



Learning Traditional Architecture for Future Energy-Efficient Architecture in the Country; Case Study: Yazd City

ARTICLE INFO

Article Type

Original Research

Authors

Bolouhari S.^{*1} PhD,
Barbera L.V.² PhD,
Ettessam I.³ PhD

How to cite this article

Bolouhari S, Barbera L.V, Ettessam 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.

ABSTRACT

Aims The aim of this study is to investigate the ways for preserving energy resources for future generations; creating a proper culture of moderate consumption and distribution of energy; managing production, transmission and distribution, and saving costs; reducing environmental pollutants; increasing national wealth by reducing direct fuel subsidies.

Methods This research is based on applied research methods and data have been collected during a research trip to Yazd historical city in May 2016. These data include objective observations, research in local libraries, and interviews with local academics and conversations with relevant professors to examine how to optimize energy use in housing and how to provide comfort and satisfaction of residents through sustainable architecture. According to the analysis of Yazd city conditions, three samples were selected: Rasulian House, Lariha House, Golshan House. The studied cases have been compiled using modern technologies and descriptive methods.

Results The most important lessons to be learned from Yazd's traditional architecture are: orientation, dense texture, organic and covered passages, windsurfing, Qanat, building form, digging into the soil, introversion, central courtyard, etc.

Conclusion Based on this research, it can be clearly stated that traditional architecture is one of the most valuable and precious works in terms of climate values in building design; hence it contains teachings that can be applied in contemporary architecture.

Keywords Iranian Traditional Architecture; Yazd; Vernacular Houses; Sustainable Architecture; Renewable Energies

¹Architecture Department, La Sapienza University, Rome, Italy

²Urban Design& Architecture Department, La Sapienza University, Rome, Italy

³Urban Design& Architecture Department, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

*Correspondence

Address: No. 5, Aldo Moro Square, Rome, Italy. Postal Code: 00185.

Phone: -

Fax: -

saghi.bolouhari@gmail.com

Article History

Received: January 11, 2020

Accepted: March 08, 2020

ePublished: September 20, 2020

CITATION LINKS

[1] The role of water element in sustainable architecture of warm and dry climates (case study of old Kerman textured houses) [2] Reflection of Islamic Iranian culture in Iranian introverted homes in the Boroujerdi House of Kashan [3] Sustainable architecture and its critique in the field of environment [4] Investigating of the necessity for sustainable architecture education in Iran [5] Investigating the role of water and yard use in sustainability of Iranian traditional architecture [6] Sustainable development and its concept in housing architecture of Iran [7] Contemporizing valuable urban districts regarding to educating environment paradigms, case: Yazd, Iran [8] Natural ventilation performance of ancient wind catchers, an experimental and analytical study - case studies: one-sided, two-sided and four-sided wind catchers [9] Comparative evaluation of airflow in two kinds of Yazdi and Kermani wind-towers [10] The concept of sustainable architecture [11] Constructive innovation in sustainable architecture [12] Iranian contemporary architecture: public buildings 75 years of experience [13] Iran contemporary architecture [14] Analysis of Badghir as a sustainable ventilation system in traditional Iranian buildings [15] [Air conditioning "in Iranian architecture] [16] Passive cooling systems in Iranian architecture [17] Trends in modern Iranian architecture [18] The Qanat: a means of water provision from groundwater sources [19] Passive and low energy cooling for the built environment [20] Introduction to Iranian residential architecture; introverted typology [21] Using traditional architecture in energy saving [22] Inspired by the impressions of the fundamental concepts of Iranian architecture [23] Evaluating the efficiency of YAZDI wind tower, an experimental study

آموزه‌هایی از معماری سنتی برای آینده معماری انرژی کارا در کشور؛ مطالعه موردی: شهر یزد

ساقی بلوهری PhD

گروه معماری، دانشگاه لاساپینزا، رم، ایتالیا

لوچو ولریو باربرا PhD*

گروه معماری و شهرسازی، دانشگاه لاساپینزا، رم، ایتالیا

ایرج اعتصام PhD

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

چکیده

اهداف: هدف این پژوهش، بررسی راهکارهایی برای حفظ منابع انرژی برای نسل‌های آینده، ایجاد فرهنگ مناسب مصرف و توزیع عادلانه انرژی، مدیریت تولید، انتقال و توزیع و صرفه‌جویی در هزینه‌ها، کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی، افزایش ثروت ملی در نتیجه کاهش یارانه‌های مستقیم سوخت است.

روش‌ها: این پژوهش بر مبنای روش تحقیق کاربردی است و داده‌ها در طول سفر پژوهشی به شهر تاریخی یزد در اردیبهشت ۱۳۹۵ جمع‌آوری شده است. این داده‌ها شامل مشاهدات عینی، تحقیق در کتابخانه‌های محلی و مصاحبه با دانشگاہیان محلی و گفت‌وگو با اساتید مربوطه، برای بررسی چگونگی بهینه‌سازی مصرف انرژی در مسکن و چگونگی تامین آسایش و رضایتمندی ساکنان از طریق معماری پایدار بود. با توجه به تحلیل شرایط شهر یزد تعداد سه نمونه انتخابی شدند: خانه رسولیان، خانه لاری‌ها، خانه گلشن. موارد مطالعاتی با استفاده از فناوری‌های نوین و با بهره‌گیری از روش توصیفی تدوین شده است.

یافته‌ها: مهم‌ترین آموزه‌های قابل یادگیری از معماری سنتی یزد عبارتند از اصول: جهت‌گیری، بافت متراکم، معابر ارگانیک و سرپوشیده، بادگیر، قنات، فرم بنا، فرورفتن در دل خاک، درون‌گرایی، حیاط مرکزی و غیره.

نتیجه‌گیری: براساس پژوهش انجام‌شده می‌توان به‌صراحت تاکید کرد که معماری سنتی یکی از آثار ارزشمند و بسیار فاخر در توجه به ارزش‌های اقلیمی در طراحی ساختمان است، از این رو شامل آموزه‌هایی است که می‌توانند در معماری معاصر به کار گرفته شوند.

