Rahpooye Memari-o Shahrsazi
(Quarterly Journal of Architecture and Urbanism)
Vol. 3, No. 9, Spring 2024

Adaptive Opportunities Analysis Based on Thermal Satisfaction in Historical Houses of Esfahan (Case Study: Qajar era: Kianpour and Balqis Houses)

Ramtin Mortaheb[1], Zahra kianpour[2], Marzieh Asadizadeh Shirazi[3] Ahmad Najafi[4]

Received: 2024-11-01, Accepted: 2024-12-12
DOI: 10.22034/rau.2024.2044690.1102

Abstract

Extended Abstract: Thermal comfort is a condition of perception in which 80% of people in an environment have a desirable and satisfactory thermal sensation, defined by a feeling of satisfaction and contentment with the surrounding temperature. Because humans are not inactive in controlling the temperature conditions of their environment, they can adapt the thermal environment around them to their needs through the opportunities that the environment provides. Adaptability is a qualitative concept that enhances user comfort and ensures thermal satisfaction across physical, physiological, and psychological dimensions.

For thermal adaptation, adaptive opportunities defined as a set of solutions designed by the architect in the building, allow the user to overcome the cold or heat of the air with the help of architecture.

Incee traditional Iranian buildings are an example of sustainable architecture, this article seeks to analyze a sample of historic houses in Isfahan, examine the role of adaptive opportunities in controlling environmental conditions in line with Human activity, and evaluate the impact of this factor on the Predicted Mean Vote (PMV). The research method, given its nature, is a combination of experimental strategies, case studies, and simulation. The statistical population was purposefully selected from the Qajar era Kianpour and Belghis houses in the hot and dry climate of Isfahan to explain the opportunities for adaptation

1. Assistant Professor, Department of Architecture and Urban Planning, Technical and Engineering Faculty, Shahid Ashrafi Esfahani University, Esfahan, Iran. (Corresponding Author).
Email: ramtin.mortaheb@ut.ac.ir
2. Masters student, Department of Architecture and Urban Planning, Faculty of Technical Engineering, Ashrafi Esfahani Non-Governmental University, Esfahan, Iran. Email: z.kianpour@ashrafi.ac.ir
3. Masters student, Department of Architecture and Urban Planning, Faculty of Technical Engineering, Ashrafi Esfahani Non-Governmental University, Esfahan, Iran. Email: m.asadizadeh@ashrafi.ac.ir
4. PhD Candidate, Department of Urban Planning, Esfahan Branch (Khorasgan), Islamic Azad University, Esfahan, Iran. Email: ahmadnajafi@khuisf.ac.ir

contemplated in these houses.

The discussion began with the definition of thermal comfort and user adaptation solutions, explored through library and document studies. It included design solutions and architectural features of Qajar-era housing that enhance adaptive opportunities in hot, dry climates. Ecotect 2011 and the Ladybug tools extension in Rhinoceros 7 were used to calculate the PMV and simulate the current situation in two modes: with and without adaptive opportunities. The results show that architectural solutions that increase opportunities for user adaptation can impact the Predicted Mean Vote and the predicted percentage of dissatisfaction as a dependent variable of the PMV. It is important to note that this effective difference in the simulation only shows the effect of limited use of adaptation opportunities such as combined ventilation (increasing adaptive opportunity) or only natural ventilation (not using adaptive opportunity). If more solutions that extend the scope for adaptation, as explained in this study, are included in the design and used by users, it will increase thermal adaptation and reduce the percentage of thermal dissatisfaction among users. Utilizing architectural solutions to uplevel the scope for adaptation of users, not only in traditional houses in the hot and dry climate of Iran but also in modern housing, plays a significant role in redefining the quantitative limits of thermal comfort.

This study uses simulations to examine how adaptive opportunities can enhance thermal satisfaction in modern housing, drawing insights from the climate-responsive design of traditional Iranian buildings. By integrating these approaches, we can better generalize the benefits for contemporary users. In addition to what was said, according to the results obtained, suggestions can be made for improving the thermal conditions of historical houses (if they are renovated and reused) or modern housing. In winter, improving the insulation of buildings can help retain heat. Using more efficient heating systems or increasing the heating capacity of the current system can lead to a 15-20% improvement in the Predicted Mean Vote. Using passive solar methods for daytime heating in winter, improving shading in summer, using vegetation, using materials with high thermal capacity, and optimizing the combined ventilation system with a focus on reducing humidity can lead to improvement in the average thermal rating index. Finally, it should be noted that this simulation, limited to the north and south-facing rooms, may not be fully representative of the thermal performance of the entire building. Factors such as humidity, air velocity, and radiation that affect thermal comfort are not reported in these data, and can significantly impact the results. However, this study clearly shows that increasing adaptive opportunities, energy optimization, and improvement of heating systems in historic buildings is essential and can lead to significant improvements in the thermal comfort conditions of the occupants. There are other studies and specialized areas in line with this research that can be measured and evaluated in future research as study topics in line with increasing the scope for adaptation to achieve thermal comfort and satisfaction.

Keywords: Thermal comfort, Adaptability, Estimation of average thermal rating, Historical houses of the Qajar period, Isfahan

تحلیل مجال سازگاری مبتنی بر حصول رضایت حرارتی در خانه‌های تاریخی اصفهان (نمونهٔ موردی: دوره قاجار: خانه‌های کیانپور و بلقیس)

رامتین مرتهب[۱]، زهرا کیان‌پور[۲]، مرضیه اسدی‌زاده شیرازی[۳]، احمد نجفی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۱-۰۸-۱۴۰۳، تاریخ پذیرش: ۲۲-۰۹-۱۴۰۳

DOI: 10.22034/rau.2024.2044690.1102

چکیده

مجال سازگاری به مجموعه راهکارهای طراحی‌شده توسط معمار در بنا اطلاق می‌شود که کاربر می‌تواند بر سردی یا گرمی هوا به مدد معماری غلبه کند و نقش مؤثری در سازگاری بیشتر ساکنان با محیط مصنوع دارد. مقاله حاضر در پی آن است تا ضمن تحلیل نمونه‌ای از خانه‌های تاریخی شهر اصفهان، به بررسی نقش مجال سازگاری همسو با غیرفعال نبودن کاربران در کنترل شرایط محیطی پرداخته و تأثیر این عامل بر میانگین دیدگاه حرارتی کاربران را ارزیابی نماید. روش این پژوهش با توجه به ماهیت آن روشی ترکیبی از راهبردهای تجربی، پژوهش موردی و شبیه‌سازی است. جامعه آماری به صورت هدفمند از خانه‌های کیانپور و بلقیس مربوط به دوران قاجار در اقلیم گرم و خشک اصفهان انتخاب شده است. در ابتدا با مطالعات کتابخانه‌ای و اسنادی به تعریف مقوله آسایش حرارتی و راهکارهای مبتنی بر افزایش سازگاری حرارتی کاربران پرداخته شده که در این راستا راهکارهای طراحی اقلیم گرم و خشک و ویژگی‌های معماری مسکن دوران قاجار مبتنی بر افزایش مجال سازگاری تبیین گردیده است. سپس از نرم‌افزار اکوتکت[۱] ورژن۲۰۱۱ و افزونه ابزارهای لیدی باگ[۲] در نرم‌افزار راینو سروس[۳] ورژن۷ جهت دریافت خروجی میانگین آرای حرارتی[۴] و شبیه‌سازی وضع موجود در دو حالت بهره‌گیری از مجال‌های سازگاری و عدم تعریف آن صورت پذیرفت. نتایج نشان می‌دهد بهره‌گیری از راهکارهای معماری که منجر به افزایش مجال سازگاری می‌گردد توسط کاربر می‌تواند در میانگین دیدگاه حرارتی و تخمین درصد نارضایتی[۵] به عنوان متغیری وابسته به عامل اول[۶] تأثیرگذار باشد. نکته حائز اهمیت آنکه این تفاوت مؤثر در شبیه‌سازی انجام‌شده صرفاً تأثیر بهره‌گیری محدودی از مجال‌های سازگاری

