که در برخی از خانه‌ها مشاهده شد، از لحاظ اقلیمی باعث ایجاد مشکلاتی با توجه به ورود نور خورشید تا عمق بیشتر در فضاها و ایجاد گرما که خود از عواملی

- Islamic Azad University Ardestan Branch; 2006. [Persian]
- 12- Zandieh M, Parvardinejad S. Sustainable development and its concept in housing architecture of Iran. *J Hous Rural Environ*. 2010;29(130): 2-21. [Persian]
- 13- Watson D. Climatic design: Energy-efficient building principles and practices. Qobadian V, Feiz Mahdavi M translators. 11th Edition. Tehran: Tehran University; 2009. [Persian]
- 14- Mahdavinehad MJ, Masnsourpour M, Masudinejad M. The role of climate in composition of contemporary buildings, case study: Houses of Qajar era in Dezful. *Hoviat shahr*. 2016;10(26):61-74. [Persian]
- 15- Moshiri SH. Sustainable design on the basis of hot and humid climate. *Hoviat Shahr*. 2009;3(5):39-46. [Persian]
- 16- Memarian G. Introducing Iranian Housing Architecture Court Yard Typology. Tehran: University of Science and Technology; 1997. [Persian]
- 17- Mojtahedzadeh R, Namavar Z. Search In identity Ahvaz City. 1st Edition. Tehran: Research Center, Housing and Urban Development; 2015. [Persian]
- 18- Mahdavinejad M, Mator S. The Quality of Light-Openings in Iranian Domes (With the Structural Approach). *Naqshe- Jahan*. 2012; 2(2):31-42. [Persian]
- 5- Mahdavinejad MJ, Bemanian MR, Mashayekhi M. Asbads; The oldest windmills of the world. *Naqshe-Jahan*. 2012a; 2(1):43-54. [Persian]
- 6- Ramezani Gourabi B, Kazemnejad Z. The relationship between sustainable development environmental architecture and climatical design in mountain climate, case study, Masuleh town. *Amayesh*. 2011;4(14):21-38. [Persian]
- 7- Kibert, C J. Establishing principles and a model for sustainable construction. the First International Conference of CIB Task Group 16 on Sustainable Construction 6-9 November. Florida: Tampa; 1994. pp.3-12.
- 8- Hagan S. Taking Shape: A New Contract between Architecture and Nature. Oxford: The Architectural Press; 2001.
- 9- Lopez Barnett D, Browning WD. A primer on sustainable building. Boulder: Rocky Mountain Institute; 1995.
- 10- Andrea Oppenheimer D, Hursley T. Rural Studio: Samuel Mockbee and an Architecture of Decency: New York: Princeton Architectural Press; 2005.
- 11- Asadpour A. Patterns of sustainability in hot arid zone architecture of Iran. Regional Conference on Desert Architecture, 4 April, 2006, Ardestan, Iran. Ardestan:

