University of Tehran Press

Journal of Environmental Studies
Vol. 49, No. 1, Spring 2023

Journal Homepage: www.Jes.ut.ac.ir
Online ISSN 2345-6922 Print ISSN: 1025-8620

Investigating the Influence of Iwan Features on the Cooling Performance of Summer Room in Residential Structures of Yazd Housing

Ali Kamyab[1], Mahnaz Mahmoudi Zarandi[2]✉, Mansouor Nikpour[3]

1. Department of Architecture, North Tehran branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: ali.kamyab@iaurafsanjan.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Architecture, North Tehran branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: m_mahmoodi@iau-tnb.ac.ir
3. Department of Architecture, Bam Branch, Islamic Azad University, Bam, Iran. E-mail: nikpour@iaubam.ac.ir

Article Info

Research Article:
Research Paper

Article history:
Received 19 May 2022
Received in revised from
11 April 2023
Accepted 23 April 2023
Publish online 16 May 2023

Keywords:
Sustainable development
Cooling performance
Summer room
Iwan
Dwelling of Yazd

ABSTRACT

In this research, the effect of the effective parameters in the iwan on the cooling performance of summer rooms in the residential structures of Yazd city was evaluated. The aim of the current research is to provide an optimal model for increasing sustainable development for contemporary housing in a hot and dry climate. Therefore, in the beginning, in order to investigate the effect of the effective parameters on the iwan, field studies and typology of the house plans of Yazd were studied, and in the next step, the base models were simulated in the Ecotect software and for data analysis, the EnergyPlus software was used. Then, the criteria and sub-criteria of the optimal iwan model were ranked after determining the weight of parameters affecting iwan and prioritizing them using the analytical hierarchy process (AHP) in Super Decisions. The results showed that the main criteria were ranked in the following order: changing the height of iwan, the effect of the main zone, determining the optimal weight of length, height, and depth parameters on iwan, and determining the optimal dimensions of iwan in (summer rooms). The positive effect of the iwan itself shows the advantage of using this idea in sustainable housing designs and suitable for hot and dry climate.

Cite this article: Kamyab, A., Mahmoudi Zarandi, M., Nikpour M. (2023). Investigating the Influence of Iwan Features on the Cooling Performance of Summer Room in Residential Structures of Yazd Housing. Journal of Environmental Studies, 49 (1), 17- 32. DOI: http//doi.org/ 10.22059/JES.2023.342826.1008317

© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press.

DOI: http//doi.org/ 10.22059/JES.2023.342826.1008317

Extended Summary

Introduction

The purpose of this study was to design iwan in a modern, efficient, and environmentally friendly model, as well as to improve the level of optimization at the start of architectural design of residential structures in Yazd.

The study's main question was how can the role of iwan in coordinating the central courtyard in residential buildings in arid and warm climates in Yazd be evaluated in order to obtain the optimal cooling behavior of summer room?

Materials and Methods

The following is a synopsis of the research methodology:

1. Conducting field and desk studies and selecting the intended buildings
2. Conducting physical-analytical examination and obtaining the patterns and typology of iwan and central courtyard
3. Using Ecotect and EnergyPlus simulation software and performing monthly and annual simulations of the presented models
4. Testing models in pairs and obtaining the optimal model of summer room
5. Weighing the parameters affecting iwan using the analytical hierarchy process (AHP)
6. Weighing and prioritizing parameters affecting iwan

Discussion of Results

Study of typology in studied residential buildings in terms of physical and functional aspects of the consumed cooling load:

Accordingly, the base model and proportions of central courtyards, as well as the orientation of iwans in traditional buildings, should be examined first in order to investigate the effect of parameters affecting iwan, and then, optimal proportions should be extracted. The proportions of 20 central courtyards and the orientation of 29 iwans in 7 residential buildings are shown in Table 1.

Based on the examinations, the proportions of central courtyards were approximately between 0.7 and 1.5. Moreover, considering the standard dimensions of Iwans in modern housing, 3 was selected as the base figure for length, width, height, and depth. Then, central courtyard proportions were examined in model 1 and model 2: A:0.7 with east-west extension, and B:1.5 with north-south extension. After examining the cooling load of the space behind Iwan in model 1 and model 2, the results showed that B: 1.5 was the optimal and cost-effective model that was considered as base model in all models. In addition, given the position of summer room and central courtyards, 8 modes of Iwan were presented. Each model was analyzed in EnergyPlus after being simulated in Ecotect, and the diagrams were extracted.

The optimal prioritization of summer room and also iwans in contemporary housing were obtained after examining the cooling and heating load in 8 models of summer rooms in various seasons, conducting a comparative and pair examination of each model, and weighing the parameters.

The criteria were then weighed using an analytical hierarchy process (AHP) to determine the significance of each component for each model. First, the network relationships between goals, criteria, sub-criteria, and options were established. Following that, the main criteria were prioritized, the purpose was to obtain the optimal model of iwan.

According to the table (4), data were collected on a scale of 1-9 using the Thomas Saaty Questionnaire. Following that, the pairwise comparison matrix was performed in the software, followed by the compatibility rate and weighting, and finally, the prioritization of each model. According to Table 4, the following main iwan criteria were prioritized and ranked in order to obtain optimal iwan model, respectively

Conclusion

The following findings can be highlighted for the prioritization and evaluation of the significance of the main parameter of iwan and simulation analysis:

1. According to software analysis in the formal typology of the central courtyard, the cooling energy consumption of in east-west extension was cost-effective and more optimal compared to north-south extension in the space behind iwan.
2. According to the analysis, although doubled iwan depth decreased the cooling in warm seasons, the need to warmth in cold seasons increased so high that it would not be cost-effective and optimal.
3. The results showed that increasing the length and height, reduced the amount of heating consumed during the cold months, while the need to cooling in warm months increased significantly.
4. Given the analyzed data, increasing the length and depth of the iwan in summer room by one meter, both in summer and winter months, energy was lost a lot, which was more on cold months.
5. According to diagrams and figures, reducing the depth of iwan in summer room by one meter resulted in less energy loss in the summer and winter months.
6. According to the analysis, doubling the area of the main space behind iwan in summer room had no significant effects on energy loss in the summer and winter months.

University of Tehran Press

نشـــریه محیـــط شناســـی

دوره ۴۹، شمـــاره ۱، بـــهار ۱۴۰۲

Journal Homepage: http://Jes.ut.ac.ir

شاپای چاپی: ۸۶۲۰- ۱۰۲۵ شاپای الکترونیکی: ۶۹۲۲- ۲۳۴۵

تبیین مولفه‌های تاثیرگذار ایوان بر رفتار برودتی تابستان‌نشین‌ها در معماری مسکونی یزد

علی کامیاب[۱]، مهناز محمودی[۲]✉، منصور نیک پور[۳]

۱. گروه معماری، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، رایانامه: ali.kamyab@iaurafsanjan.ac.ir

۲. گروه معماری، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، رایانامه: m_mahmoodi@iau-tnb.ac.ir

۳. گروه معماری، واحد بم، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، رایانامه: nikpour@iaubam.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۲۹

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۲/۳

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۲/۲۶

کلیدواژه‌ها:

توسعه پایدار، رفتار برودتی، تابستان‌نشین، ایوان، مسکن یزد

چکیده

در این پژوهش، تاثیر پارامترهای موثر در ایوان بر رفتار برودتی تابستان‌نشین ها در بناهای مسکونی شهر یزد مورد ارزیابی قرار گرفت. هدف از پژوهش حاضر ارائه الگوی بهینه در جهت افزایش توسعه پایدار، برای مسکن معاصر در اقلیم گرم و خشک شهر یزد می‌باشد. بنابراین در ابتدا، به منظور بررسی تاثیر پارامترهای موثر بر ایوان، مطالعات میدانی و گونه شناسی شکلی پلان خانه‌های شهر یزد مورد مطالعه قرار گرفت. پس از استخراج مدل‌های مبنا در گام بعدی مدل‌ها در نرم‌افزار اکوتک شبیه‌سازی و برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار انرژی پلاس استفاده شد. در ادامه با در نظر گرفتن مجموع شرایط، پس از تعیین وزن پارامترهای موثر بر ایوان و اولویت‌بندی به روش AHP در نرم‌افزار سوپردسیژن، معیارها و زیر معیارهای الگوی بهینه ایوان رتبه‌بندی شده است. نتایج نشان داد رتبه‌بندی معیارهای اصلی به ترتیب، تغییر ارتفاع ایوان، تاثیر زون اصلی، تعیین وزن بهینه پارامترهای طول، ارتفاع و عمق بر ایوان و تعیین ابعاد بهینه تابستان‌نشین ایوان می‌باشد. نتایج به دست آمده در این پژوهش دریچه ای جدید برای بازیابی مفاهیم الگوهای کهن برای کمک به طراحان مسکن معاصر و حل مشکلات اقلیمی خواهند شد.