کلیدواژه‌ها: معماری سنتی ایران، یزد، خانه چهارفصل، معماری پایدار، انرژی‌های تجدیدپذیر

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۱۸

*نویسنده مسئول: saghi.bolouhari@gmail.com

مقدمه

از دیرباز در معماری و شهرسازی سنتی شهرهای ایران، عامل اقلیم به‌عنوان یک پارامتر ویژه در طراحی، مورد توجه بوده است. شهر یزد واقع در اقلیم گرم و خشک کشور، از نمونه شهرهای پایدار دنیاست که بافت تاریخی آن، علی‌رغم آسیب‌های کالبدی ناشی از تفکر مدرنیسم، به‌دلیل غنای شهرسازی و معماری متناسب با اقلیم، کارآمدی و سرزندگی خود را حفظ نموده است. با این وجود در روند طراحی و برنامه‌ریزی توسعه‌های جدید شهر، رعایت اصول پایداری

از جمله طراحی متناسب با اقلیم، به فراموشی سپرده شده است. هدف کلان این نوشتار ارایه راهکارهای طراحی با توجه به معماری سنتی شهر یزد در به‌کارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر در توسعه‌های جدید شهر، مبتنی بر معیارهای بوم‌شناختی و اقلیمی است.

پیشینه پژوهش

زاده/اسماعیلی و ترابی لنگری برای شاخص‌های اقلیمی معماری سنتی ایران در اقلیم گرم و خشک تاکید دارند که: اقلیم گرم و خشک عمدتاً در نواحی مرکزی شرق کشور قرار دارد. آب و هوای گرم و خشک در تابستان و سرد و خشک در زمستان، بارندگی بسیار اندک، رطوبت هوای بسیار کم، پوشش بسیار کم گیاهی، افت بسیار زیاد درجه هوا در شب و روز در نواحی کویری و حاشیه کویر و بادهای همراه با گرد و غبار از ویژگی‌های این مناطق است. به‌دلیل کمبود رطوبت و دوری از دریا، افت درجه حرارت شب و روز زیاد است و به‌دلیل کمبود آب برای کشاورزی و نیز مصرف ساکنین و وجود خاک و شن فراوان زندگی بسیار سخت است. به‌دلیل این که درخت وجود ندارد و چوب نیز کم است ساخت سقف و سرپناه مشکل است. اما تطبیق با این شرایط آب و هوایی در فصول مختلف به‌خوبی در معماری سنتی ایران دیده می‌شود و از جمله شاخص‌هایی که برای رسیدن به آسایش مطلوب در معماری سنتی ایران به‌ویژه در اقلیم گرم و خشک دیده می‌شود درون‌گرایی، برون‌گرایی، جهت‌گیری، فرورفتن در دل خاک، خانه‌های چهارفصل، استفاده از فضای سبز، استفاده از مصالح مناسب، عایق‌کاری و در نهایت نقش آب در معماری سنتی ایران است [1].

در این اقلیم پلان‌ها به‌صورت متراکم و فشرده هستند، بدین طریق سطوح خارجی ساختمان نسبت به حجم آن به حداقل می‌رسد. تراکم و فشرده‌گی پلان‌ها و بناها میزان تبادل حرارتی در زمستان و تابستان را به حداقل رسانده و باعث می‌شود بیشترین سایه ممکن روی سطح ایجاد شود. بیشترین سطوح بازشو و پنجره‌ها رو به محدوده حفاظت‌شده حیاط مرکزی است که کمتر تحت شرایط سخت و طاقت‌فرسای محیط بیرون ساختمان است. نوع مصالح مصرفی با ظرفیت حرارتی زیاد و رنگ روشن و جهت قرارگیری، جنوب تا جنوب شرقی است.

نحوه سازماندهی فضاهای خانه و عناصر معماری در خانه‌های چهارفصل بدین گونه است که: سازماندهی کلی خانه‌های سنتی شهر یزد به‌صورت درون‌گرا و با استفاده از حیاط مرکزی بوده است و برخی از آنها نیز دارای عناصر و بخش‌هایی مانند زیرزمین و بادگیر بوده‌اند. سازماندهی درون‌گرای فضاهای خانه‌های شهر یزد در اقلیم گرم و خشک نیز همچون شهرسازی، متراکم بوده و باعث به‌حداقل‌رسیدن تبادل حرارتی فضاهای داخلی با فضای خارجی می‌شده است و با ایجاد محیطی سایه‌دار در حیاط مرکزی و گودال‌باغچه، باعث عدم نفوذ بادهای سرد و حامل شن به فضای زندگی می‌شده است و به علاوه از تابش مستقیم تشعشعات خورشید به فضاهای داخلی جلوگیری به عمل می‌آورده است [2] (جدول ۱).

درون‌گرایی و محصوریت	فرم و ساختار فضایی خانه‌های سنتی شهر یزد براساس شاخص‌های توسعه پایدار
سلسله‌مراتب دسترسی به فضاها، ورودی، هشتی، راهرو، حیاط مرکزی، زیرزمین، ایوان، بادگیر، حوضخانه و گودال‌باغچه، اتاق‌های سهدری، پنج‌دري و غیره	
نسبت حجم به نما	
ارتفاع اتاق‌ها نسبتاً زیاد	
طاق‌های غالباً قوسی و گنبدی	
کف اینیبه پایین‌تر از سطح معابر	تأثیر جریان هوا و نور خورشید در ساختار کلی فضاها
فشرده‌گی فرم پلان	
جهت‌گیری مناسب ساختمان در سمت جنوب تا جنوب شرقی با توجه به حرکت خورشید در آسمان (خانه‌های چهارفصل)	
استفاده بهینه از انرژی گرمایی خورشید در فصول مختلف سال	
استفاده از سیستم سرمایشی و تهویه مطبوع طبیعی با استفاده از بادگیر و فضاها نیمه‌باز همچون ایوان، مهتابی و غیره	مصالح مورد استفاده در خانه‌های سنتی
استفاده مناسب از آب و گیاهان در حیاط مرکزی و حوضخانه در ایجاد برودت	
گل و مشتقات آن (مقاوم در مقابل گرما و با ظرفیت حرارتی بالا)	
ضخامت دیوارها نسبتاً قطور به‌عنوان خازن حرارتی و جلوگیری از اتلاف حرارت	

توسعه پایدار و مفهوم آن

توسعه پایدار، یک ایده و اصطلاح بسیار گسترده است که معانی متفاوت و بسیاری دارد و در نتیجه فراوانی این معانی، واکنش‌های مختلف صاحب‌نظران را برمی‌انگیزاند. در سال ۱۹۸۳ سازمان ملل متحد، کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه را در تلاش به‌منظور حل اختلافات ناشی از آرمان‌های جهان توسعه‌یافته و در حال توسعه تاسیس کرد. آنها در سال ۱۹۸۹ "آینده مشترک ما" یا گزارش براتلند را منتشر کردند که مفهوم "توسعه پایدار" راه‌اندازی و در سال ۱۹۹۲ در اجلاس زمین در ریو تقویت شد. این ایده برای توسعه که نیازهای نسل حاضر بدون لطمه‌زدن به توانایی نسل‌های آینده برای رفع نیازهای خود هستند مطرح شد. هدف توسعه پایدار در اصل تعادل محیط زیست است [3].