۱. استادیار، گروه معماری و شهرسازی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید اشرفی اصفهانی، اصفهان، ایران (نویسنده مسئول). Email: ramtin.mortaheb@ut.ac.ir

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه معماری و شهرسازی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید اشرفی اصفهانی، اصفهان، ایران. Email: z.kianpour@ashrafi.ac.ir

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه معماری و شهرسازی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید اشرفی اصفهانی، اصفهان، ایران. Email: m.asadizadeh@ashrafi.ac.ir

۴. پژوهشگر دکتری، گروه شهرسازی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران. Email: ahmadnajafi@khuisf.ac.ir

همچون استفاده از تهویه ترکیبی(افزایش مجال سازگاری) یا صرفاً تهویه طبیعی(عدم استفاده از افزایش مجال سازگاری) را نشان می‌دهد، چنانچه راهکارهای بیشتری همسو با افزایش مجال سازگاری که در این پژوهش به تبیین آنها پرداخته شده است در طراحی لحاظ گردد و مورد استفاده کاربران قرار گیرد، سازگاری حرارتی را افزایش و درصد نارضایتی حرارتی کاربران را کاهش خواهد داد.

کلیدواژه‌ها: آسایش حرارتی، مجال سازگاری، تخمین میانگین رای حرارتی، خانه‌های تاریخی دوره قاجار، اصفهان

مقدمه و بیان مسئله

از آنجا که انسان، بیش از ۹۰ درصد از زمان خود را در داخل خانه می‌گذراند تأثیر محیط داخلی خانه‌ها بر کارآمدی ساکنان و بهداشت آنان مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته است (Al-Khatri et al. , 2020). یکی از سطوح آسایشی مهم در کارآمدی حداکثری و تأمین رضایت حرارتی افراد، آسایش حرارتی است. آسایش حرارتی شرایطی از ادراک است که ۸۰ درصد افراد در آن محیط احساس حرارتی مطلوب و رضایت‌بخش داشته باشند و با احساس رضایت و خشنودی از دمای اطراف تعریف می‌شود (مرتهب، ۱۳۹۵: ۱۵). افراد برای رسیدن به رضایت و آسایش حرارتی باید با محیط سازگار باشند. سازگاری در آسایش حرارتی، شامل تمام فرایندهایی است که افراد برای تطبیق یافتن با محیط انجام می‌دهند (مجیدی و حیدری، ۱۳۹۷: ۱۷). واژه «سازگاری» را می‌توان به‌طورکلی به‌عنوان کاهش تدریجی پاسخ ارگانیسم به محرک‌های در معرض و تکرارشونده دانست و شامل هر فعالیتی است که محیط زندگی را بهبود می‌بخشد. تعریف شرایط آسایشی، صرفاً در گرو معادلات عددی نیست، چراکه شرایط آزمایشگاهی برای تبیین بسیاری از مفاهیم مرتبط با آسایش، انسان را غیرفعال می‌بیند؛ این در حالی است که او در کنترل شرایط محیطی غیرفعال نیست و چنانچه بتواند به مدد معماری شکل‌دهنده مکان، به محرک‌های حرارتی محیطی موجود در بنا غلبه کند "مجال سازگاری" و درنتیجه آسایش کاربران شکل می‌گیرد، این موضوع با مجال‌های اختصاصی مانند نرخ لباس و میزان فعالیت نیز ترکیب می‌گردد و آسایش حرارتی کاربر را فراهم می‌کند (حیدری، ۱۳۹۸: ۱۳۱).

توجه به ویژگی واقعی آسایش حرارتی در کنش و واکنش به محیط اطراف موجب بهبود کیفیت هوای داخل، کاهش خطر بیماری‌های ساختمانی، فراهم ساختن سلامت افراد، ذخیره‌سازی انرژی و کاهش آسیب‌پذیری محیط زیست می‌شود (حیدری، ۱۳۹۸: ۵). در شکل‌گیری شرایط آسایش حرارتی انسان چهار عنصر نقش مهمی با توجه به اقلیم دارند. این موارد عبارت‌اند از: دما، رطوبت، باد و تابش. از بین این عناصر اقلیمی، دما و رطوبت نسبی بیشترین تأثیر را بر سلامت و آسایش انسان دارند و به همین دلیل اکثر مدل‌های سنجش آسایش انسان بر اساس این دو عنصر است (حجازی زاده و کربلائی درئی، ۱۳۹۴: ۲۲). در زمینه آسایش حرارتی شامل همه فرایندهایی که افراد برای برقراری ارتباط متناسب بین محیط و نیازهایشـان انجـام می‌دهند. در چنین چارچوبی، سازگاری را می‌توان به سه گروه مختلف تقسیم کرد: سازگاری فیزیولوژیکی، سازگاری رفتاری یا فیزیکی و سازگاری روان‌شناسی یا روانی (ضابطیان طرقی و خیرالدین، ۱۳۹۸: ۵۱؛ عبدالله زاده و همکاران، ۱۴۰۰: ۳۵؛ مرتهب و حیدری، ۱۴۰۱)

ازآنجاکه در ابنیه سنتی ایران از توسعه مفهوم افزایش مجال سازگاری در طراحی، بسیار استفاده شده و این موضوع در بیشتر ساختمان‌های امروزی جهت تأمین آسایش حرارتی افراد صرفاً با تجهیزات مکانیکی پاسخ داده می‌شود هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر مجال سازگاری بر آسایش حرارتی در معماری خانه‌های تاریخی شهر اصفهان است. همچنین نگارندگان تحلیل راهکارهای معماری در راستای حصول آسایش حرارتی از طریق مجال سازگاری و شاخصه‌های آن در معماری بناهای مذکور می‌پردازند. در این راستا، سؤالات پژوهش عبارت‌اند از:

۱. افزایش مجال سازگاری چگونه بر حصول رضایت حرارتی ساکنان خانه‌های دوره قاجار شهر اصفهان تأثیر می‌گذارد؟
۲. راهکارهای طراحی معماری در راستای افزایش مجال سازگاری همسو با تأمین رضایت حرارتی کاربران شامل چه ویژگی‌هایی است؟

روش پژوهش

این پژوهش با هدف تحلیل تأثیر افزایش مجال سازگاری بر حصول آسایش حرارتی در معماری سنتی خانه‌های تاریخی شهر اصفهان روشی ترکیبی از راهبردهای تجربی، پژوهش موردی و شبیه‌سازی می‌باشد. خانه‌های کیانپور و بلقیس از دوران قاجار

DOI: 10.22034/rau.2024.2044690.1102

در شهر اصفهان به عنوان نمونه موردی انتخاب شده است که از طریق مطالعات اسنادی و مشاهدات میدانی به واکاوی راهکارهای مبتنی بر افزایش مجال سازگاری پرداخته شده. در ابتدا مطالعات کیفی با مبانی نظری و تعاریف آسایش حرارتی، مجال سازگاری و معماری سنتی خانه‌های تاریخی(دوران قاجار) اصفهان آغاز، سپس به‌واسطه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز با مدل‌سازی وضع موجود، به اهمیت نقش مجال سازگاری در تأمین رضایت و حصول آسایش حرارتی پرداخته شده است.