استناد: کامیاب، علی؛ محمودی، مهناز؛ نیک پور، منصور. (۱۴۰۲). تبیین مولفه‌های تاثیرگذار ایوان بر رفتار برودتی تابستان‌نشین‌ها در معماری مسکونی یزد. نشریه محیط‌شناسی، ۴۹(۱)، ۱۷- ۳۲.

DOI: http//doi.org/ 10.22059/JES.2023.342826.1008317

Dor: 20.1001.1.10258620.1402.49.1.2.2

ناشر: انتشارات دانشگاه تهران

© نویسندگان.

DOI: http//doi.org/ 10.22059/JES.2023.342826.1008317

۱. مقدمه

یزد یکی از مناطقی است که می‌توان شواهد معماری مسکونی از قرون میانه اسلامی تا دوره‌های متأخر را در آن مشاهده کرد. (Taghavinezhad deilami, 2013) با توجه به رشد بی‌سابقه عمودی مسکن و افزایش آپارتمان نشینی و کمبود زمین مناسب، شاهد ساخت فضاهایی هستیم که دارای خلاء ناشی از حذف فضاهای اصیل و کیفی مانند حیاط و ایوان یا تجلی آنها در کالبد تراس‌های نامناسب هستند. (Khanmohammadi et al., 2016) همچنین مقدار زیادی از انرژی فسیلی اتلاف شده، ناشی از ساخت غیراصولی و غیر استاندارد ساختمان‌ها می‌باشد، که به‌دلیل ناهمگونی با شرایط اقلیمی خود، جهت گرمایش و سرمایش هدر رفته و باعث آلودگی محیط‌زیست و اتلاف انرژی می‌شود (Damyar, 2016) .

علاوه بر این ایوان از لحاظ فضایی باعث پیوستگی درون و بیرون و خوانایی فضا می شود. (Mateus and Oliveira, 2009) این فضای نیمه باز که در خانه‌های سنتی آب و هوای گرم و خشک با اشکال و جزئیات متفاوت دیده می‌شود می‌تواند به عنوان یک عنصر معماری سایه انداز، مصرف انرژی یک ساختمان را کاهش دهد. (Baniyounes et al., 2012) به طوری که می‌تواند در فصول گرم سال از بازشوها و فضاهای داخلی در مقابل تابش شدید آفتاب محافظت کند، در حالیکه حداکثر تابش در زمستان را به محیط داخلی می‌دهد (Mateus, Oliveira, 2009) .

ارائه راهکارهای اقلیمی مناسب برای کنترل دمای محیط و در حد آستانه نگه داشتن شاخص آسایش حرارتی خواهد بود بنابراین هدف از پژوهش حاضر، ارائه الگوی بهینه، راهکارهای اقلیمی مناسب و در حد آستانه نگه داشتن شاخص آسایش حرارتی فضاهای نیمه باز در مسکن معاصر و مدرن شهر یزد خواهد بود. لذا توجه به عناصر اقلیمی همچون ایوان و نقش و کارکرد آنها به همراه تناسبات فیزیکی در تعدیل دما و همچنین بازخوانی و بازتولید مفاهیم این الگوهای اقلیمی از مهمترین ارکان سنجش عملکرد حرارتی خواهد بود.

تناسبات فیزیکی از جمله طول، عرض، عمق و ارتفاع ایوان متغییرهای وابسته در پژوهش حاضر در نظر گرفته شده اند. همچنین آب و هوا در اقلیم گرم و خشک یزد به عنوان متغییر مستقل می‌باشد.

در این مقاله ابتدا برای آشنایی با نحوه حل مسئله در دیگر مطالعات و ضرورت پرداختن به مبحث حاضر، به پیشینه تحقیق، سوابق مطالعات و نتایج دیگر پژوهشگران پرداخته می‌شود. سپس در بخش روش تحقیق که شامل معرفی اقلیمی شهر مورد نظر، روش شبیه‌سازی و بررسی آسایش حرارتی در این شهر است، نمونه‌های موردی و الگوها معرفی و نقشه راه نیز بیان خواهد شد. در بخش بعدی و با پیاده‌سازی شبیه‌سازی، به تحلیل و بررسی داده‌ها پرداخته و در انتها به نتایج حاصل از پژوهش پرداخته می‌شود.

حال پرسش اصلی این پژوهش این است:

چگونه می‌توان نقش ایوان در هماهنگی با حیاط مرکزی را در بناهای مسکونی اقلیم گرم وخشک یزد در جهت دستیابی به رفتار بهینه برودتی تابستان‌نشین ها ارزیابی نمود؟

تجزیه تحلیل و گونه‌شناسی شکلی در جهت دستیابی به نمونه‌های بهینه‌ی ایوان‌ها در بناهای مسکونی شهر یزد به چه صورت خواهد بود؟

۲. پیشینه پژوهش

تحقیق کوبوتا محقق چینی و همکارانش نشان می‌دهد حیاط‌های مرکزی بر جریان هوا و تهویه باد در خانه‌های سنتی چینی که در آب و هوای گرم و مرطوب ساخته شده‌اند تاثیر می‌گذارد. در این تحقیق الگوهای مختلف حیاط‌های مرکزی با توجه به راحتی آسایش حرارتی داخلی به خصوص در سالن‌های نشیمن ارائه شده است (Kubota and Toe, 2015). در پژوهشی دیگر شاعری و همکارانش با استفاده از نرم‌افزار دیزاین بیلدر آسایش حرارتی و رضایتمندی را در هفت خانه در شیراز بر اساس دو مطالعه با ایوان و بدون ایوان بررسی کرده‌اند (Shaeri et al, 2018). در مطالعه دیگری در حوزه مسکن، عملکرد انواع مختلف دستگاه‌های سایبان و مشکلات مربوط به انرژی گرمایشی در بدنه‌های صیقلی ساختمان‌های مسکونی بررسی شده است و سایبان بهینه با استفاده از نرم‌افزار دیزاین بیلدر شبیه‌سازی و طراحی شده است (krimtat et al., 2016).

در پژوهشی دیگر میزان عملکرد عناصر اقلیمی در آسایش حرارتی خانه‌های بافت تاریخی شیراز بررسی و سپس سایه اندازی حاصل از ابعاد مختلف بر روی سطوح مختلف خانه‌ها در ماه‌های گوناگون سال اندازه گیری شده است. و در نهایت الگوی بهینه حیاط مرکزی در مسکن سنتی دزفول که موجب افزایش سایه بر سطوح حیاط، کاهش دمای جداره‌ها و کاهش بار سرمایشی ساختمان می‌شود، با استفاده از نرم‌افزارهای سه بعدی ارائه شده است. (Taban et al., 2013) نتایج بررسی ورد و همکارانش نشان می‌دهد که بناهای سنتی و بومی می‌توانند شرایط ناسازگار خارج را با صرف کمترین انرژی به فضای متعادل و مطلوب داخل تبدیل می‌کنند و این همان مفهوم معماری سنتی با توجه به اقلیم است (word et al., 2018).

در دیگر مطالعات بهینه سازی مصرفی و تاثیر پارامترهای اقلیمی بر شکل گیری معماری ساختمان‌های اردبیل درویشی با روش تحقیق کتابخانه‌ای و میدانی به بررسی ارزیابی بهینه گرمایش و سرمایش ساختمان‌های شهری در اردبیل پرداخته است (Darvishi, 2022).

در پژوهش حاصل از یافته‌های پیریایی و همکارانش می‌توان دریافت که گونه‌شناسی شکلی حیاط مرکزی از جمله جهت‌گیری، خصوصیات فیزیکی و هندسی می‌تواند در صرف جویی مصرف انرژی موثر باشد. در نتیجه با استفاده از مطالعات میدانی و روش توصیفی- تطبیقی، توابعی از نسبت‌ها و ابعاد را در جهت بهینه سازی مصرف انرژی ارائه دادند (piriaei et al, 2020).

مطالعه دیگر نشان می‌دهد جهت گیری ایوان می‌تواند بر مصرف انرژی در چهار منطقه مختلف آب و هوایی تاثیر گذار باشد. در این پژوهش اسکندری و همکارانش با استفاده از نرم‌افزار انرژی پلاس، نمای جنوبی را ایده‌آل‌ترین جهت‌یابی برای استفاده از ایوان بیان کردند. همچنین طبق این پژوهش بهترین آب و هوا برای ساخت ایوان و بهینه‌سازی انرژی، آب و هوای گرم و مرطوب است و به دنبال آن آب و هوای معتدل و مرطوب، گرم و خشک و سرانجام آب و هوا سرد و کوهستانی می‌باشد (Eskandari et al., 2018).