توسعه پایدار بر سه اصل عمده: پایداری محیطی، اجتماعی و اقتصادی مبتنی است. اساس پایداری محیطی بر این اصل استوار است که استفاده از زمین باید به گونه‌ای صورت گیرد که استفاده از آن برای نسل‌های آینده نیز میسر باشد. فعالیت‌های انسانی باید بدون تقلیل منابع و تخریب محیط طبیعی انجام شود، برای این منظور در استفاده از منابع طبیعی باید به ظرفیت تجدیدپذیری آنها توجه شود. توسعه پایدار محیط زیست بر کاهش استفاده از منابع طبیعی و انرژی‌های تجدیدناپذیر، جلوگیری از اتلاف منابع انرژی، کاهش تولید پسماندها و تاکید بر استفاده مجدد و بازیافت پسماندها، استفاده از مواد قابل بازگشت به طبیعت و کاهش تولید آلودگی‌ها در صنایع و کشاورزی تاکید می‌کند [4].

اصول معماری پایدار

- ۱- حفاظت از انرژی: هر ساختمان باید به گونه‌ای طراحی و ساخته شود که نیاز آن به سوخت‌های فسیلی به حداقل ممکن برسد.
- ۲- هماهنگی با اقلیم: ساختمان‌ها باید به گونه‌ای طراحی شوند که قادر به استفاده از اقلیم و منابع انرژی محلی باشند.
- ۳- کاهش استفاده از منابع جدید: هر ساختمان باید به گونه‌ای طراحی شود که استفاده از منابع جدید را به حداقل برساند و در

پایان عمر مفید خود، منبعی برای ایجاد سازه‌های دیگر به وجود بیاورد.

۴- برآوردن نیازهای ساکنان: برآورده‌شدن نیازهای روحی و جسمی ساکنان از اهمیت زیادی برخوردار است.

۵- هماهنگی با سایت: هر ساختمان باید با ملایمت در زمین ساختگاه خود قرار گیرد و با محیط اطراف خود سنخیت داشته باشد.

۶- کل‌گرایی: تمامی اصول معماری باید در یک پروسه کامل که منجر به ساخته‌شدن محیط زیست سالم می‌شود تجسم یابد [5].

معماری پایدار

معماری پایدار یک سبک نیست، بلکه رویکردی کل‌گراست که بر تعامل متقابل ساختمان و شرایط زمینه‌ای آن تاکید می‌کند. معماری پایدار عکس‌العملی منطقی در برابر مسایل و مشکلات به‌وجودآمده عصر صنعت است. این نوع تعاریف، پایداری را به‌عنوان مهم‌ترین هدف معماری دانسته و کاهش مصرف انرژی و حفظ منابع طبیعی برای نسل‌های آینده را از مهم‌ترین اقدامات ضروری برای دستیابی به الگوهای پایدار در معماری معرفی می‌کنند [4].

معماری پایدار محیطی آگاه و صرفه‌جو در انرژی است و از مواد و سیستم‌های تجدیدپذیر و پاسخگو بهره می‌برد. نگرانی‌های بوم‌شناختی و زیست‌محیطی فراتر از موضوع مصرف منابع انرژی غیرقابل تجدید گسترش یافته است [3].

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

اصل اول: حفظ انرژی، اصل دوم: هماهنگی با اقلیم، اصل سوم: کاهش استفاده از منابع جدید، اصل چهارم: برآوردن نیازهای ساکنان، اصل پنجم: هماهنگی با سایت، اصل ششم: کل‌گرایی [6].

ویژگی پایداری شهری

نگاه به آینده، توجه به محیط زیست، برابری و مشارکت، چهار ویژگی توسعه پایدار است. نگاه به آینده مستلزم نگهداری حداقل سرمایه محیطی و شامل سیستم‌های اصلی حمایت‌کننده محیط زیست است.

که بخش وسیعی از ایران را در بر گرفته‌اند، راهکارهایی در راستای معماری پایدار ارائه داد. مطالعات نشان می‌دهد با توجه به اهمیت نقش اقلیم و تاثیرپذیری آن در توسعه پایدار و ارتقای کیفیت معماری می‌توان اصول و راهکارهایی برای ارتقای معماری بومی حوزه گرم و خشک مبتنی بر اصول طراحی خانه‌های چهارفصل سنتی ایرانی، در راستای توسعه معماری پایدار، به‌واسطه طراحی مناسب و درخور معماری بناها و رعایت اصول اقلیمی تبیین کرد[10].

بی‌تردید مصرف بی‌رویه منابع تجدیدناپذیر، نظیر سوخت‌های فسیلی در آینده نه‌چندان دور، محیط زیست جهانی را به مخاطره خواهد انداخت. در این میان بخش ساختمان، بیش از یک‌سوم انرژی مصرفی کلی را به خود اختصاص داده است و با این روند امیدی به حفظ این منابع برای آیندگان نیست و همین امر لزوم توجه بیشتر به این مساله و تلاش برای رسیدن به معماری پایدار را تایید می‌کند. در حالی که بخش عمده‌ای از منابع انرژی‌های برگشت‌ناپذیر جهان مصرف شده‌اند و پیش‌بینی می‌شود که قیمت سوخت‌های فسیلی در سال‌های اخیر به روند افزایشی خود ادامه دهد، ایده ساختمان‌های بلند انرژی صفر در جهت برآورده‌نمودن نیازهای انرژی قرن حاضر شکل گرفته است و این ایده در جهت رفع نگرانی‌های مربوط به انرژی در عصر حاضر است. در حقیقت ساختمان انرژی صفر یا ساختمان انرژی خنثی یا ساختمان مستقل از انرژی ایده‌ای خلاقانه است که بشر سال‌هاست در آرزوی تحقق آن بوده و در سالیان اخیر توانسته است با استفاده از تکنولوژی مدرن و جدید به قسمت عمده‌ای از آن دست پیدا کند[11].

معماری سنتی ایران به‌عنوان یکی از بهترین نمونه‌های معماری پایدار نشان می‌دهد ایرانیان در زمان‌های قدیم به‌منظور استفاده صحیح از انرژی‌های تجدیدناپذیر، از روش‌های موثری استفاده می‌کردند که با توجه به اقلیم و شرایط آب و هوایی متفاوت بوده‌اند. معماری گذشته ایران نشان‌دهنده تجربه ایرانیان در استفاده از انرژی‌های طبیعی غیر زیرزمینی مانند انرژی خورشید، باد و آب بوده است. موقعیت‌های گوناگون جغرافیایی و اقلیمی با ذوق و هوش گذشتگان این مرز و بوم در بهره‌گیری از انرژی‌های طبیعی آمیخته شده تا الگوهای بی‌نظیر معماری سنتی ایران پدید آید. امروزه هم می‌توان با بهره‌گیری از تجربیات گذشتگان و احیای الگوهای سنتی که در عصر حاضر به فراموشی سپرده شده‌اند، پاسخگوی نیازهای اقلیمی هر منطقه بود و مصرف سوخت‌های فسیلی را با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در ساختمان‌ها کاهش داد[12].