پیشینه پژوهش

محیط‌های حرارتی داخلی می‌توانند به‌طور قابل توجهی بر انسان تأثیر بگذارند. اگرچه در پایگاه داده موضوعات اروپایی و آمریکای شمالی، بسیاری محققان در سراسر جهان آزمایش‌هایی را در اتاق‌های آب‌وهوا انجام داده‌اند و اعتبار مدل میانگین رای حرارتی را نشان داده‌اند، بااین‌حال، در سال‌های اخیر، تعداد فزاینده‌ای از نظرسنجی‌ها نشان داده است رای احساس حرارتی[۷] از میانگین رای حرارتی در محیط‌های حرارتی که خنثی نیستند، به‌ویژه در محیط‌های بدون تهویه مطبوع منحرف می‌شود. محققان موارد بسیاری را به صورت میدانی از بانکوک، سنگاپور، آتن مورد تجزیه‌وتحلیل قرار دادند و دریافتند بین خطوط رگرسیون میانگین رای حرارتی و رای احساس حرارتی در محیط‌های بدون تهویه مطبوع، یک «تفاوت قیچی» برجسته وجود داشت. جیانگ نیز بررسی‌های میدانی را در اتاق‌های بدون تهویه مطبوع بیش از یک سال در استان هونان در مرکز جنوب چین انجام دارد و او یک "تفاوت قیچی" مشابه بین خطوط رگرسیون مذکور را گزارش کرد. همچنین تحقیقات بین سائو و همکارانش نیز حاکی از آن است که مردم در محیط گرم یا سرد تحمل بیشتری نسبت به پیش‌بینی میانگین رای حرارتی داشتند (Bin cao et al. , 2011).

جدول ۱. پیشینه تحقیق انجام‌شده در این زمینه (نگارندگان).

ردیف	سال	نویسندگان	عنوان مقاله	نکات کلیدی
۱	۱۴۰۰	سیده مهسا عبداله‌زاده شاهین حیدری علیرضا عینی‌فر	بررسی سازگاری حرارتی در آپارتمان‌های اقلیم گرم و خشک: مطالعه آسایش و رفتار حرارتی در آپارتمان‌های شیراز.	در مقاله خود به بررسی سازگاری حرارتی در آپارتمان‌های شیراز با تعیین محدوده آسایش حرارتی، اولویت رفتار حرارتی ساکنان و علل نارضایتی حرارتی می‌پردازند. بر اساس دیدگاه پژوهشگران قرارگرفتن محدوده آسایش حرارتی و دمای خنثی در محدوده بالاتری از استانداردها و بررسی رفتارهای واکنشی، غیر واکنشی و عادات فصلی ساکنان نشان از سازگاری حرارتی افراد دارد که استفاده از آنها در طراحی تأثیرات چشمگیری در بهتر شدن آسایش حرارتی و کاهش مصرف انرژی می‌گذارد
۲	۱۳۹۸	حامد عیالی هادی کشمیری خسرو موحد	بررسی سازگاری رفتار حرارتی ساکنان آپارتمان در راستای دستیابی به آسایش حرارتی در ماه‌های گرم (مطالعه موردی: شهر شیراز)	در پژوهشی به بررسی، تبیین رفتارهای بهینه غیر معمارانه در جهت سازگاری حرارتی بیشتر بدن انسان با محیط می‌پردازند. به این نتایج دست یافتند که هر فرد با انجام رفتاری حرارتی مناسب سعی می‌کند تا به هر شکل ممکن محدوده آسایش حرارتی را برای خود مهیا نماید
۳	۱۳۹۷	فاطمه‌السادات مجیدی شاهین حیدری محمود قلعه‌نویی مریم قاسمی سیچانی	تفاوت فصلی حدود آسایش حرارتی در محلات قدیم و جدید شهر اصفهان (مطالعه موردی: محلات جلفا و مرداویج)	در پژوهشی به تحلیل و مقایسه شرایط و حدود آسایش حرارتی در فضاهای باز عمومی بافـت محلات قدیم و جدید در شـهر اصفهان می‌پردازند. نتایج حاصل از مقایسه حدود آسایش در محلات مورد مطالعه نشان می‌دهد که در هر دو فصل سرد و گرم، محله قدیمی جلفا در محدوده آسایش بوده و محله جدید مرداویج، در فصل سرد در محدوده آسایش و در فصل گرم خارج از این محدوده است
۴	۱۳۹۲	شاهین حیدری علیرضا منعام	ارزیابی شاخصه‌های آسایش حرارتی در فضای باز	در پژوهش خود به بررسی تعیین رابطه میان شاخصه‌های حرارتی و احساس آسـایش حرارتـی در فضای باز شهری می‌پردازند. نتایج حاصل از آن نشان می‌دهد که در برابر با سایر شاخصه‌های آسایش حرارتی، "دمـای معـادل فیزیولـوژیکی " دارای دقـت بالاتری برای پیش‌بینی میانگین آسایش حرارتی در فضاهای باز است. بر اساس مطالعات پژوهش‌های انجام‌شده جنبه نوآورانه این پژوهش این است که در همه مقالات به آسایش حرارتی و شاخص‌های آن و سازگاری حرارتی پرداخته‌اند اما در این پژوهش به مجال سازگاری حرارتی در خانه‌ها دوره قاجار شهر اصفهان می‌پردازد.

جدول ۱. پیشینه تحقیق انجام‌شده در این زمینه (نگارندگان).