همچنین پژوهشگران عراقی در پژوهش خود تحت عنوان بررسی تأثیر فرآیندهای سازگار با محیطزیست و کارآیی انرژی در ایجاد زیستگاه‌های بومی و انتخاب سیستم‌ها و مصالح ساختاری بهینه در ایران و عراق با استفاده از بررسی برنامه تحلیلی محاسباتی SBI(DK) به این نتایج رسیده‌اند که استفاده از آجر در نمای ساختمان‌های این دو کشور برای کاهش نیازهای انرژی می‌تواند تاثیر گذار باشد و همچنین چرخه عمر مصالح ساختمانی با تمرکز بر تجارب خانه‌های بومی در این منطقه باید افزایش یابد (Almusaed and Almusaed, 2015) .

به نظر می‌رسد در پیشینه‌های پژوهش مطرح شده بیشتر به موضوع آسایش حرارتی در حیاط مرکزی و عملکرد فضاهای نیمه باز اشاره شده است. لذا پژوهش حاضر بر آن است تا بتواند الگوی بهینه ای در جهت دستیابی به رفتار برودتی تابستان‌نشین ها ارائه دهد و از این الگو برای ساخت فضاهای نیمه باز مانند تراس و بالکن در مسکن معاصر شهر یزد استفاده کند.

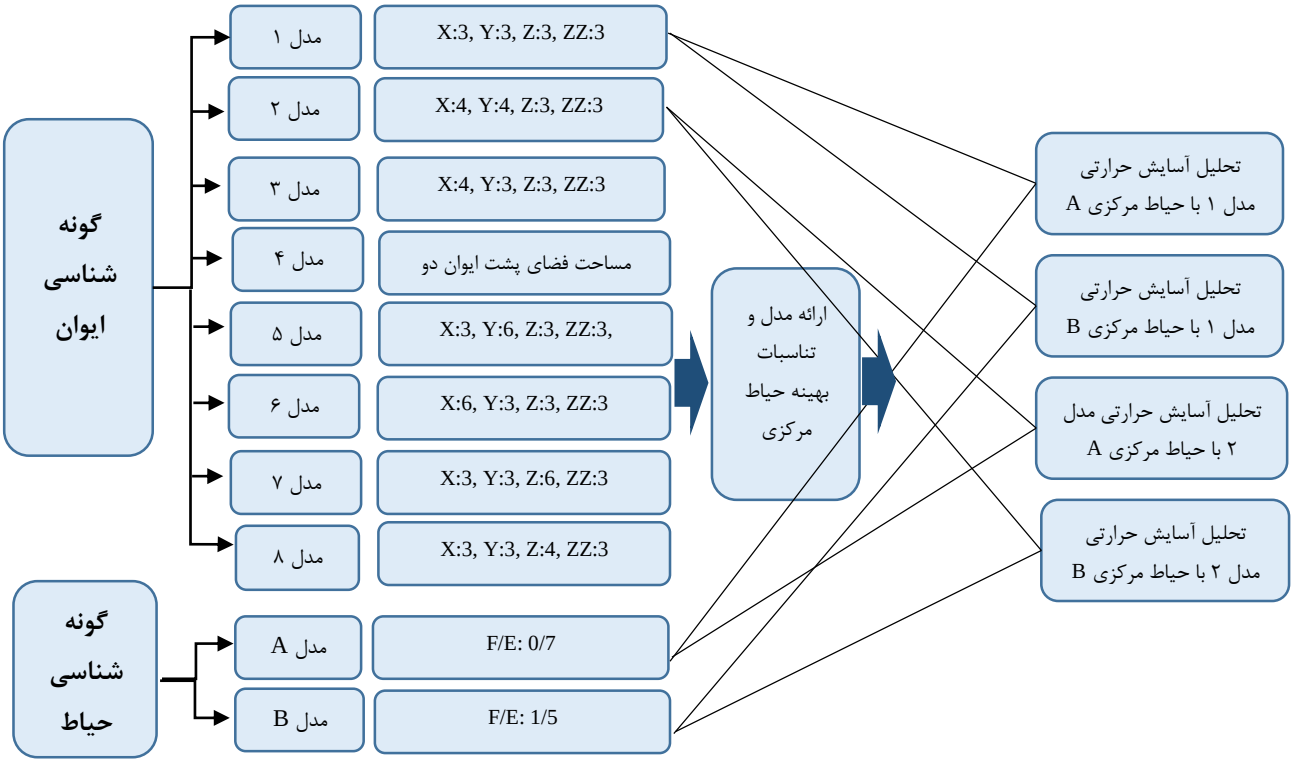
۳. روش شناسی پژوهش

طبق مطالب بحث شده، ابتدا در پژوهش حاضر تأثیر ایوان در رفتار بهینه برودتی بناهای مسکونی اقلیم گرم و خشک در شهر یزد بررسی شده است. سپس برای دستیابی به یک تناسبات واحد با پارامترهای مختلفی از جمله طول، عمق و ارتفاع ایوان در مواجهه با، ابعاد فضای پشت ایوان مواجه هستیم، که هر کدام تأثیر بسزایی در عملکرد ایوان خواهند داشت. برای اولویت‌بندی پارامترهای مد نظر نیاز به ایجاد تناسباتی در مدل مبنا داشتیم تا ابتدا تأثیر پارامترها در نحوه عملکرد ایوان و سپس در مقایسه با عملکرد نسبت به یکدیگر سنجیده شود. همچنین سعی شده است انتخاب این تناسبات، با ابعاد و اندازه‌های مسکن امروزی هم خوانی داشته باشد. انتخاب بناها بر اساس برداشت میدانی، برداشت اسنادی و آخرین وضعیت آب و هوایی شهر یزد است. پس از بررسی تحلیلی- کالبدی، معیارهایی جهت دسته‌بندی و رسیدن به الگوواره‌ها استخراج شده است. سپس با توجه به موقعیت قرارگیری تابستان‌نشین و حیاط مرکزی، ۸ مدل ایوان بر اساس مدل مبنا در نظر گرفته شده است. طبق قرارداد در مطالعات: X طول تابستان‌نشین، Y عمق تابستان‌نشین، Z ارتفاع تابستان‌نشین، ZZ ارتفاع اتاق پشت ایوان می‌باشد.(جدول ۲) در ادامه یک نمونه از تناسبات حیاط مرکزی را به عنوان مرجع قرار داده و سپس هندسه هر مدل را به صورت جداگانه در نرم‌افزار اکوتک[1]، نسخه ۲۰۱۱ به عنوان یک رابط گرافیکی کشیده شده و سپس از نرم‌افزار انرژی پلاس نسخه نرم‌افزاری