در این مقاله کشور ایران مورد نظر بوده و خانه‌های چهارفصل به‌عنوان بارزترین نمونه تطبیق معماری با شرایط اقلیمی (که در این مقاله اقلیم گرم و خشک شهر یزد مد نظر بوده) مورد بررسی قرار گرفته است.

بررسی‌ها نشان می‌دهند که استفاده از مصالح صحیح و شناخت صحیح ویژگی‌های اقلیمی هر منطقه و امکانات وابسته به آن می‌تواند به خلق فضاهای پاسخگو به نیاز گرمایشی و سرمایشی و

توجه به محدودیت‌های اکولوژیکی (محدودیت‌های زمین، آب، هوا، تنوع زیستی و غیره)؛ به‌حداقل رساندن منابع انرژی تجدیدناپذیر (سوخت فسیلی و منابع کانی)؛ پایدارساختن منابع طبیعی تجدیدپذیر (آب‌های زیرزمینی، خاک، گیاهان)؛ نگه‌داشتن حد تولید ضایعات و آلودگی در میزان ظرفیت جذب محلی؛ پایداری اجتماعی و کیفیت بالای زندگی (تاکید بر عملکردهای اجتماعی، حس تعلق به مکان و ایجاد محیطی که امن، انسانی، فعال و عاری از بزهکاری باشد)؛ عدالت و برابری در تامین نیازهای پایه اجتماعی و انسانی (دسترسی به محیطی سالم و خدمات پایه)؛ پایداری به چارچوب اخلاقی؛ تاکید بر حس جمع‌گرایی[7].

راهکارهای کالبدی و عملکردی ساخت در شهر یزد

استفاده از پوششی متحرک در مقابل نمای ساختمان که در هنگام طوفان شن، جلوی نفوذ گرد و غبار از طریق روزن‌های ساختمان را به داخل بگيرد؛ بهره‌گیری از عمق زمین برای جلوگیری از فرسایش و همچنین محافظت ساختمان در نوسانات جوی؛ استفاده از فرم‌های منحنی استخراج‌شده از طبیعت ماسه‌های روان، هر چه فرم نرم‌تر باشد حرکت روی آنها آهسته‌تر است و در نتیجه فرسایش و تخریب کمتری به بار می‌آورد؛ بهره‌گیری از دیوارهای با مصالح سنگین در ضلع جنوبی ساختمان؛ طراحی مناسب فرم ساختمان برای ایجاد سایه در تابستان و دریافت گرمای مناسب در زمستان.

راهکارهای زیباشناختی و محیطی منطقه برای ساخت

استفاده از باغ بام (بام سبز) در ساختمان برای گرم کردن آن در زمستان و نیز ایجاد جلوه بصری زیبا و دلپذیر در بافت شهر؛ استفاده از فضای سبز (آتریوم یا پاسیو) به‌عنوان حیات مرکزی با توجه به اصول لازمه طراحی برای حفظ گرمای داخل بنا در زمستان و ایجاد تهویه طبیعی مطبوع در تابستان؛ پوشاندن جداره‌های ساختمان با بوته و گیاهان همیشه‌سبز به‌منظور ایجاد آسایش؛ استفاده از پوشش گیاهی برای خنک کردن محوطه؛ بهره‌گیری از انرژی خورشیدی؛ کاهش اتلاف حرارت.

بهره‌گیری از فرم شیب‌دار و منحنی که موجب کاستن تابش مستقیم خورشید می‌شوند؛ بهره‌گیری از نوسانات روزانه دما؛ تامین سایه برای دیوارهایی که رو به آفتاب تابستانی هستند؛ استفاده از بادشکن‌های مختلف سبز مثل درختان؛ توجه به وزش بادهای غالب خصوصاً در زمستان؛ پیش‌بینی فضاهای خارجی آفتاب‌گیر خارجی و محافظت‌شده در برابر باد؛ افزایش رطوبت هوا (بهره‌گیری از رطوبت‌زایی گیاهان)؛ استفاده از عناصر محوطه؛ آب‌نماهای واقع در سایه؛ استفاده از فواره- آب‌فشان و باغچه؛ پیش‌بینی آب‌نما در مسیر حرکت هوا به فضاهای داخلی[8,9].

طرح مساله

امروزه با توسعه و پیشرفت صنعت ساختمان، لزوم توجه به معماری پایدار و ساخت و سازهای مبتنی بر معماری بومی در راستای استفاده بهینه از منابع طبیعی موجود بیش از پیش اهمیت یافته است. معماری بومی در حقیقت معماری همزاد با انسان و همساز با طبیعت است. حال می‌توان برای شهرهای منطقه گرم و خشک

پی برد و به راهکارهای جدید و مطلوبی دست یافت.
۲- در ساختار هر بنای سنتی شهر یزد معیارهای پایداری وجود دارد که توجه به آنها می‌تواند ما را در رسیدن به ساختمان‌های معاصر پایدار یاری دهد، برای مثال می‌توان از به‌کارگیری بادگیرها و جهت‌یابی درست ساخت ساختمان برای گرمایش و سرمایش بهره‌مند شد.

روش تحقیق

این پژوهش بر مبنای روش تحقیق کاربردی است و داده‌ها در طول سفر پژوهشی به شهر تاریخی یزد در اردیبهشت ۱۳۹۵ جمع‌آوری شده است. این داده‌ها شامل مشاهدات عینی، تحقیق در کتابخانه‌های محلی و مصاحبه با دانشگاهیان محلی و گفت‌وگو با اساتید مربوطه، برای بررسی چگونگی بهینه‌سازی مصرف انرژی در مسکن و چگونگی تامین آسایش و رضایتمندی ساکنان از طریق معماری پایدار و ساختمان‌های بلند انرژی صفر است. موارد مطالعاتی با استفاده و بهره‌گیری از روش تحقیقی- توصیفی تدوین شده است.

نقد و بررسی نمونه‌ها

بررسی و تحلیل سه خانه سنتی شهر یزد: خانه لاری‌ها، خانه رسولیان و خانه گلشن (جدول ۲ و شکل‌های ۱ تا ۳)

تهویه مطبوع منجر شود و مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر را به حداقل برساند[13].