ردیف	سال	نویسندگان	عنوان مقاله	نکات کلیدی
۵	۲۰۲۴	Chkeir, A Bouzidi, Y ElAkili,Z Charafeddine, M Kashmar, Z	Field study of human thermal comfort and thermal adaptability during the summer and winter in Beijing.	یک پژوهش تطبیقی در مورد راحتی حرارتی خانه‌های سنتی و معاصر در Byblos، لبنان ارائه می‌دهد. با توجه به تغییرات آب‌وهوایی که بر محیط‌های داخلی تأثیر می‌گذارد و به‌طور ممکن منجر به افزایش مصرف انرژی می‌شود، دستیابی به‌راحتی حرارتی مطلوب یک مسئله مهم برای تحقیقات ساختمان است. نتایج نشان می‌دهد که خانه‌های سنتی به خاطر استفاده از روش‌های طبیعی و منفعل، از نظر راحتی حرارتی بهتر از خانه‌های معاصر عمل می‌کنند. بااین‌حال، هر دو نوع خانه از نظر مصرف انرژی امکان بهبود دارند. این مطالعه دانش‌هایی را در مورد راه‌حل‌های ممکن برای بهبود آسایش حرارتی در محیط داخلی و درعین‌حال کاهش مصرف انرژی در خانه‌های سنتی و معاصر ارائه می‌دهد.
۶	۲۰۲۴	Lian, Z	Revisiting thermal comfort and thermal sensation In Building Simulation	در پژوهش خود بیان می‌کند که محیط حرارتی با آسایش، سلامت، کارایی و مصرف انرژی ساختمان در هم تنیده است. آسایش حرارتی یک مفهوم مهم در ارزیابی محیط حرارتی است، اما معیار ارزیابی غالب احساس حرارتی متریک است. مطابقت بین آسایش حرارتی واقعی و حساسیت حرارتی تحت تأثیر عوامل محیطی مختلف و همچنین جنبه‌های ذهنی، فیزیولوژیکی و شناختی افراد است. این پیچیدگی موجب ارتباط پذیرفته شده بین احساس حرارتی و آسایش حرارتی می‌شود.
۷	۲۰۲۲	Abir, K Djamila, D Moussadek, B	Individual Housing Thermal Comfort Evaluation in Hot and Arid Climate Area: A Comparative Study between Modern and Traditional Houses in Ouargla City.	در پژوهشی به تحلیل و مقایسه عملکرد حرارتی بین ساختمان‌های معاصر و خانه‌های سنتی در شهر Ouargla، در بخش جنوبی الجزایر کردند. طبق تحقیقات دریافتند که خانه‌های مدرن ساخته شده از سیمان موجب نارضایتی ساکنان از آسایش و مصرف بیش‌ازحد انرژی شده است. درصورتی‌که، خانه سنگی(مصالح بوم آورد) سنتی مؤثرترین وسیله برای آسایش و مقابله با مصرف بیش‌ازحد انرژی نشان داده شده است بنابراین استراتژی‌های منفعل بهترین راه‌حل برای ایجاد خانه‌هایی با محیط داخلی راحت‌تر و کارآمدتر است.
۸	۲۰۲۱	Hailu, H. Gelan, E Girma, Y	Indoor thermal comfort analysis: a case study of modern and traditional buildings in hot-arid climatic region of Ethiopia	در این پژوهش تلاش می‌شود تا با تجزیه‌وتحلیل آسایش حرارتی خانه‌های معاصر و سنتی در شهر Semera در منطقه آب و هوایی گرم و خشک اتیوپی، عوامل مؤثری را که مانع یا تسهیل راحتی حرارتی داخلی می‌شود، شناسایی کند. چراکه آسایش حرارتی داخلی یک جنبه ضروری از معماری پایدار است و در حفظ یک محیط داخلی امن حیاتی است. طبق این تحقیقاتی صورت گرفته نتایج نشان داد که تکنیک‌ها و مصالح بوم آورد ساختمان‌های سنتی، در ترکیب با در نظر گرفتن شرایط آب و هوایی محلی، نقش مهمی در تنظیم محیط حرارتی داخلی دارند داشته باشد.
۹	۲۰۱۹	Alzoubi, H. H Almalkawi, A. T	A comparative study for the traditional and modern houses in terms of thermal comfort and energy consumption in Umm Qais city, Jordan	در پژوهشی به تحلیل و مقایسه مؤلفه‌های معماری بومی خانه‌های میراث (خانه‌های فلاحی) و خانه‌های معاصر معمولی در شهر Umm Qais در بخش شمالی اردن، از نظر عملکرد حرارتی برای کشف تأثیر بر آسایش حرارتی انسان و مصرف انرژی پرداخته است. که از پژوهش‌های صورت گرفته می‌توان به این نتایج دست یافتند که استراتژی طراحی منفعل در خانه‌های بومی مؤثرتر و کارآمدتر از مؤلفه‌های مورد استفاده در ساختمان‌های معاصر است.
۱۰	۲۰۱۸	Shaeri, J Yaghoubi, M Aflaki, A Habibi, A	Evaluation of thermal comfort in traditional houses in a tropical climate	در پژوهش خود به شناسایی عناصر غیرفعال و ارزیابی آسایش حرارتی داخلی در خانه‌های قدیمی در بخش‌های گرمسیری جنوبی ایران(به‌ویژه در شهر بوشهر) با استفاده از شاخص‌های PMV / PPD می‌پردازد. که بر اساس پژوهش انجام گرفته نتایج نشان می‌دهد که تکنیک‌های منفعل مورد استفاده در این خانه‌های قدیمی به‌طور قابل توجهی شرایط حرارتی کافی را فراهم می‌کند. همچنین عامل اصلی در ایجاد آسایش حرارتی داخلی در این خانه‌ها تهویه طبیعی و در دسترس بودن آن در خانه‌های انتخاب شده بود.

DOI: 10.22034/rau.2024.2044690.1102

ادبیات پژوهش

در این بخش با استناد به مقالات و کتاب‌ها به بررسی معماری خانه‌های سنتی (دوره قاجار)، اقلیم منطقه دشت‌های فلات، آسایش حرارتی، سازگاری حرارتی و مجال سازگاری حرارتی پرداخته می‌شود.

آسایش حرارتی

بر مبنای تعریف استاندارد اشری، آسایش حرارتی بیانگر شرایطی است که نشان از رضایت انسان از محیط حرارتی دارد؛ به‌گونه‌ای‌که احساس گرما و سرما وجود نداشته باشد و بیانگر شرایط دمایی خنثی باشد. مسئله آسایش، بسیار شخصی است و افراد مختلف احساس و ادراک متفاوتی از شرایط دمایی دارند؛ بااین‌وجود جهت فراهم شدن امکان بررسی، محققین شرایطی که ۸۰ درصد افراد از نظر احساس حرارتی توافق دارند مدنظر قرار می‌دهند (Nevins; 2006, Johansson 1973, Mc-Nall).

آسایش حرارتی تحت تأثیر شش عامل اصلی دما، میانگین دمای تابشی، سرعت هوا، بخار آب، فشار سطح، عایق و سطح متابولیک است. علاوه‌بر این، توسط چندین عامل ثانویه مانند جنسیت، سن، وضعیت سلامتی، شکل بدن، زمینه‌های فرهنگی و اجتماعی، انتظارات و تجربیات حرارتی، سطح سازگاری، نوسانات آب و هوایی روزانه، تیپ شخصیتی و فرصت‌های موجود برای اصلاح محیط‌های حرارتی مانند باز شدن یا بستن پنجره‌ها، حرکت به سمت یا دور از باد یا خورشید، و تغییر سطوح عایق و فعالیت تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Al-Khatri et al. , 2020). بنابراین طبق گفته اشری آسایش حرارتی را می‌توان شرایط ذهنی دانست که بیان‌کنندهٔ میزان رضایت افراد از شرایط محیط است. شرایط ذهنی در تعریف آن دلالت بر آمیختگی شرایط روحی و شرایط فیزیولوژی در احساسی با عنوان آسایش حرارتی دارد (هاشمی رفسنجانی و حیدری، ۱۳۹۷: ۴۷، بقایی و همکاران، ۱۳۹۴: ۶۰).

علاوه‌براین عوامل متعددی در ایجاد آسایش حرارتی مؤثر است، که درواقع آسایش حرارتی در یک محیط به چگونگی تعادل انسان با محیط حرارتی اطرافش بستگی دارد و وقتی افراد دربارهٔ احساس گرمی و سردی نظر خود را بیان می‌کنند، در اصل دربارهٔ میزان حرارتی که کسب یا از دست داده‌اند و همچنین کیفیت هوا قضاوت می‌نمایند. بنابراین مهم‌ترین عوامل محیطی در این قضاوت‌ها شامل دمای هوا، دمای تابشی، رطوبت نسبی، جریان هوا می‌باشد که ازجمله متغیرهای تأثیرگذار در مطلوبیت حصول آسایش حرارتی برای افراد خواهد بود (مرتهب، ۱۳۹۵: ۱۵). احساس آسایش در یک دمای مشخص به عوامل دیگری مانند نوع فعالیت بدن و میزان لباس(نرخ لباس) بستگی دارد؛ این بدان معناست که میزان دمای لازم برای افرادی که نشستن و مشغول مطالعه‌اند، نسبت به افرادی که در حال ورزش هستند بیشتر خواهد بود و همچنین افراد احساس ناراحتی می‌کند، اگر میزان رطوبت موجود در هوا زیاد یا بسیار کم باشد (حجازی زاده و کربلائی درئی، ۱۳۹۴: ۲۷).