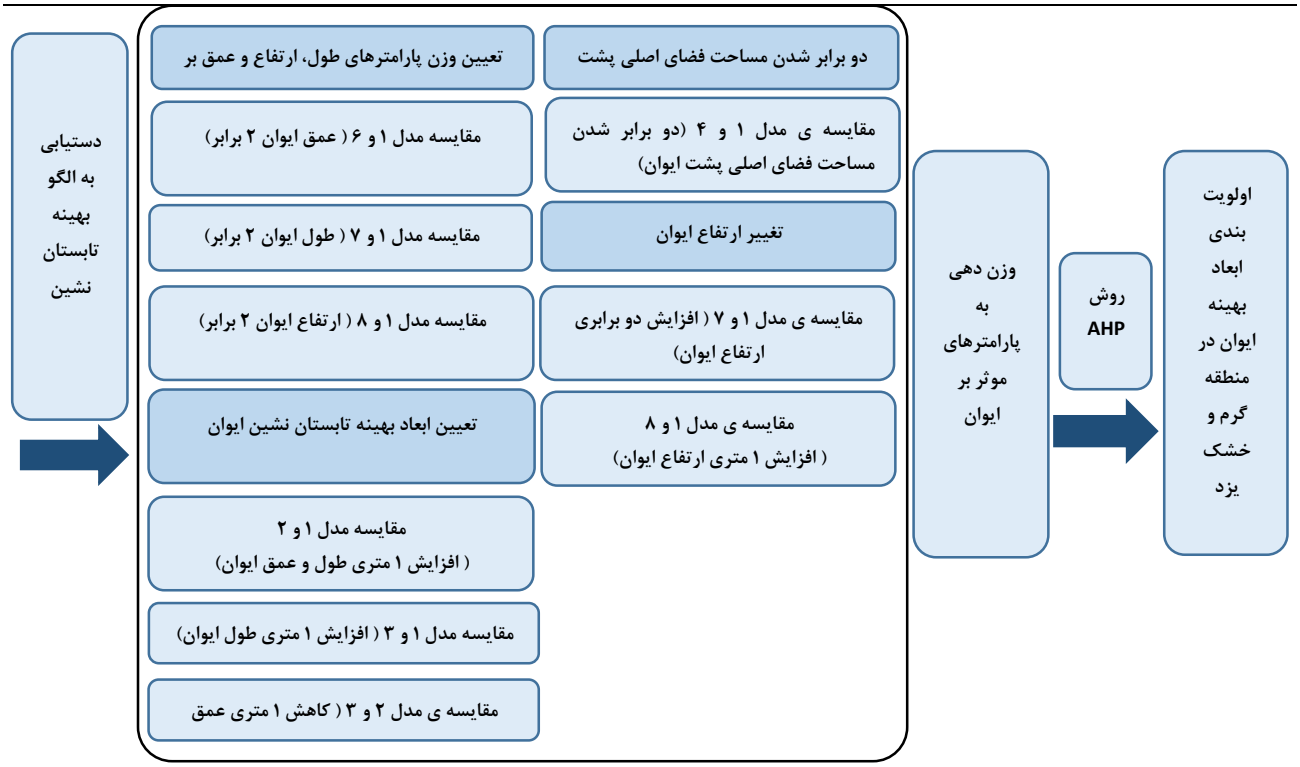
1. Ecotect

۸/۱ [۲] برای مدل سازی کارایی انرژی فضای پشت ایوان استفاده و شبیه‌سازی ماهانه و سالانه انجام شده است. علاوه بر این برای دستیابی به الگو بهینه تابستان‌نشین مدل‌ها به صورت زوجی مورد بررسی قرار گرفته اند. در مرحله بعدی با وزن‌دهی به پارامترهای موثر بر ایوان با روشAHP در نرم‌افزار سوپر دسیژن[۳] به رتبه‌بندی معیارهای بهینه ایوان رسیده ایم. در زیر به طور خلاصه روش پژوهش شرح داده شده است:

۱. برداشت میدانی، برداشت اسنادی و انتخاب ساختمان‌های مورد نظر در شهر یزد
۲. گونه شناسی شکلی ایوان و حیاط مرکزی در نمونه‌های موردی
۳. بررسی متغییرهای وابسته (طول، عرض، عمق و ارتفاع ایوان) و ارائه مدل‌ها و تناسبات بهینه
۴. شبیه‌سازی مدل‌های بهینه در نرم‌افزار اکوتک و تحلیل آن در نرم‌افزار انرژی پلاس
۵. بررسی دو به دو مدل‌ها و دستیابی به الگوی بهینه تابستان‌نشین
۶. وزن‌دهی به پارامترهای موثر بر ایوان با روشAHP
۷. وزن‌دهی و اولویت‌بندی پارامترهای موثر بر ایوان



2. Energy Plus ver.8.1
3. Super Decision



شکل ۱. روند نمای انجام پژوهش، منبع: نگارنده

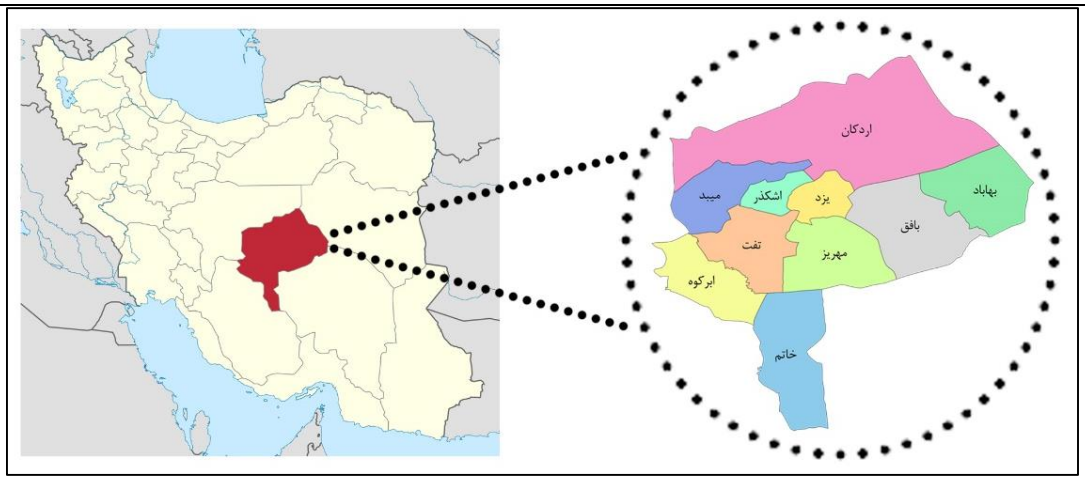
۳-۱. منطقه مورد مطالعه

یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی که نقش بسزایی در طراحی اقلیمی ساختمان‌ها و شهرسازی دارد بررسی آب و هوای منطقه مورد نظر می‌باشد. علی‌رغم تغییرات اقلیمی در سراسر جهان و مشکلات ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی، میزان مصرف انرژی در جهان و ایران هر ساله افزایش می‌یابد (Sadeghiravesh, 2011).

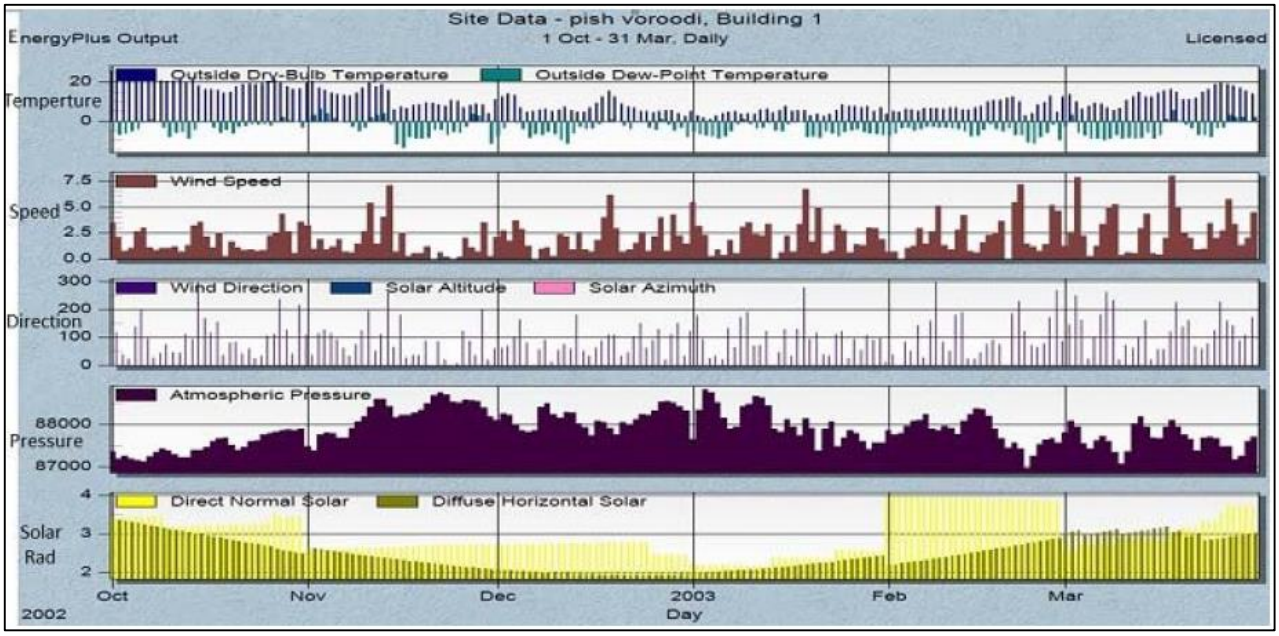
با توجه به این که کشور ایران دارای مناطق مختلف آب و هوایی است، در این مناطق برای گرمایش، سرمایش و تهویه، مقدار قابل توجهی از انرژی مصرف می‌شود که این حجم از مصرف انرژی باید در طراحی شهری و معماری همساز با اقلیم لحاظ گردد (rashidisharifabad and saljoghinejad, 2015).

استان یزد بین ۲۹ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۲۲ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۴۸ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی با مساحت ۷۶/۴۶۹ کیلومترمربع می‌باشد.(Geographic Organization of Armed Forces, 2012) با توجه به داده‌های باستان شناسی، قدیمی‌ترین بناهای اولیه مربوط به قرون اولیه اسلامی می‌باشد و تا کنون شواهدی از وجود بناهای دوره‌های قبل از اسلام در محدوده بافت تاریخی اشاره نشده است (Mirdehghan and Zarei, 2015).

مشخصه بارز این مناطق خصوصیات و ویژگی های اقلیم گرم و خشک می‌باشد که می‌توان به شرح زیر بیان کرد: آسمان در بیشتر اوقات سال بدون ابر بوده و اشعه منعکس شده از سطوح لم‌یزرع زمین بسیار بالا است. همچنین در بازه زمانی بعد از غروب خورشید اکثرا طوفان، گرد خاک و مه اتفاق می افتد. بارندگی و رطوبت هوا بسیار کم و میزان خشکی هوا بسیار بالا می‌باشد. با این وجود نوسان دمای روز و شب در این اقلیم بالا می‌باشد (Mirdehghan and Zarei, 2015) و مساله مهم درابنیه این مناطق نحوه برخوردشان با اختلاف دمای شدید در فصول مختلف سال است.