در این مقاله خواص و کاربردهای خانه‌های سنتی شهر یزد مورد بررسی قرار گرفته و سعی شده که در نتیجه‌گیری، پیشنهادات و راهکارهایی با توجه به تجارب سنتی برای استفاده در مجموعه‌های جدید ساختمانی برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی‌های فسیلی و هزینه مصرفی در مسکن ارائه شود.

اهداف

- ۱- شناخت و تفسیر معماری سنتی در اقلیم گرم و خشک ایران، نمونه موردی شهر یزد در دوران قاجاریه و شناخت معماری پایدار سنتی
- ۲- شناخت راهکارها با توجه به تجارب سنتی برای به‌کارگیری مصالح و تکنولوژی‌های جدید در ساختمان‌های جدید شهر یزد برای صرفه‌جویی در انرژی

سوالات

- ۱- مهم‌ترین آموزه‌های اقلیمی معماری سنتی شهر یزد کدامند؟
- ۲- به‌منظور ساختن ساختمان‌های جدید پایدار در شهر یزد چه معیارهایی از معماری سنتی می‌تواند مورد توجه قرار گیرد؟

فرضیه‌ها

- ۱- با توجه به خصوصیات معماری سنتی ایرانی به‌خصوص شهر یزد می‌توان به چگونگی استفاده از اصول پایدار در ساختمان‌های جدید

جدول ۲) مشخصات معماری خانه لاری‌ها، خانه رسولیان و خانه گلشن، از بناهای سنتی شهر یزد

خانه لاری‌ها

موقعیت طبیعی: این عمارت قدیمی در شرایط اقلیمی گرم و خشک خطه کویری شهر یزد و روی لایه‌هایی از رسوبات با ترکیبات ماسه‌ای مستحکم که حاصل آبرفت‌ها و رسوبات دیرینه طبیعی است واقع شده است و بنا بر اظهارات کارشناس میراث فرهنگی نوع این لایه‌ها از لحاظ زلزله‌خیزبودن و مقاومت در برابر این پدیده طبیعی، ناپایدار است.

موقعیت فعلی: این بنا در مرکزیت یکی از قدیمی‌ترین بافت‌های شهر یزد یعنی همان محله فهادان واقع شده است. با اجرای طرح‌هایی که جدیداً از سوی شهرداری ناحیه تاریخی شهر یزد و هماهنگ با میراث فرهنگی در حال اجرا است مشاهده می‌شود در نظرات تا کلیت این محله قدیمی و عناصر مهمی از قبیل عصمین خانه لاری‌ها را هر چه بیشتر احیا و فعال‌تر نمایند.

مشخصات بنا: در فرم کلی این خانه از ساختارهای معماری اصیل و سنتی کویر پیروی شده و الگوهای صحیح مردم و فرهنگ زندگی ساکنان آن در آن زمان رعایت شده است. مصالح به‌کاررفته نیز کاملاً منطبق بر موازین معماری این مرز و بوم بوده و غالباً از خشت و گل و آجر و گاه و گچ در سازه بنا استفاده شده است.

عوامل تزئین‌شده بنا و نوع آنها: بادگیر، تاب‌بندی و سیم گلکاری، کاربندی بالای درگاه‌ها، ایجاد ستون‌ها و سرستون‌های رفیع طرفین تالار و از همه بارزتر گره چینی درب‌های اتاق‌ها با شیشه‌های رنگی و در فضاهای داخلی مثل هشتی، تالار، پنج‌دری، سهدری و مطبخ و حتی حیاط خواهیم دید که چه تزئینات متناسب و زیبایی برگرفته از تلفیق فن معماری و همگون‌ساختن تناسبات به کار رفته است.

تاریخچه بنا: این خانه قدیمی قدمتی حدود ۱۵۰ سال دارد و از بناهایی با معماری سنتی احداث‌شده در اواسط دوره قاجاریه و متعلق به یکی از تجار برجسته بوده که به لاری‌ها شهرت داشته‌اند و تا اواخر دوران پهلوی اول یک خانه اعیانی بوده که از آن پس چند دهه‌ای به‌علت موروثی‌شدن متروکه شده و آسیب‌های فراوانی به آن وارد شده است. از سال ۱۳۶۳ سازمان میراث فرهنگی آن را از آقای علی یزدی‌نژاد خرید و اقدامات مستمر و حساب‌شده‌ای بر مبنای بازسازی و احیای آن انجام داد و به جهت احاطه و نظارت بیشتر بر این مکان و بافت محله‌ای محیط آن، این محل را جای استقرار اداره میراث فرهنگی قرار داد.

خانه رسولیان

موقعیت طبیعی: این عمارت قدیمی در شرایط اقلیمی گرم و خشک خطه کویری شهر یزد قرار دارد و به‌عنوان یکی از آثار ملی ایران ثبت شده است.

موقعیت فعلی: این بنا در بافت تاریخی و ارزشمند شهر یزد و در محله سهل‌بن‌علی و کوچه شهید صدوقی در بافت قدیمی شهر یزد قرار دارد. در حال حاضر این بنا به هتل تبدیل شده به نام هتل لاله یزد و در دست بهره‌برداری است.

مشخصات بنا: از دو بخش اندرونی و بیرونی تشکیل شده، قسمت بیرونی خانه شامل حوضخانه، تالار، زیرزمین، بادگیر و اتاق کرسی و بخش اندرونی هم که در واقع فضای خصوصی خانه به حساب می‌آید شامل اتاق‌های سهدری، پنج‌دری، بادگیر، کلاه‌فرنگی، ارسی و حیاط مشجر است و در هر دو بخش اندرونی و بیرونی حمام دیده می‌شود.

عوامل تزئین‌شده بنا و نوع آنها: بادگیر، درب‌های اتاق‌ها با شیشه‌های رنگی کوچک تزئین‌شده و از جنس چوبی و مشبکی هستند، اتاق‌های سهدری و پنج‌دری، پنجره‌های رنگی (سفید، قرمز، سبز و آبی)، پنجره‌های ارسی به اتاق‌های پذیرایی یا نشیمن باز می‌شده است.

تاریخچه بنا: تاریخ ساخت این منزل به سال ۱۲۸۳ هجری شمسی، دوران قاجاریه برمی‌گردد و متعلق به حاج میرزا کاظم رسولیان در محله سهل‌بن‌علی در یزد بوده که در سال ۱۳۶۸ وقف شده و در اختیار دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه یزد قرار گرفته است. استاد پیروزیا در سال ۱۳۷۶ به دیار حق شتافته و طبق وصیت ایشان در خانه رسولیان به خاک سپرده شده است.