سازگاری حرارتی

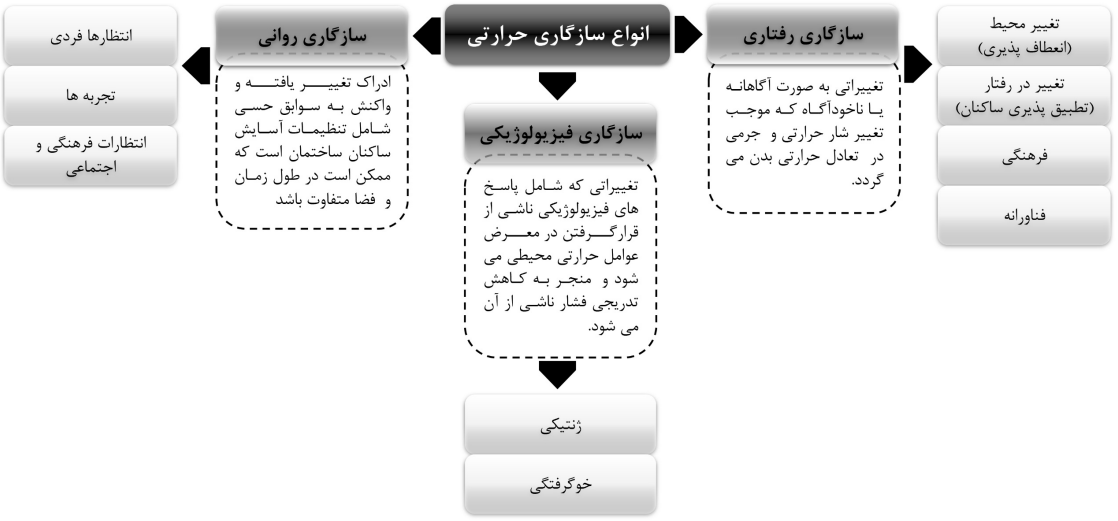
سازگاری در لغت‌نامه دهخدا، موافقت در کار و حسن سلوک معنی شده است. اما بنا بر اساس نظریه فرانسین، «سازگاری عبارت است از رفتار مفید و مؤثر آدمی در تطبیق با محیط فیزیکی و روانی به‌گونه‌ای‌که تنها با تغییرات محیطی همرنگ نگردد بلکه خود نیز در محیط تأثیر گذاشته و آن را به گونه مناسب تغییر دهد؛ به‌عبارت‌دیگر، سازگاری به توانایی تغییر رفتار در پاسخ به تغییرات محیطی اشاره دارد به‌طوری‌که فرد بین آنچه می‌خواهد و آنچه شرایط جدید در محیط برایش ایجاد کرده، توازن برقرار می‌کند" (عیالی و همکاران، ۱۳۹۸: ۳). همچنین واژه «سازگاری» را می‌توان به‌طورکلی به عنوان کاهش تدریجی پاسخ ارگانیسم به محرک‌های در معرض و تکرارشونده باشد و شامل هر فعالیتی است که یک محیط زندگی را بهبود می‌بخشد (ضابطیان طرقی و خیرالدین، ۱۳۹۸: ۵۱). در زمینه آسایش حرارتی شامل همه فرایندهایی که افراد برای برقراری ارتباط متناسب بین محیط و نیازهایشان انجام می‌دهند. در چنین قاعده‌ای سازگاری بر اساس سه موضوع تقسیم می‌شود: ۱. سازگاری فیزیولوژیکی، ۲. سازگاری رفتاری/ فیزیکی (جهت بازیابی شرایط آسایش)، ۳. سازگاری روانی/ روان‌شناسی (دمای آسایش مورد انتظار و دمای آسایشی که بدان عادت کردند، تحت تأثیر هوای داخل و خارج است) (شکل۱) (عبدالله زاده و همکاران، ۱۴۰۰: ۳۵). البته ازآنجایی‌که درک افراد از محیط متفاوت است، می‌توان گفت که عوامل روان‌شناختی بر درک حرارتی فضا و تغییرات آن مؤثر است (عبدالله زاده و همکاران، ۱۴۰۰: ۳۶).

مجال سازگاری حرارتی

اگر طراحان ساختمان راهکارهای معماری در راستای افزایش سازگاری فردی را در نظر بگیرند، در آن صورت تعداد افراد بیشتری می‌توانند در وضعیت رضایت حرارتی قرار گیرند. برای مثال خانه‌های چهارفصل در گذشته دارای دو قسمت تابستان نشین و زمستان نشین بودند و افراد در مواقع سرد و گرم سال از آن‌ها استفاده می‌کردند. چنین تدابیری که معمار آن را طراحی کرده و به سبب آن مردم بر سردی یا گرمی هوا به کمک معماری می‌توانستند غلبه کنند، مجال سازگاری نامیده می‌شود (مرتهب، ۱۳۹۵: ۴). (شکل ۲)

راهکارهای طراحان گذشته در اقلیم گرم و خشک شهر اصفهان

تحلیل نمودار بیوکلیماتیک شهر اصفهان اطلاعات مهمی را



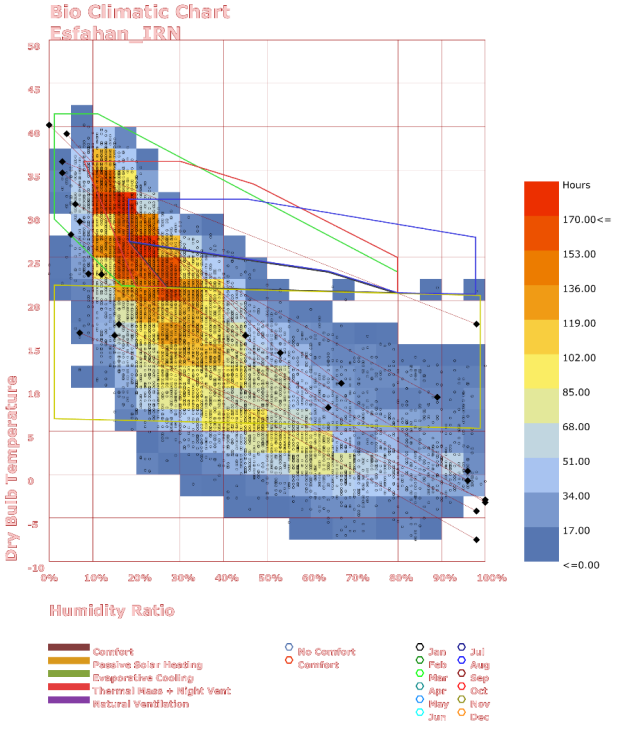
شکل ۱. انواع سازگاری حرارتی (نگارندگان بر گرفته از عبدالله زاده و همکاران، ۱۴۰۰: ۳۵؛ مرتهب و حیدری، ۱۴۰۱: ۱۰۳)

شکل ۲. راهکارهایی برای افزایش مجال سازگاری (ماخذ: نگارندگان بر گرفته از مرتهب، ۱۳۹۵: ۶-۱۴).