شکل ۲. موقعیت استان یزد در ایران، منبع: نگارنده بر گرفته از (Mirdehghan and Zarei, 2015)



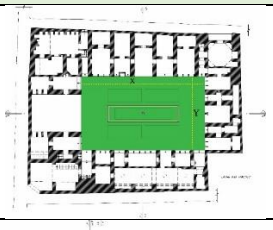
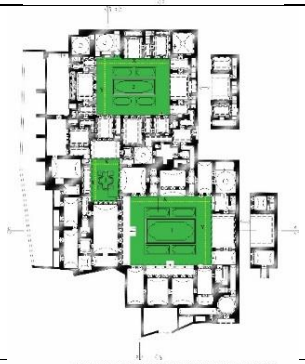
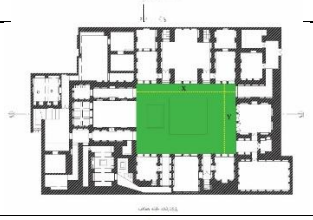
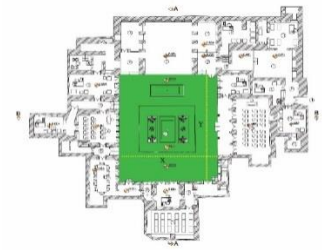
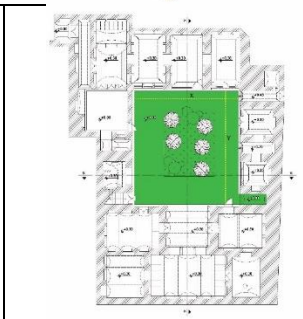
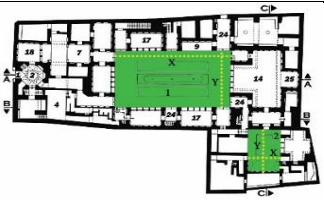
شکل ۳. نمودار اقلیمی شهر یزد ماخذ : نرم‌افزار Design Builder، منبع: نگارنده

۴. یافته‌های پژوهش

۴-۱. بررسی گونه شناسی از منظر کالبدی و کاربردی بناهای مسکونی مورد مطالعه در مصرف بار سرمایشی

خانهٔ ایرانی با بهره‌گیری از فرم بنا شده بر مستطیل، اولین تأکید را بر قابلیت‌های هندسی خود متذکر می‌شود و بر همین اساس با فیلتری نیمه باز به نام حیاط مرکزی فضای بنا را به دو بخش تابستان‌نشین (جنوب غربی) و زمستان نشین (شمال شرقی) تقسیم می‌کند. به منظور بررسی تاثیر پارامترهای موثر بر ایوان ابتدا باید الگوی مبنا و تناسبات حیاط‌های مرکزی و جهت‌گیری ایوان‌ها در بناهای سنتی بررسی شود و سپس تناسب بهینه استخراج گردد. در جدول ۱، تناسبات ۲۰ حیاط مرکزی و جهت گیری ۲۹ ایوان در ۷ بنای مسکونی مورد بررسی قرار گرفته است.

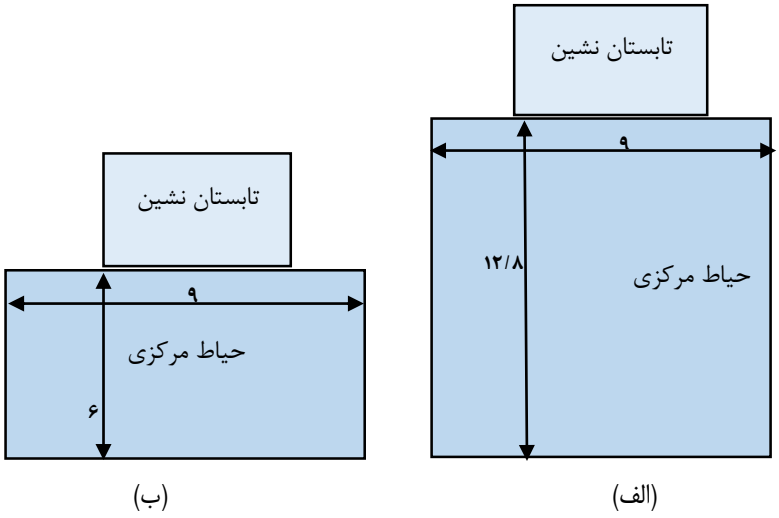
جدول ۱. بررسی الگوهای مبنا در شهر یزد، منبع: نگارنده

نام خانه	پلان	تعداد ایوان	جهت ایوان	تعداد حیاط مرکزی	نسبت طول به عرض حیاط مرکزی X/Y	
خانه لاری ها		۲	شمال شرقی– جنوب غربی شمال غربی– جنوب شرقی	۱	$1/6 \cong \frac{9/04}{5/38}$	
خانه گلشن		۶	شمال غربی– جنوب شرقی شمال غربی– جنوب شرقی شمال شرقی– جنوب غربی شمال غربی– جنوب شرقی شمال شرقی– جنوب غربی شمال غربی– جنوب شرقی	۳	$1/2 \cong \frac{5/60}{4.73}$	۱
					$1/3 \cong \frac{4/98}{3/88}$	۲
					$0/7 \cong \frac{9/04}{5/38}$	۳
خانه تهرانی		۱	جنوب غربی– شمال شرقی	۱	$1/4 \cong \frac{6/89}{4/68}$	
خانه امانیان		۲	شمال غربی– جنوب شرقی شمال شرقی– جنوب غربی	۱	$1/5 \cong \frac{17/7}{14/5}$	
خانه شفیعی		۱	شمالی– جنوبی	۱	$1 \cong \frac{10}{10/08}$	
خانه مهربان گودرز		۴	جنوب غربی– شمال شرقی شمال غربی– جنوب شرقی شمال غربی– جنوب شرقی شمال غربی– جنوب شرقی	۲	$1/5 \cong \frac{20/04}{13/50}$	۱
					$1/3 \cong \frac{6/24}{5/09}$	۲

ادامه جدول ۱. بررسی الگوهای مبنا در شهر یزد، منبع: نگارنده

نام خانه	پلان	تعداد ایوان	جهت ایوان	تعداد حیاط مرکزی	نسبت طول به عرض حیاط مرکزی X/Y	
خانه رسولیان		۱۳	شمال شرقی– جنوب غربی	۱۱	۱	$1 \cong \frac{12/07}{12/30}$
			شمال غربی– جنوب شرقی		۲	$1/4 \cong \frac{12/16}{9/25}$
			شمال شرقی– جنوب غربی		۳	$1 \cong \frac{6/90}{7/50}$
			شمال شرقی– جنوب غربی		۴	$1/3 \cong \frac{20/50}{15/70}$
			شمال شرقی– جنوب غربی		۵	$1/3 \cong \frac{20/10}{16/70}$
			شمال شرقی– جنوب غربی		۶	$1/5 \cong \frac{21/63}{14/50}$
			شمال شرقی– جنوب غربی		۷	$1/3 \cong \frac{16/62}{13/70}$
			شمال شرقی– جنوب غربی		۸	$1/3 \cong \frac{20/10}{16.70}$
			شمال شرقی– جنوب غربی		۹	$1/4 \cong \frac{11./80}{8/80}$
			شمال شرقی– جنوب غربی		۱۰	$1/1 \cong \frac{10/80}{10}$
			شمال غربی- جنوب شرقی		۱۱	$1/2 \cong \frac{8/30}{7/24}$

طبق از بررسی‌های صورت گرفته تناسبات حیاط مرکزی به صورت تقریبی مابین ۰/۷– ۱/۵ می‌باشد. همچنین با توجه به ابعاد استاندارد ایوان مسکن معاصر، عدد ۳ برای طول، عرض، ارتفاع، عمق به صورت مبنا قرار داده شده است. سپس تناسبات حیاط مرکزی را در دو الگوی A:0/7 با کشیدگی شرقی–غربی و B:1/5 با کشیدگی شمالی– جنوبی در مدل ۱ و مدل ۲ بررسی شده است. (شکل ۴)