خانه گلشن

موقعیت طبیعی: این عمارت قدیمی در شرایط اقلیمی گرم و خشک خطه کویری شهر یزد قرار دارد. این بنا متناسب با اقلیم منطقه احداث شده که سقف و آسمانه بنا برای استفاده از خنکی هوا و تهویه مناسب و پنجره‌ها امکان نورگیری خوب در زمان‌های مختلف را امکان‌پذیر می‌سازند.

موقعیت فعلی: این عمارت در بافت تاریخی و ارزشمند شهر یزد و در خیابان دهم فروردین، دوازده قصاب‌ها و جنب آب‌انبار گلشن در شهر یزد واقع است.

مشخصات بنا: متشکل از سه حیاط، دو ورودی، چندین فضای باز خدماتی و فضای معماری مختلف که در پیرامون حیاط گرد هم آمده‌اند؛ دارای ایوان، زیرزمین، بادگیر، مطبخ، حوضخانه، اتاق‌ها، اندرونی و غیره.

عوامل تزئین‌شده بنا و نوع آنها: بادگیر، دو حیاط بزرگ شرقی و غربی بنا با طرح مستطیل‌شکل بخش‌های اصلی بنا را شکل می‌دهند. حیاط غربی بزرگ‌تر از حیاط شرقی است و ورودی مفصل‌تر خانه به آن راه می‌یابد، حیاط سوم یعنی بخش زیباتر خانه کوچک‌تر است. این حیاط در گوشه شمال شرقی حیاط بزرگ‌تر واقع است و با مدخلی کوچک به آن باز می‌شود. در سه ضلع حیاط غربی ایوانی تعبیه شده و حیاط شرقی تنها دو ایوان در میانه دو ضلع دارد. فضای نیمه‌باز به شکلی منظم و با قاعده خانه سنتی بر گرداگرد حیاط است.

تاریخچه بنا: در اواخر قاجار توسط حاج علی‌اکبر محله تلی (ملقب به مروج) ساخته شده و بعدها در اختیار دختر بانی و همسر وی حاج حسین گلشن قرار گرفته و امروز در اختیار شهرداری یزد قرار دارد.



شکل ۳) خانه گلشن، یزد، ایران

شکل ۱) خانه لاری‌ها، یزد، ایران؛ منبع: www.makanbin.com

تحلیل نتایج و اصول طراحی پایدار شهری در اقلیم گرم و خشک ایران، شهر یزد

اصل اول: جهت‌گیری

- کشیدگی بیشتر بلوک‌ها در راستای شمال غربی- جنوب شرقی و راستای عمود بر آن
- کشیدگی غالب قطعات تشکیل‌دهنده بلوک‌ها در امتداد راستای شمال شرقی- جنوب غربی باشد، بخش غالب دیگر عمود بر این راستا
- خیابان‌ها دارای زاویه ۱۵ درجه نسبت به بادهای غالب (غرب و شمال غربی) [14, 15]

اصل دوم: بافت متراکم

مجموعه‌های شهری و روستایی در یزد فشرده و متراکم است که از نفوذ گرمای تابشی به داخل مجموعه جلوگیری می‌کند. جان‌پناه بلند بام‌ها علاوه بر این که خانه‌ها را از انظار محفوظ می‌دارد و مانع مناسبی است در مقابل باد نامطلوب، روی بام‌ها و کوچه‌ها سایه می‌اندازد و کوچه‌ها و حیاط‌ها را گودتر می‌کنند. این بسته‌بودن، گود و پرسایه‌بودن، تماس مجموعه را با گرمای خارج کم می‌کند. در اقلیم یزد فرم پلان فشرده است تا سطوح کمتری در مقابل خورشید باشد.



شکل ۲) خانه رسولیان، یزد، ایران

است که در آن عناصر متفاوتی مانند مسجد، میدانچه یا حسینیه، بازارچه یا آب‌انبار را در خود جای می‌دهد. هر محله، بزرگ یا رییسی داشت که از سوی اهالی انتخاب می‌شد مانند محله فهادان یزد، زرتشتیان.

بعد از خیابان‌کشی‌ها و تقسیم شهر به قطعات شهری و تغییرات در تشکیلات اداری، مدیریت شهری و منطقه‌بندی‌های جدید شهر و ترتیب و تنظیم اطلاعات و آمار و نیازها براساس قطعات شهری محصور خیابان‌ها، واحدهای شهری یعنی محلات از میان رفتند و امروزه فقط نامی از آنها باقی مانده است که تنها در برخی ایام سال مانند اعیاد و عزاداری ماه محرم می‌توان جلوه‌هایی از تحرکات و فعالیت‌های گذشته را در آنها دید.

اصل دهم: فرم بنا

موقعیت شهرهای مناطق گرم و خشک در حاشیه کویر، طولانی بودن روزهای گرم تابستان و نیز وجود بادهای موسمی و محلی همراه با گرد و غبار، عمدتاً در فصل پاییز، آنها را به رفتن در لاک دفاعی مجبور ساخته است.

در خانه‌های قدیمی فضاها گرچه در دو بخش اصلی تابستان‌نشین و زمستان‌نشین نقش اصلی خود را ایفا می‌کنند، لیکن در تعیین مناسب‌ترین فرم ساختمان باید به این نکته توجه نمود که بهترین شکل ساختمان شکلی است که کمترین مقدار حرارت را در زمستان از دست بدهد و در تابستان نیز کمترین مقدار حرارت را از آفتاب و محیط اطرافش کسب کند [19].

اصل یازدهم: بادگیر

وجود بادهای تند و گاهی طوفان‌های توام با شن باعث شده که سازندگان بنا با در نظر گرفتن بادهای مناسب و بادهای غیرمطبوع با استفاده از عنصر بادگیر از بادهای مناسب در فصول گرما استفاده لازم را ببرند [20].

نتیجه‌گیری

در سود بردن از انرژی‌های طبیعی، هماهنگ نمودن محیط زیست با شرایط اقلیمی حاکم بر آن، اولین قدم محسوب می‌شود یا به عبارتی شرط لازم برای بهره‌گیری از شرایط طبیعی، هماهنگی و انطباق ساختمان‌ها با شرایط اقلیمی است. آنچه در معماری شهرهای قدیمی ایران، به‌خصوص در حاشیه کویر، می‌توانست در صرفه‌جویی مصرف انرژی موثر باشد، وجود اصولی در معماری سنتی، منطبق با اقلیم و نتیجتاً استفاده از مصالح مطلوب آن محیط است [21].

محمود رازجویان معتقد است "در زمان حاضر به دلیل تبعیت از معیارهای زندگی مدرن، ایجاد راحتی گرمایی به‌وسیله انرژی غیرفسیلی اگر مشکل نباشد کار ساده‌ای هم نیست، خاصه این که با وجود گذشت این همه سال از آشنایی بشر با طبیعت، نه‌تنها درباره این نوع انرژی‌ها به اندازه کافی نمی‌دانیم بلکه دانش ما از خواص "حرارتی- فیزیکی" مصالح و اجزای ساختمانی نیز به مرحله بلوغ نرسیده است."