DOI: 10.22034/rau.2024.2044690.1102

در خصوص شرایط اقلیمی و استراتژی‌های طراحی پایدار در این منطقه ارائه می‌دهد. این شهر با اقلیم نیمه‌خشک، دارای تغییرات دمایی قابل توجهی در طول سال است، به‌طوری‌که دما از حدود منفی‌پنج درجه سانتی‌گراد در زمستان تا بیش از ۴۰ درجه در تابستان متغیر می‌باشد. رطوبت نسبی عموماً پایین بوده و در محدوده‌ای بین ۰٪ تا ۱۰۰٪ قرار دارد. منطقه آسایش حرارتی در مرکز نمودار، نشان‌دهنده شرایط مطلوب دما و رطوبت است، اما کوچک بودن این منطقه حاکی از محدود بودن شرایط آسایش طبیعی در اصفهان می‌باشد. (شکل ۳)

استراتژی‌های طراحی متعددی برای بهبود شرایط آسایش حرارتی در این اقلیم قابل استفاده است. گرمایش خورشیدی غیرفعال برای ماه‌های سردتر سال (احتمالاً از آبان تا اسفند) مؤثر بوده و استفاده از جهت‌گیری مناسب ساختمان، پنجره‌های رو به جنوب و مصالح با ظرفیت حرارتی بالا را ایجاب می‌کند. سرمایش تبخیری در ماه‌های گرم و خشک تابستان (خرداد تا شهریور) بسیار کارآمد است و می‌تواند از طریق استفاده از عناصر سنتی مانند حوض‌ها و فواره‌ها یا سیستم‌های مدرن سرمایش تبخیری اعمال شود. استراتژی جرم حرارتی همراه با تهویه شبانه برای بخش قابل توجهی از سال، به‌خصوص در فصول انتقالی (بهار و پاییز) مؤثر است و استفاده از مصالح سنگین مانند آجر و بتن را برای ذخیره سرما در شب و خنک نگه داشتن فضا در روز توصیه می‌کند. تحلیل نمودار همچنین نشان می‌دهد که تهویه طبیعی در برخی از ساعات روز در فصول معتدل می‌تواند مؤثر باشد، که این امر اهمیت طراحی دقیق پنجره‌ها و بازشوها را برای ایجاد جریان هوای مطبوع برجسته می‌سازد. نکات قابل توجه دیگر شامل تابستان‌های بسیار گرم و خشک با نیاز به استراتژی‌های سرمایشی قوی، زمستان‌های سرد با پتانسیل خوب برای استفاده از انرژی خورشیدی، تغییرات دمایی زیاد بین روز و شب که استفاده از جرم حرارتی را مؤثر می‌سازد، و رطوبت پایین در اکثر اوقات سال است که سرمایش تبخیری را به یک گزینه مناسب تبدیل می‌کند. بر اساس این تحلیل، توصیه‌های طراحی شامل استفاده از فرم‌های معماری سنتی مانند حیاط مرکزی، بادگیر و گنبد که با اقلیم منطقه سازگار هستند، عایق‌بندی مناسب برای جلوگیری از اتلاف حرارت در زمستان و نفوذ گرما در تابستان، استفاده از سایبان‌های متحرک برای کنترل تابش خورشید در فصول مختلف، طراحی فضاهای



شکل ۳. نمودار بیوکلیماتیک شهر اصفهان برگرفته از افزونه ابزارهای لیدی‌باگ در نرم‌افزار راینو سروس (ماخذ: نگارندگان).

نیمه‌باز مانند ایوان برای ایجاد میکروکلیمای مطلوب، و استفاده از رنگ‌های روشن در نمای خارجی برای بازتاب نور خورشید در تابستان می‌باشد. این نمودار بیوکلیماتیک ابزاری ارزشمند برای طراحان و معماران است تا بتوانند ساختمان‌هایی را طراحی کنند که با شرایط اقلیمی اصفهان سازگار بوده و آسایش حرارتی ساکنان را با حداقل مصرف انرژی تأمین کنند. (شکل ۴)

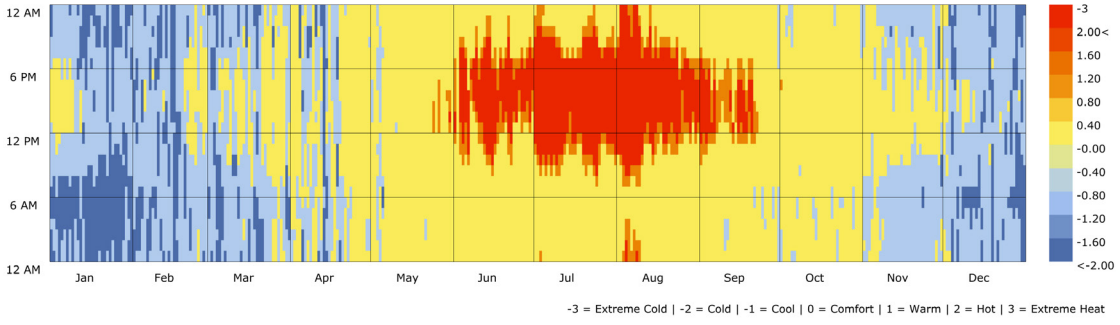
در تحلیل نمودار تخمین میانگین رای حرارتی کاربران در شهر اصفهان در خصوص شرایط آسایش حرارتی و تغییرات اقلیمی این شهر به‌وضوح چهارفصل متمایز را نشان می‌دهد، با زمستان‌هایی که عمدتاً با شرایط سرد تا خنک مشخص شده‌اند، بهاری که گذار تدریجی از خنک به گرم را نمایش می‌دهد، تابستان‌هایی با گرمای شدید، و پاییزی که شاهد کاهش تدریجی دما از شرایط معتدل به سرد است. این الگوی فصلی، همراه با تغییرات قابل توجه دما در طول شبانه‌روز، ویژگی‌های بارز اقلیم نیمه‌خشک اصفهان را به نمایش می‌گذارد. نمودار تخمین میانگین رای حرارتی همچنین نشان می‌دهد که دوره‌های آسایش حرارتی در فضای باز اصفهان محدود است. این شرایط مطلوب عمدتاً در اواخر بهار و اوایل پاییز، و در ساعات خاصی از روز (معمولاً صبح‌ها یا عصرها) رخ می‌دهند. در مقابل، تابستان‌ها با دوره‌های طولانی استرس گرمایی مشخص می‌شوند، به‌خصوص در ساعات میانی روز تا غروب آفتاب، درحالی‌که زمستان‌ها دوره‌های استرس سرمایی را نشان می‌دهند که عمدتاً در شب‌ها و اوایل صبح شدیدتر است. ماه‌های فروردین، اردیبهشت، مهر و آبان به‌عنوان دوره‌های انتقالی شناخته می‌شوند، با تغییرات سریع بین شرایط خنک و گرم در طول روز. این یافته‌ها کاربردهای مهمی در زمینه طراحی شهری و معماری دارند. نیاز به راهکارهای سایه‌اندازی مؤثر در تابستان، به‌ویژه برای فضاهای باز و نماهای ساختمان‌ها، اهمیت طراحی فضاهای باز انعطاف‌پذیر که قادر به تأمین شرایط آسایش در فصول و ساعات مختلف باشند، و لزوم توجه به راهکارهای گرمایشی برای فضاهای باز در زمستان، ازجمله نتایج مهم این تحلیل هستند. علاوه‌براین، اهمیت استفاده از مصالح با ظرفیت حرارتی مناسب برای تعدیل نوسانات دمایی روزانه نیز برجسته می‌شود. درمجموع، نمودار تخمین میانگین رای حرارتی ابزاری ارزشمند برای طراحان شهری و معماران فراهم می‌کند تا بتوانند استراتژی‌های طراحی مناسب برای بهبود شرایط آسایش حرارتی در فضاهای باز شهر اصفهان را توسعه دهند. هدف نهایی این رویکرد، افزایش قابلیت استفاده از فضاهای شهری در طول سال و درنتیجه، ارتقای کیفیت زندگی شهری است. این تحلیل همچنین می‌تواند به‌عنوان پایه‌ای

شکل ۴. راهکارهای طراحان گذشته در اقلیم گرم و خشک شهر اصفهان (نگارندگان بر گرفته از مرتهب، ۱۳۹۵: ۵۱-۵۵؛ قبادیان، ۱۴۰۰: ۷۰-۹۲؛ صدیق، ۱۴۰۱: ۱۱۶-۱۲۱).