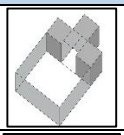
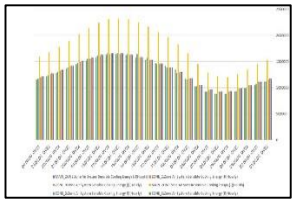
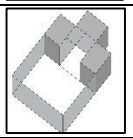
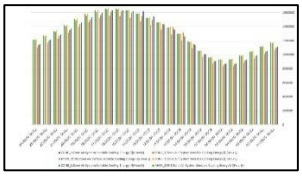
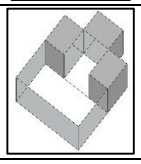
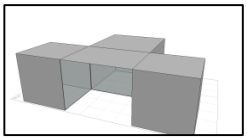
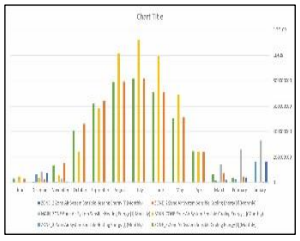
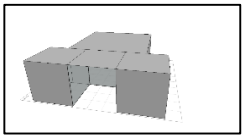
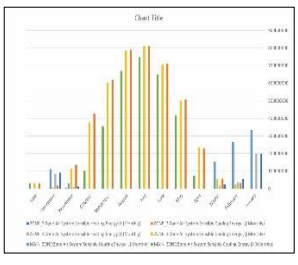


شکل ۴. نسبت طول به عرض حیاط مرکزی در دو الگوی A و B الف) مدل A:0/7 ب) B:1/5، منبع: نگارنده

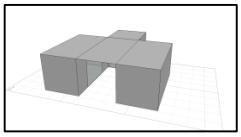
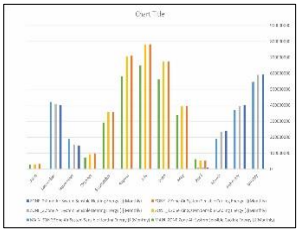
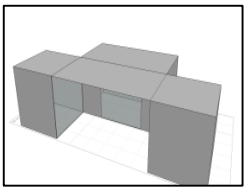
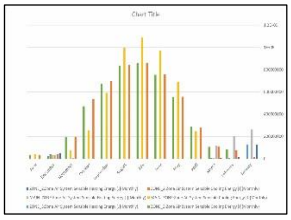
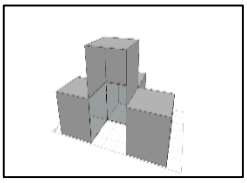
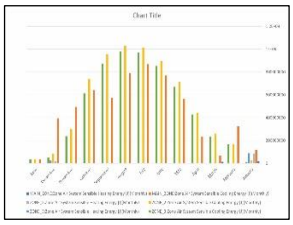
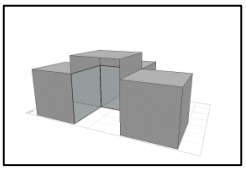
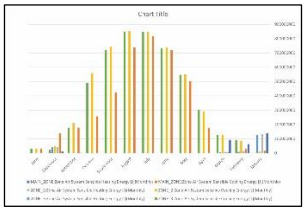
پس از بررسی میزان بار سرمایشی در فضای پشت ایوان در دو مدل ۱ و ۲ نتایج نشان می‌دهد، نتایج نشان می‌دهد زمانی که نسبت طول به عرض ایوان ۰/۷ است (مدل A) میزان استفاده از بار سرمایشی در فضای پشت ایوان به مقدار ۱/۵ برابر در طول روز افزایش پیدا خواهد کرد و در الگوی B که نسبت طول به عرض ایوان ۱/۵ است، میزان استفاده از بار سرمایشی در فضای پشت ایوان تغییر قابل

ملاحظه‌ای نداشته است. در نتیجه الگوی B:1/5 حالت بهینه و مقرون به صرفه می‌باشد که در تمامی مدل‌ها به صورت الگوی مبنا در نظر گرفته شده است. همچنین با توجه به موقعیت قرارگیری تابستان‌نشین و حیاط مرکزی، ۸ مدل ایوان بر اساس مدل مبنا به صورت جدول ۲ ارائه شده است که هر یک از مدل‌ها پس از شبیه‌سازی در نرم‌افزار اکوتک، در نرم‌افزار انرژی پلاس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و نمودار آن‌ها استخراج شده است.

جدول ۲ . مدل‌های مختلف ارائه شده برای تابستان‌نشین، منبع: نگارنده

مدل	X	Y	Z	ZZ	شبیه‌سازی مدل در نرم‌افزار اکوتک	تناسبات حیاط مرکزی	میزان بار سرمایشی و گرمایشی در طول سال	نتایج
۱	۳	۳	۳	۳		A:0/7		میزان استفاده از بار سرمایشی در فضای پشت ایوان به مقدار ۱/۵ برابر در طول روز افزایش پیدا خواهد کرد
						B:1/5		میزان استفاده از بار سرمایشی در فضای پشت ایوان تغییر قابل ملاحظه ای نداشته است.
۲	۴	۴	۳	۳		A:0/7		میزان استفاده از بار سرمایشی در فضای پشت ایوان تقریبا برابر با زون‌های جانبی می‌باشد
						B:1/5		میزان استفاده از بار سرمایشی در فضای پشت ایوان کمتر از زون‌های جانبی می‌باشد
۳	۴	۳	۳	۳		B:1/5		میزان مصرف بار سرمایشی در ماه‌های گرم سال و تاثیر زون اصلی که فضای پشت به ایوان است تقریبا ۱/۵ برابر بیشتر از جداره‌های جانبی ایوان می‌باشد. و میزان مصرف گرمایشی در ماه‌های سرد سال و تاثیر زون اصلی که فضای پشت به ایوان است، در حدود مقداری ۲-۳ برابر بیشتر از جداره‌های جانبی ایوان می‌باشد
۴	مساحت فضای اتاق پشت ایوان ۳۶ متر مربع					B:1/5		میزان مصرف بار سرمایشی در ماه‌های گرم سال و تاثیر زون اصلی که فضای پشت به ایوان است، کمتر از جداره‌های جانبی ایوان می‌باشد. و میزان مصرف بار گرمایشی در ماه‌های سرد سال و تاثیر زون اصلی که فضای پشت به ایوان است، در حدود مقداری ۱/۵ برابر بیشتر از جداره‌های جانبی ایوان می‌باشد

ادامه جدول ۲ . مدل‌های مختلف ارائه شده برای تابستان‌نشین، منبع: نگارنده

مدل	X	Y	Z	ZZ	شبیه‌سازی مدل در نرم‌افزار اکوتک	تناسبات حیاط مرکزی	میزان بار سرمایشی و گرمایشی در طول سال	نتایج
۵	۳	۶	۳	۳		B:1/5		میزان مصرف بار سرمایشی در ماه‌های گرم سال و تاثیر زون اصلی که فضای پشت به ایوان است، کمتر از جداره‌های جانبی ایوان می‌باشد و میزان مصرف بار گرمایشی در ماه‌های سرد سال و تاثیر زون اصلی که فضای پشت به ایوان است، کمتر از جداره‌های جانبی ایوان می‌باشد.
۶	۶	۳	۳	۳		B:1/5		میزان مصرف بار سرمایشی در ماه‌های گرم سال و تاثیر زون اصلی که فضای پشت به ایوان است، تقریبا ۱/۵ برابر بیشتر از جداره‌های جانبی ایوان می‌باشد. و میزان مصرف گرمایشی در ماه‌های سرد سال، تقریبا ۲ برابر بیشتر از جداره‌های جانبی ایوان می‌باشد.
۷	۳	۳	۶	۳		B:1/5		میزان مصرف بار سرمایشی در ماه‌های گرم سال و تاثیر زون اصلی که فضای پشت به ایوان است، تقریبا ۱/۵ برابر کمتر از جداره‌های جانبی ایوان می‌باشد. و میزان مصرف بار گرمایشی از اواسط دی تا اواسط بهمن، تقریبا ۳ برابر کمتر از جداره‌های جانبی ایوان می‌باشد.
۸	۳	۳	۴	۳		B:1/5		میزان مصرف بار سرمایشی در ماه‌های گرم سال و تاثیر زون اصلی که فضای پشت به ایوان است، کمتر از جداره‌های جانبی ایوان می‌باشد. و میزان مصرف بارگرمایشی در ماه‌های سرد سال، تقریبا برابر با جداره‌های جانبی ایوان می‌باشد

۴-۲. بررسی آنالیز برودتی پارامترها با مقایسه ی تطبیقی مدل ها

پس از بررسی میزان بار سرمایشی و گرمایشی در ۸ مدل تابستان‌نشین در فصول مختلف سال، می‌توان با مقایسه تطبیقی و زوجی هر یک از مدل‌ها و وزن‌دهی به پارامترها، به اولویت‌بندی حالت بهینه تابستان‌نشین و همچنین ایوان در مسکن معاصر دست یافت. جدول ۳ به مقایسه زوجی مدل‌ها با توجه به نمودارهای انرژی فضای پشت ایوان و بررسی نتایج هر یک پرداخته است.