اصل سوم: معیار ارگانیک و سرپوشیده

در یزد چند گذر اصلی که ارتباط فضایی میان چند محله برقرار می‌کند، به مجموعه بازار در شهر منتهی می‌شود. از طرف دیگر در شهر قلعه‌ای قدیمی گذرهای اصلی معمولاً به دروازه‌های شهر ختم می‌شوند. گذرهای اصلی در مسیر خود از درون مجموعه‌های مراکز محلات می‌گذرند یا به عبارت دیگر مجموعه‌های مراکز محلات از عناصر مختلفی که در مقیاس محله عمل می‌نموده تشکیل شده بودند مانند گذر اصلی یوزداران [16].

اصل چهارم: استفاده از مصالح با ظرفیت حرارتی بالا

استفاده از گل، کاهگل و مشتقات آن به دلیل رنگ روشن آن که گرمای تابشی را باز می‌گرداند و چنانچه از سنگ یا چوب در بنا به کار رود آن را با خاک و گل مخلوط می‌کنند چرا که این نوع مصالح با آب و هوای خشک یزد تطابق ندارند [17].

اصل پنجم: درون‌گرایی و حیاط مرکزی

- سامان‌دهی فضاهای اصلی پیرامون حیاط مرکزی و قرارگیری فضاهای اصلی در سطح بالاتر از حیاط، در این حالت تهویه زیرزمین به راحتی از حیاط تامین می‌شود و پیش‌بینی فضای خارجی و باز برای خوابیدن.

- توزیع فضاهای اصلی براساس موقعیت جغرافیایی و اقلیمی شامل قرارگرفتن بخش زمستان‌نشین در جبهه شمالی برای استفاده از آفتاب در طول روز و بخش تابستان در جبهه جنوبی برای در امان ماندن از آفتاب تابستان.

- فرم حیاط‌ها معمولاً به صورت گودال‌باغچه و در برخی موارد مسطح است. قرارگرفتن اتاق‌های زیرزمین اطراف گودال‌باغچه باعث ایجاد فضاهای خنکی در زیرزمین می‌شود که از جریان هوا به شیوه صحیح بهره می‌گیرد.

اصل ششم: استفاده از آب و گیاه

- حوض آب و باغچه از اجزای ثابت مسکن و فضای باز

- استفاده از پوشش گیاهی در جهت شمال شرق و جنوب غرب که بادهای فراوانی دارد.

اصل هفتم: فرورفتن در دل خاک

با ایجاد گودال‌باغچه و ساختن فضاهایی در زیرزمین برای استفاده از ظرفیت حرارتی خاک در فصول مختلف سال؛ علاوه بر تامین خشت‌های استفاده‌شده در بنا، دیوارهای رو به حیاط بلندتر شده و در نتیجه سایه بیشتری را ایجاد می‌نمایند.

اصل هشتم: قنات

استفاده از سیستم آب‌رسانی قنات، علاوه بر فراهم آوردن امکان بهره‌برداری بهینه از منابع آب زیرزمینی (استفاده حداکثری از حداقل آب)، با تاکید بر حس جمع‌گرایی، استفاده بهینه از منابع و صرفه‌جویی در مصرف و نیز صرفه‌های اقتصادی بلندمدت با معیارهای شهر پایدار هماهنگی دارد [18].

اصل نهم: محله‌گرایی

محلات شهر سکونتگاه صاحبان حرف و مشاغل خاص، اقلیت‌های دینی و طبقات اجتماعی بوده است. هر محله دارای مرکز محله بوده

اجرای ساختمان، امکان بهره‌گیری از انرژی‌های پاک و طبیعی موجود در محیط را به میزانی که شرایط اقلیمی محل و نوع ساختمان مورد نظر اقتضا می‌کند فراهم آورد (نمودار ۱).



تشکر و قدردانی: سپاس فراوان از اساتید محترم، دکتر ایرج اعتصام و دکتر لوجو ولریو باربرا که من را در نوشتن این مقاله یاری کردند و با تشکر و قدردانی صمیمانه از راهنمایی‌های ارزشمند جناب دکتر محمد جواد مهدوی‌نژاد.

تأییدیه اخلاقی: تمام اصول اخلاقی در زمینه چاپ و نشر این مقاله رعایت شده است.

تعارض منافع: تعارض منافعی وجود ندارد.

سه‌م نویسندگان: ساقی بلوهری (نویسنده اول)، نگارنده مقاله/پژوهشگر اصلی (۹۰٪)؛ لوجو ولریو باربرا (نویسنده دوم)، روش‌شناس/پژوهشگر کمکی (۵٪)؛ ایرج اعتصام (نویسنده سوم)، روش‌شناس/پژوهشگر کمکی (۵٪)

منابع مالی: هیچ گونه وابستگی مالی به سازمان یا دانشگاهی وجود ندارد.

منابع

- 1- Zideh Esmail N, Torabi Langari M. The role of water element in sustainable architecture of warm and dry climates (case study of old Kerman textured houses). In: Proceedings of the National Conference on Sustainable Architecture and Urban Development; 2013 May 16; Sazeh Kavir Company, Bookan, Iran. Civilica; 2013. [Persian]
- 2- Majdara A. Reflection of Islamic Iranian culture in Iranian introverted homes in the Boroujerdi House of Kashan. In: Proceedings of the National Congress of Architecture, Culture and Urban Management; 2014 Mar 13; Karaj Municipality Applied Science Training Center, Bureau of Architecture, Karaj, Iran. Civilica; 2014. [Persian]
- 3- Gorji Mahlabani Y. Sustainable architecture and its critique in the field of environment. J Iran Archit Urban. 2010;1(1):91-100. [Persian]
- 4- Seyyed Almasi SM. Investigating of the necessity for sustainable architecture education in Iran [Dissertation]. Tehran: Azad University of Science Research Branch; 2009. [Persian]
- 5- Soltanzadeh H, Sadatzadeh G. Investigating the role of water and yard use in sustainability of Iranian traditional architecture. In: Proceedings of the National Conference on Sustainable Architecture and Urban Development; 2013 May 16; Sazeh Kavir Company, Bookan, Iran. Civilica; 2013. [Persian]
- 6- Zandieh M, Parvarinejad S. Sustainable development and its concept in housing architecture of Iran. J Housing

بنابراین دلیل عمده برای قطع ارتباط معماری امروز با معماری سنتی و عدم توجه به ویژگی‌های کالبدی/اقلیمی آن بدین گونه است: برنامه‌های اقتصادی- اجتماعی از قبیل رشد شهرنشینی، کمبود زمین برای ساخت و ساز و افزایش قیمت زمین و ساختارهای افقی.