جدول ۳. مقایسه زوجی مدل‌ها و بررسی نتایج هر یک از آنها، منبع: نگارنده

تعیین وزن پارامترهای طول، ارتفاع و عمق بر ایوان	مقایسه مدل ۱ و ۵	مدل A	دو برابر شدن عمق ایوان	• کاهش میزان سرمایش در ماه ههای گرم • افزایش نیاز به گرمایش در ماه‌های سرد
	مقایسه مدل ۱ و ۶	مدل B	دو برابر شدن طول ایوان	• افزایش میزان سرمایش در ماه‌های گرم • کاهش میزان گرمایش در ماه‌های سرد
	مقایسه مدل ۱ و ۷	مدل C	دو برابر شدن ارتفاع ایوان	• افزایش میزان سرمایش در ماه‌های گرم • کاهش میزان گرمایش در ماه‌های سرد
تعیین ابعاد بهینه تابستان‌نشین ایوان	مقایسه مدل ۱ و۲	مدل D	افزایش ۱ متری طول و عمق ایوان	• افزایش میزان سرمایش در ماه‌های گرم • افزایش میزان گرمایش در ماه‌های سرد
	مقایسه مدل ۱ و ۳	مدل E	افزایش ۱ متری طول ایوان	• افزایش میزان سرمایش در ماه‌های گرم • کاهش میزان گرمایش در ماه‌های سرد
	مقایسه مدل ۲ و ۳	مدل F	کاهش ۱ متری عمق ایوان	• کاهش میزان سرمایش در ماه‌های گرم • کاهش میزان گرمایش در ماه‌های سرد
تاثیر زون اصلی	مقایسه مدل ۱ و ۴	مدل G	دو برابر شدن مساحت فضای اصلی پشت ایوان	• تغییری در میزان سرمایش و گرمایش حاصل نمی شود
تغییر ارتفاع ایوان	مقایسه مدل ۱ و ۸	مدل H	افزایش ۱ متری ارتفاع ایوان	• افزایش میزان سرمایش در ماه‌های گرم • کاهش میزان گرمایش در ماه‌های سرد

۴-۳. تعیین وزن پارامترهای موثر بر ایوان به روش AHP

در ادامه بحث برای مشخص شدن اهمیت هر یک از مؤلفه‌ها برای هر الگو، با روش تحلیل سلسله مراتبی AHP به وزن‌دهی معیارها پرداخته می‌شود. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP اولین بار توسط توماس ساعتی (۱۹۸۰) معرفی شد. این تکنیک یک تئوری عمومی سنجش و یکی از پرکاربردترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است که هدف آن انتخاب بهترین گزینه بر اساس معیارهای مختلف از طریق مقایسه زوجی است. (Jafari et al., 2019) در این سیستم تصمیم‌گیری بر اساس زیر معیارها با مشخص شدن هدف، معیار، زیرمعیار و گزینه خواهد بود. اگر معیارها بر یکدیگر ارجحیت داشته و یا متناقض بودند مساله تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است.

در جدول ۴ روابط شبکه‌ای اهداف، معیار ها، زیر معیارها و گزینه‌ها رسم شده است. همچنین معیارهای اصلی که شامل تعیین وزن بهینه پارامترهای طول، ارتفاع و عمق بر ایوان (aa)، تعیین ابعاد بهینه تابستان‌نشین ایوان (cc)، تاثیر وزن اصلی (gg)، تغییر ارتفاع ایوان (hh) و زیر معیارها که شامل هشت مدل، a: دو برابر شدن عمق ایوان، b: دو برابر شدن طول ایوان، c: دو برابر شدن ارتفاع ایوان، d: افزایش ۱ متری طول و عمق ایوان، e: افزایش یک متری طول ایوان، f: کاهش یک متری عمق ایوان، g: دو برابر شدن مساحت فضای اصلی پشت ایوان، h: افزایش یک متری ارتفاع ایوان است، که نسبت به هدف اصلی که دستیابی به حالت بهینه ایوان می‌باشد، اولویت‌بندی شده اند.

همان‌طور که در جدول زیر مشاهده می‌شود ابتدا داده‌ها بر حسب عدد ۱ تا ۹ بر طبق پرسشنامه توماس ساعتی تکمیل شده است. پس از آن ماتریس مقایسه زوجی در نرم‌افزار پر شده و در ادامه نرخ سازگاری و وزن‌دهی و در نتیجه اولویت‌بندی هر یک از مدل‌ها انجام شده است. طبق جدول ۴، اولویت‌بندی و درجه اهمیت معیارهای اصلی ایوان برای رسیدن به ایوان بهینه، به ترتیب مربوط به تغییر ارتفاع ایوان، تاثیر وزن اصلی، تعیین وزن بهینه پارامترهای طول، ارتفاع و عمق بر ایوان و تعیین ابعاد بهینه تابستان‌نشین ایوان می‌باشد. همچنین رتبه‌بندی زیر معیارها به ترتیب شامل کاهش یک متری عمق ایوان، افزایش یک متری ارتفاع ایوان، افزایش یک متری طول ایوان، دوبرابر شدن مساحت فضای اصلی پشت ایوان، افزایش یک متری طول و عمق ایوان، دو برابر شدن عمق ایوان، دوبرابر شدن ارتفاع ایوان، دوبرابر شدن طول ایوان می‌باشد.

جدول ۴. اولویت‌بندی و درجه اهمیت پارامترهای اصلی ایوان و مقایسه تطبیقی مدل‌ها به روش AHPبا نرم‌افزار سوپر دسیژن، منبع: نگارنده

Name	Normalized By Cluster	Limiting	رتبه	معیارهای اصلی و زیر معیارها
aa	۰/۱۶۴۶۳	۰/۰۸۷۷۴۶	۳	تعیین وزن بهینه پارامترهای طول، ارتفاع و عمق بر ایوان
bb	۰/۱۶۶۲۹	۰/۱۲۱۴۵۳	۴	تعیین ابعاد بهینه تابستان‌نشین ایوان
gg	۰/۲۶۰۶۸	۰/۱۳۰۱۲	۲	تاثیر وزن اصلی
hh	۰/۲۹۰۱۵	۰/۱۴۲۱۲	۱	تغییر ارتفاع ایوان
GOAL	۰	۰	۰	هدف
مدلA	۰/۲۵۸۰۸	۰/۰۱۵۴۴۴	۶	دوبرابر شدن عمق ایوان
مدلB	۰/۱۷۰۸۲	۰/۰۱۰۲۲۲	۸	دوبرابر شدن طول ایوان
مدلC	۰/۱۹۱۱۷	۰/۰۱۱۴۴	۷	دوبرابر شدن ارتفاع ایوان
مدلD	۰/۱۴۶۱۳	۰/۰۱۸۵۵۵	۵	افزایش ۱ متری طول و عمق ایوان
مدلE	۰/۲۰۵۹۷	۰/۰۲۶۱۵۴	۳	افزایش ۱ متری طول ایوان
مدلF	۰/۵۷۱۴۳	۰/۲۷۵۲۰۳	۱	کاهش ۱ متری عمق ایوان
مدلG	۰/۰۵۳۹۲	۰/۰۲۵۹۷	۴	دوبرابر شدن مساحت فضای اصلی پشت ایوان
مدلH	۰/۲۲۶۷۷	۰/۰۲۸۷۹۵	۲	افزایش ۱ متری ارتفاع ایوان

۴. بحث و نتیجه گیری

با حضور مداوم بشر و دخل و تصرف‌های شدید اقلیمی در محیطزیست، انسان مشکلات شدیدی را برای محیطزیست به وجود آورده است. از اهداف کلی پژوهش، بازیابی مفاهیم معماری خانه‌های بومی و بررسی هر یک از متغییرهای وابسته (طول، عمق، عرض، ارتفاع) ایوان برای ارائه الگوی بهینه و ساخت فضاهای نیمه باز مانند تراس‌ها و بالکن‌ها در مسکن معاصر و زندگی مدرن می‌باشد. با حضور فضاهای نیمه بازی همچون ایوان به عنوان حیاطی با عمق کمتر در جداره بیرونی ساختمان‌ها می‌توان انتظار قرار گرفتن در محدوده آسایش حرارتی و تعدیل دما برای ساکنین را داشت.

نتایج مستخرج شده از اولویت‌بندی و ارزیابی درجه اهمیت پارامترهای اصلی ایوان و تحلیل‌های شبیه‌سازی به طور خلاصه در زیر تدوین شده‌اند:

۱. طبق بررسی تحلیل‌های نرم افزاری در گونه‌شناسی شکلی حیاط مرکزی، میزان مصرف انرژی سرمایشی کشیدگی شرقی- غربی نسبت به کشیدی شمالی- جنوبی در فضای پشت به ایوان بهینه تر و مقرون به صرفه می‌باشد.

۲. طبق تحلیل‌های صورت گرفته با وجود اینکه دو برابر شدن عمق ایوان میزان سرمایش در ماه‌های گرم را پایین می‌آورد، اما نیاز به گرمایش در ماه‌های سرد انقدر بالا می‌رود که این موضوع مقرون به صرفه و بهینه نمی‌باشد.