حال نه ایجاد آن فرم از معماری، بلکه آشنایی با اصولی چند که بسیاری از آنها در کالبد و جان معماری سنتی متبلور و نهفته است لازم است تا معماری امروز را به سوی معماری پایدار هدایت کند [22].

معماری پایدار با اصول زیر در خانه‌های مورد تحقیق تعریف می‌شوند:

حفظ انرژی؛ (بنا به گونه‌ای طراحی می‌شود که نیاز به سوخت‌های فسیلی به حداقل برسد)، معماری این خانه‌ها با اتکا به انرژی‌های پاک و تجدیدشونده، مانند انرژی تابشی خورشید، طراحی شده است. هماهنگ با اقلیم، در این خانه‌ها جهت‌گیری و استقرار بنا، داشتن خرد اقلیم در حیاط میانی، انعطاف بنا با جهت فصلی تابش و غیره سخن از تطابق و همراهی اجزا و کلیت آن با اقلیم دارد.

مصالح معماری این خانه‌ها، بومی و در عین حال با ظرفیت و مقاومت حرارتی (با گل و خشت و غیره) است که از یک طرف تامین‌کننده گرمایش و سرمایش طبیعی فضای داخلی بوده و از طرف دیگر قابل بازگشت به طبیعت و محیط خود است. برآوردن نیازهای ساکنین، چیدمان فضاهای مختلف در سطوح ارتفاعی متنوع برای استفاده از ساعات مختلف روز، آرایش دقیق فضاها به دور حیاط میانی و ایجاد امکان کوچ فصلی (زمستان و تابستان‌نشین) [23].

هماهنگی با سایت؛ این معماری ارگانیک در نهایت احترام به سایت و ویژگی‌های بستر خود شکل یافته است. کلیت خانه از فرم غیرهندسی زمینه خود و اتاق‌ها و حیاط از طراحی دقیق و حساب‌شده هندسی بهره می‌برند.

کل‌گرایی؛ معماری این خانه‌ها با توجه کامل به تمام عوامل اقلیمی (خصوصاً تابش)، فرهنگی و اجتماعی شکل گرفته است و به دلیل استفاده از سوخت‌های غیرفسیلی و انرژی‌های پاک و همچنین رشد ارگانیک و اهمیت به سایت (در راستای احترام به محیط زیست) طراحی شده و الگویی مناسب برای معماری امروز به حساب می‌آید. در یک سخن، معماری این خانه‌ها و گذشته ایران از نظر مقابله با سرما و گرما دارای کارایی طبیعی بیشتری نسبت به ساختمان‌های معماری معاصر است. در عین حال از آنجا که استانداردهای زندگی این زمان نسبت به گذشته تفاوت قابل ملاحظه‌ای کرده و رفتارهای روزمره مردم نسبت به گذشته تغییر شکل داده است، بی‌شک نمی‌توان از معماری گذشته عیناً و با همان کالبد شناخته‌شده برای معماری امروز استفاده کرد، اما می‌توان با اطمینان خاطر درس‌های پایه معماری همساز با اقلیم را از معماری گذشته استخراج نمود و با روش‌های نوین طراحی اقلیمی، بدون تحمل تغییری در الگوهای مقبول امروز و بدون تحمیل هر گونه هزینه اضافی در طراحی یا

ventilation system in traditional Iranian buildings. In: Proceedings: ISES Solar World Congress; 2009 Oct 11-14; Johannesburg, South Africa. p. 1542-6.

15- Bahadori MN. [Air conditioning "in Iranian architecture]. *Le Scienze*. 1978;(116):96-106. [Italian]

16- Bahadori MN. Passive cooling systems in Iranian architecture. *Sci Am*. 1978;238(2):144-55.

17- Diba D, Dehbashi M. Trends in modern Iranian architecture. *J Iran Archit Chang Soc*. 2004:31-41.

18- Beaumont P. The Qanat: a means of water provision from groundwater sources. In: BeaumontP, Bonine ME, McLachlan KS, McLachlan A, editors. *Qanat, Kariz, and Khattara: traditional water systems in the Middle East and North Africa*. London: Middle East Centre, School of Oriental and African Studies; 1989.

19- Santamouris M. Passive and low energy cooling for the built environment. *Int J Ventil*. 2011;10(2):99-100.

20- Memarian GH. *Introduction to Iranian residential architecture; introverted typology*. Tehran: Soroush-e Danesh; 2008. [Persian]

21- Ayvazian S. Using traditional architecture in energy saving. *Fine Arts*. 1998;3:11-4. [Persian]

22- Diba D. Inspired by the impressions of the fundamental concepts of Iranian architecture. *Archit Cult*. 1999;1(1):1-62.

23- Mahdavinejad M, Javanroodi K, Ghasempourabadi MH, Bemanian M. Evaluating the efficiency of YAZDI wind tower, an experimental study. *Int J Archit Eng Urban Plann*. 2013;23(1&2):17-22.

Rural Environ. 2010;2(130):2-21. [Persian]

7- Mahdavinejad MJ, Ansari M, Samadzadeh S, Rafiei S, Mousavi K, Estakhr F. Contemporizing valuable urban districts regarding to educating environment paradigms, case: Yazd, Iran. *Procedia Soc Behav Sci*. 2014;116:4406-10.

8- Mahdavinejad MJ, Javanroodi K. Natural ventilation performance of ancient wind catchers, an experimental and analytical study - case studies: one-sided, two-sided and four-sided wind catchers. *Int J Energy Technol Policy*. 2014;10(1):36-60.

9- Mahdavinejad MJ, Javanroodi K. Comparative evaluation of airflow in two kinds of Yazdi and Kermani wind-towers. *Fine Arts Archit Urban Plann*. 2012;3(4):69-80. [Persian]

10- Azarbayejani M, Mofidi SM. The concept of sustainable architecture. In: Proceedings of the Third International Conference on Fuel Optimization in Buildings; 2003 Feb 15; Iran Fuel Conservation Company, Tehran. *Civilica*; 2003. [Persian]

11- Various Authors. *Constructive innovation in sustainable architecture*. Rome, Edilstamp. 2003;1:15-8. [Italian]

12- Etessam I. *Iranian contemporary architecture: public buildings 75 years of experience*. Tehran: Payam-e Sima Publication; 2010. [Persian]

13- Diba D. *Iran contemporary architecture*. Tehran: Aban; 2017.

14- Azami A. *Analysis of Badghir as a sustainable*