۳. از نتایج به دست آمده می‌توان دریافت که با دو برابر شدن طول، دو برابر شدن ارتفاع ایوان، افزایش یک متری طول و افزایش یک متری ارتفاع ایوان میزان استفاده از گرمایش در ماه‌های سرد پایین می‌آید، ولی نیاز به سرمایش در ماه‌های گرم به میزان قابل توجهی بالا می‌رود. با توجه به این موضوع که ساختمان در اقلیم گرم و خشک واقع شده است و بیشتر فصول سال دارای آب و هوای گرم می‌باشد، بنابراین این دو مدل مقرون به صرفه و بهینه نمی باشد.

۴. با توجه به داده تحلیلی می‌توان دریافت که با افزایش یک متری طول و عمق ایوان در تابستان‌نشین، هم در ماه‌های تابستان و هم در ماه‌های زمستان از اتلاف انرژی زیادی برخورددار می‌باشیم، که این اتلاف انرژی در ماه‌های سرد سال بیشتر است.

۵. با استناد به نمودارها و ارقام عددی می‌توان به این نتیجه دست یافت که با کاهش یک متری عمق ایوان در تابستان‌نشین، در ماه‌های تابستان و زمستان از اتلاف انرژی کمتری برخورداریم. به دلیل این که ساختمان در اقلیم گرم و خشک واقع شده است و تعداد ماه‌های گرم در سال بیشتر می‌باشد، لذا این کاهش در میزان مصرف انرژی بسیار مقرون به صرفه می‌باشد.

۶. طبق تحلیل‌های صورت گرفته با دو برابر شدن مساحت فضای اصلی پشت ایوان در تابستان‌نشین، در ماه‌های تابستان و زمستان تاثیرات چشمگیری در میزان اتلاف انرژی حاصل نمی شود. بنابرین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که حتی برای فضاهایی با مساحت بالاتر در قسمت پشت تابستان‌نشین، با تعبیه یک ایوان به اندازه ی کوچک و نصف حالت‌های متداول می‌توان در میزان سرمایش طبیعی فضا دخیل بود.

۷. طبق نتایج و محاسبات حاصله از بررسی AHP مشاهده می‌شود که وزن‌دهی و اولویت‌بندی زیر معیارهای موثر بر ایوان در شهر یزد به ترتیب شامل کاهش یک متری عمق ایوان با وزدهی ۰/۲۷، افزایش یک متری ارتفاع ایوان با وزن‌دهی ۰/۰۲۸، افزایش یک متری طول ایوان با وزن‌دهی ۰/۰۲۶، دوبرابر شدن مساحت فضای اصلی پشت ایوان با وزن‌دهی ۰/۲۵، افزایش یک متری طول و عمق ایوان با وزن‌دهی ۰/۰۱۸، دوبرابر شدن عمق ایوان با وزن‌دهی ۰/۰۱۵، دوبرابر شدن ارتفاع ایوان ۰/۰۱۱، دوبرابر شدن طول ایوان ۰/۰۱۰ می‌باشد.

۵. پیشنهادها

مدیریت مناسب ساختمان‌سازی و در نظر گرفتن الگوهای بومی به حفظ منابع‌طبیعی محدود و کاهش مصرف انرژی کمک نموده و باعث بهبود کیفیت محیطی و آسایش انسان می‌شود. با تمرکز بر چنین پژوهش‌هایی شاید بتوان به بعضی از سؤال‌ها پاسخ داد ولی قطعا نکات مبهم دیگری نیز نهفته است که می‌توان با شناسایی آنها به قالب این پژوهش‌ها کمک و اثرپذیری آنها را بیشتر کرد و الگوهایی ارائه داد که تأثیرات بیشتری بر کنترل دمای محیط و آسایش حرارتی ساکنین داشته باشند. کلیدواژه‌هایی همچون تناسبات بازشوها، نسبت مساحتشان در بدنه نمای ایوان و همچنین موقعیت مناسب قرارگیری آنان در ایوان می‌تواند به تدوین دستورالعمل‌هایی مبتنی بر اصلاح نماهای ساختمان‌های مدرن در معماری اقلیم گرم و خشک شهر یزد منجر شود.

۶. منابع

Almusaed, A., & Almsaad, A. (2015). Building materials in eco-energy houses from Iraq and Iran, *Case Studies in Construction Materials*, *2*, 42-54

Baniyounes, A.M., Gang, L., Rasul, M.G., &Khan, M.M.K. (2012) Analysis of solar desiccant cooling system for an institutional building in subtropical Queensland, *Australia.* Renew. Sustain. Energy Rev, 16, 6423–6431.

Damyar, S. (2016). *scrutinized factors of identity architecture: case study: Architecture of Ilam and Kermanshah*. Tehran university

Darvishi, Y. (2022). Investigating and evaluating the influence of climatic parameters on the formation of building architectures for the optimal management of heating and cooling of urban buildings (case study of Ardabil city). *Scientific and research quarterly of new attitudes in human geography*,14 (1)

Eskandari, H., Saedvandi, M., & Mahdavinejad, M. (2018). Impact of Iwan as a traditional Shading Device on the Building Energy consumption. *buildings*, 8 (1)

Geographic Organization of Armed Forces. (2012). Atlas *of the provinces of Iran*. Geographic Organization of Armed Forces

Jafari, H., Salajegheh, S., & Porebrahim, Sh. (2019). Zoning of Ecological Vulnerability of Kerman Province to Achieve Sustainable Industrial Development Using AHP Technique. *Desert Ecosystem Engineering Journal*, 8(25), 99-100

Khanmohammadi, M., Azimi, S., Rahmaneian, Y., & Hossaini, M. (2016). Studying the Qualitative and Quantitative Roles of Ivan in Traditional Houses and Revitalization them in the Shape of the Terrace. *Iranian journal of Hoviatshahr*, 10(2), 24-25

Krimtat, A., Kundakcikoyunbaba, B., Chatzikonstantinou, L., & Sariyildiz, S. (2016). Review of simulation modeling for shading devices in buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, 23-49

Kubota, T., & Toe, D.H.C. (2015). Application of passive cooling techniques in vernacular houses to modern urban houses: A case study of Malaysia. *Procedia Soc. Behav. Sci*. 179, 29–39.

Mateus, T., & Oliveira, A.C. (2009). Energy and economic analysis of an integrated solar absorption cooling an heating system in different building types and climates. *Energy*, 86, 949–957.

Mirdehghan, S., F. Rezvani, H., & Kazem nezhand, E. (2013). Relative Overview of Historical and Cultural Historians of Yazd Ardakan based on archaeological data. *The International Congress of Young Archaeologists by the Archaeology Society of the University of Tehran*, 387-389

Mirdehghan, S, F., & Zarei, M, E., (2015). The role of the central courtyard pattern of the hard and dry conditions of the Yazd region. *Quarterly Journal of Iranian Islamic City Studies*, 23(7)

Piriaei, M., Mofidi Shemirani, M., & Sabernezhad, ZH. (2020). The role of climatic components in the proportions of the central courtyard in native houses in the hot and dry climate of Iran (case study of Yazd city). *Zagros landscape geography and urban planning quarterly.*12 (45)

Rashidisharifabad, S., & Saljoughinejad, S. (2015). Classification of climatic strategies, used in Iranian vernacular residences based on spatial constituent elements. *Building and Environment*, (99), 475-493

Sadeghi Ravesh, M, H. (2011). Comparison of human thermal comfort amount in arid and humid climates (Case study: Yazd and Sari cities). *Iranian journal of Arid Biome*, 1(2), 53-54

Salajegheh, S., Jafari, H., & Pourebrahim, SH. (2019). Zoning of Ecological Vulnerability of Kerman Province to Achieve Sustainable Industrial Development Using AHP Technique. *Desert Ecosystem Engineering Journal*, 8(25), 98-100

Shaeri, J., Yaghoubi, M., & Habibi, A. (2018). Influence of Iwans on the Thermal Comfort of Talar Rooms in the Traditional Houses: A Study in Shiraz, Iran. *Buildings*, 8(6), 82

Taghavinezhad Deilami, M. (2013). *Architecture of urbanization and urbanization of Iran over time*. Yassavoli.

Taban, M., Pourjafar, M., Bemanian, M., & Heidary, Sh. (2013). Determining Optimal Courtyard Pattern in Dezful Traditional Houses by Relying on Shadow Analysis. *Iranian journal of Bagh-e Nazar*, 10(27), 39-48

Word, M., Feizi, M., Khakzand, M., & Ojaghlou, M. (2018). Thermal characteristics of open and semi-open spaces in the climatic conditions of Tehran city. *Environmental architecture research*, 2(1)