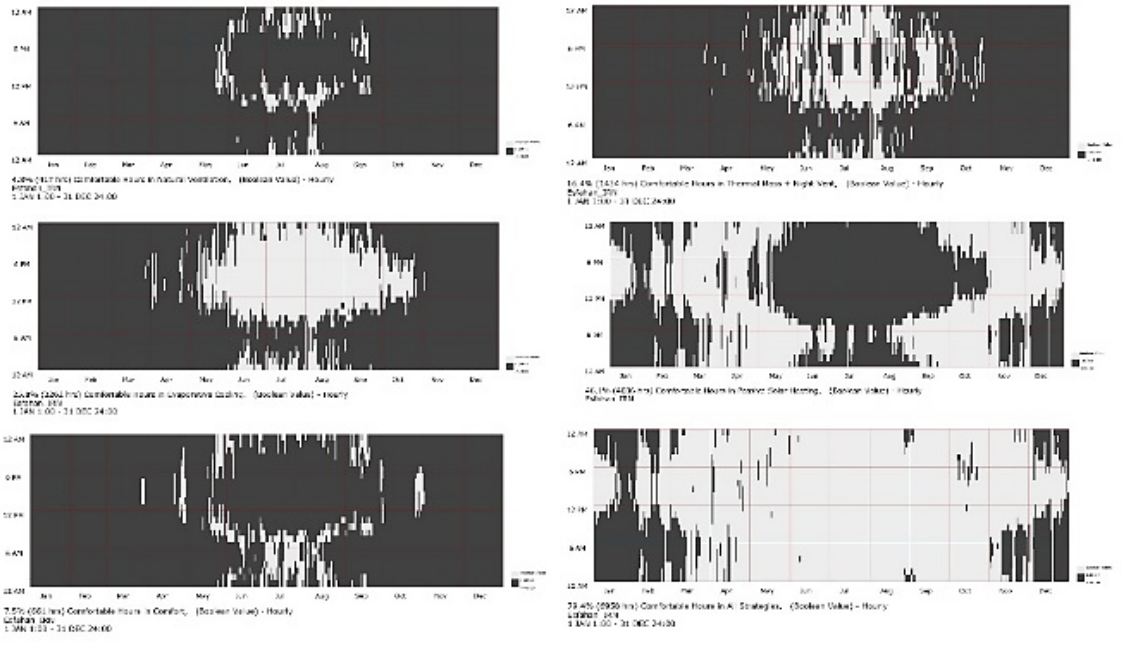
DOI: 10.22034/rau.2024.2044690.1102

برای مطالعات بیشتر در زمینه تأثیرات تغییرات اقلیمی بر شرایط آسایش حرارتی در فضاهای شهری و راهکارهای سازگاری با این تغییرات مورد استفاده قرار گیرد. (شکل ۵)

با تحلیل نمودارهای مرتبط با شرایط آب و هوایی شهر اصفهان می‌توان راهکار و ظرفیت‌های ممکن در حصول آسایش حرارتی را یافت. این نمودارها نشان‌دهنده برخی موارد همچون بهره‌گیری از راهکارهای غیر فعال در روند طراحی است. از تحلیل این نمودارها می‌توان به موارد ذیل دست یافت: الف) ۶۹۵۸ ساعت شرایط آسایش معادل ۷۹. ۴٪ کل سال / ۶۶۱ ساعت (۷/۵٪) ساعات سال شرایط آسایش در اصفهان به صورت طبیعی / ۴۰۳۶ ساعت (۴۶/۱٪) ایجاد آسایش با استفاده از راهکارهای غیرفعال خورشیدی که عمده تمرکز برای طراحان در این بخش را گوشزد می‌کند / ۲۲۶۲ ساعت (۲۵. ۸٪) امکان استفاده از راهکار سرمایش تبخیری / ۱۴۳۴ ساعت



شکل ۵. نمودار تخمین میزان رای حرارتی شهر اصفهان برگرفته از افزونه ابزارهای لیدی باگ در نرم‌افزار راینو سروس (نگارندگان).



شکل ۶. نمودارها به ترتیب از چپ به راست / از بالا به پایین راهکارهای مرتبط با تهویه طبیعی، جرم حرارتی و تهویه شبانه، رطوبت تبخیری، سامانه‌های خورشیدی غیرفعال، ظرفیت آسایش حرارتی موجود، افزایش ظرفیت‌های مرتبط با آسایش حرارتی با راهکارهای طراحی (نگارندگان).

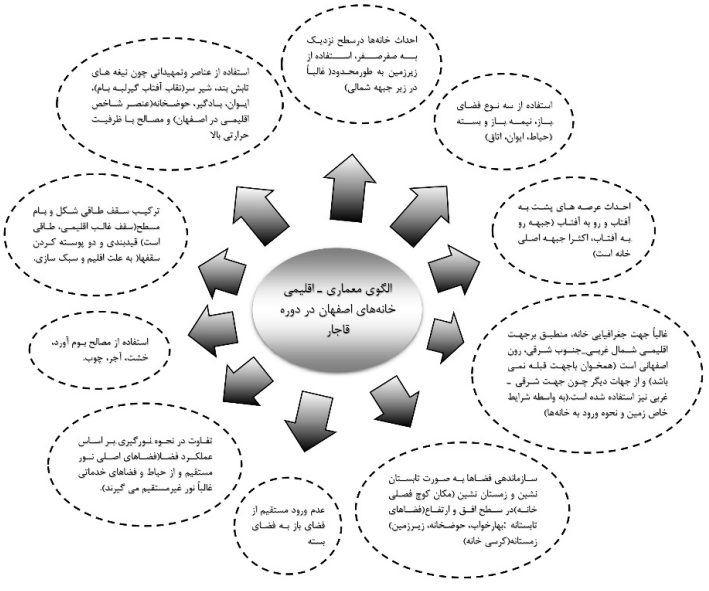
(۱۶٫۴٪) از طریق تهویه شبانه و توده گرمایی ساختمان / ۴۱۷ ساعت (۴٫۸٪) از طریق تهویه طبیعی در راستای تأمین شرایط آسایش حرارتی. (شکل ۶)

الگوی معماری خانه‌های دوره قاجار

با توجه به قرار گرفتن اصفهان در اقلیم نیمه گرم و خشک، بناها در بافت‌های تاریخی شهر اصفهان به صورت متراکم و فشرده بوده، اکثر خانه‌های اصفهان به شکل حیاط مرکزی (نوع درون‌گرا) و معمولاً به شیوه چهارفصل ساخته شده‌اند، جبهه شمالی غالباً به‌سوی نور جنوب (جبهه قبله) که مهم‌ترین و نمایان‌ترین جبهه آنها است. معمولاً بیشترین تزئینات و مهم‌ترین فضای خانه (شاه‌نشین) در آن واقع شده است. معمولاً در جبهه جنوبی(نَسرد) در بیشتر موارد فقط بدنه‌سازی نمای دیوار بیرونی نمایان می‌شود. پژوهش‌ها و تحقیقات میدانی نشان می‌دهد ساخت بادگیر در اصفهان از دوره صفویه در خانه‌ها دیده می‌شود (خانه آقاکمال، خانه باجغلی) اما نمونه‌های بسیاری از خانه‌های قاجاری هم بادگیر دارند، به دلیل اقلیم معتدل اصفهان، بادگیر بیشتر به صورت عنصری تجملی در خانه‌های برخی اعیان و اشراف استفاده شده است. همچنین ساخت فضاهایی چون سرداب (همچون کاشان و یزد) با توجه به بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی دیده نمی‌شود، تحقیقات نشان می‌دهند در خانه‌های یهودیان اصفهان فضایی به نام میقوِه وجود دارد که مانند پایاب در یزد است کاربرد این فضا به دلیل عوامل اقلیمی نبوده بلکه به علت فرهنگ یهودیان می‌باشد. به‌طورکلی می‌توان ویژگی‌های زیر را برای الگوی معماری ـ اقلیمی خانه‌های اصفهان برشمرد:

محدوده مورد مطالعه

ایران رتبه دهم جاذبه‌های تاریخی در آثار یونسکو را داراست، (پایگاه اینترنتی وزارت خارجه ایران). یکی از استان‌های تاریخی شاخص شهر اصفهان که در قرن ششم قبل از میلاد ایجاد شده، اصفهان (سپاهان) در قبل از اسلام به‌خصوص در زمان ساسانیان مرکز گردآمدن سپاهیان بوده است. دوران تاریخی مختلفی را پشت سر گذرانده و خوشبختانه بناهای تاریخی شاخصی از ادوار مختلف در آن بر جای مانده است (پایگاه اینترنتی اداره کل میراث فرهنگی گردشگری و صنایع استان اصفهان). اصفهان، شهری در قلب ایران، که در میان شهرهای ایران و جهان به خاطر بهره‌مندی از ویژگی‌های منحصربه‌فرد، آوازه بسیار دارد که ارزشمندی همین آثار تاریخی سبب متمایز شدن آن از سایر شهرها شده است و ضرورت توجه



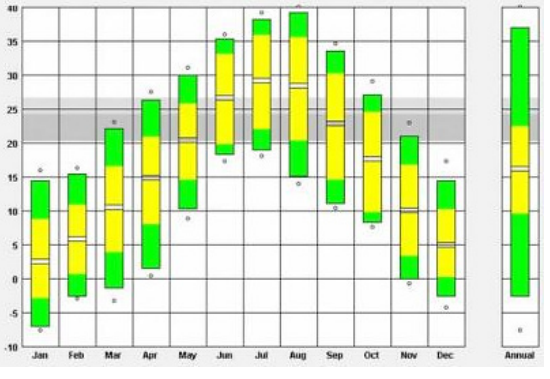
شکل ۷. الگوی معماری ـ اقلیمی خانه‌های اصفهان (نگارندگان، برگرفته قاسمی سیچانی و معماریان، ۱۳۸۹؛ قبادیان، ۱۴۰۰: ۷۰-۹۲؛ صدیق، ۱۴۰۱: ۱۳۹-۱۴۷)

DOI: 10.22034/rau.2024.2044690.1102

آن را دو برابر می‌کند(حلبیان و پور عیدی وندی، ۱۳۹۳). ایران از نظر تقسیم‌بندی اقلیمی در یک منطقه خشک از جهان قرار گرفته است و باوجوداین قاعده کلی که بیشتر نقاط ایران خشک و مقدار بارندگی بسیار کمتر از سایر نقاط جهان است ولی شرایط آب و هوایی متنوعی در ایران مشاهده می‌شود. ایران ازلحاظ آب و هوایی به چهار منطقه اقلیمی تقسیم می‌شود که شهر اصفهان در منطقه دشت‌های قلات قرار می‌گیرد. شهر اصفهان با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۹ دقیقه و ۴۰ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۸ دقیقه و ۳۰ ثانیه شمالی در نواحی کویری و مرکزی ایران واقع شده است، و دارای اقلیم گرم و خشک است (اداره کل هواشناسی استان اصفهان، ۱۳۹۴). همچنین دارای تابستان‌هایی با هوای گرم و خشک و زمستان‌هایی با هوای سرد و خشک می‌باشد. در این شهر بارندگی و رطوبت بسیار اندک و اختلاف درجه حرارت طی شبانه‌روز زیاد است و دارای پوشش گیاهی اندک و باد توأم با گردوغبار است (معاونت برنامه‌ریزی، فناوری اطلاعات شهرداری اصفهان،، ۱۳۹۴ ب). شهر اصفهان در تمامی فصول سال به غیر از تابستان جهت وزش بادهای غالب، غربی اما در فصل تابستان، شرقی می‌باشد (اداره کل هواشناسی استان اصفهان، ۱۳۹۴). (شکل ۸)

تبیین انتخاب و معرفی خانه‌های مورد مطالعه

دلیل انتخاب خانه‌های مورد مطالعه، همسویی با دوره انتخابی جهت تحلیل‌های مرتبط و امکان مراجعه در بازه‌های زمانی اختیاری و متفاوت جهت تسهیل برداشت و مطالعات میدانی، برداشت؛ عکس‌برداری و واکاوی در مکان است. خانه تاریخی



شکل ۸. نمودار محدوده دمایی سالانه شهر اصفهان (ماخذ: نرم‌افزار Climate Consultant).

کیانپور در تملک آقای هوشنگ کیانپور و دارای مالکیت خصوصی است. ورودی اصلی خانه از ساباط و سردر و هشتی تشکیل می‌شده که ساباط و سردر از بین رفته‌اند. توسط هشتی از قسمت جنوب غربی وارد میانسرا می‌شویم. ضلع شمال شامل تالار شاه‌نشین و اتاق‌هایی در طرفین است، پوشش شاه‌نشین به صورت تاق و تویزه و دارای تزئینات نقاشی روی گچ، آیینه‌کاری و گچ‌بری می‌باشد که با ارسی چوبی از فضای میانسرا جدا می‌شوند. اتاق‌های کناری شاه‌نشین به صورتی ساده طراحی شده‌اند و ارتباط میان شاه‌نشین و اتاق‌های جبهه شرقی و غربی را فراهم می‌کنند. اتاق‌های ضلع شرقی با سقف آسمانه پوشش داده شده‌اند و به لحاظ تزئینات دارای مقرنس و قطار بندی در طاقچه‌ها و اطراف سقف هستند. از دیگر فضاهای این ضلع می‌توان به مطبخ و چاه و دستک چاه اشاره نمود که در طول سال‌های قبل تغییراتی در آنها صورت گرفته و کاملاً از بین رفته است. اتاق‌های ضلع غربی نیز با همان سقف آسمانه پوشیده شده‌اند ولی به لحاظ تزئیناتی به صورتی ساده و بدون تزئیناتی خاص طراحی شده‌اند. اتاق ضلع جنوب به صورت پنج‌دری طراحی شده است و تنها فضای این ضلع را در طبقه همکف تشکیل می‌دهد. طبقه اول این ضلع دارای مهتابی و دو اتاق در طرفین بوده که اتاق ضلع غربی که بر روی سردر ورودی قرار داشته و شامل راه‌پله طبقه بالا هم می‌شده، تخریب گردیده است که در حال حاضر دسترسی به آنها از طریق راه‌پله از راهرو ورودی امکان‌پذیر می‌باشد (کیانپور، ۱۳۹۲: ۱۱۴-۱۱۵).

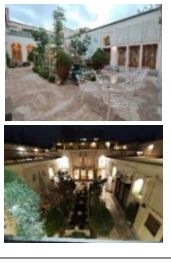
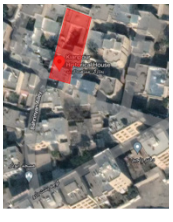
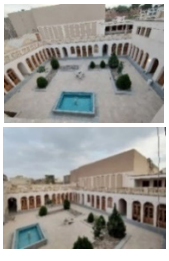
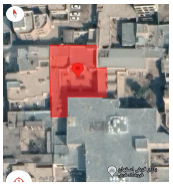
سرای بلقیس با مساحتی در حدود ۱۲۰۰ مترمربع و در بافت تاریخی شهر اصفهان واقع شده است، مجموعه موجود مشتمل بر دو خانه مجاور هم که توسط مالک فعلی خریداری و در دست احیا است. بنا در یک طبقه و دارای فضاهایی در سه جبهه حیاط مربع‌شکل خانه است در بخش شمال غربی فضاها به صورت دو نیمه‌طبقه اجرا شده است. دسترسی به حیاط خانه از طریق دالان هشتی ورودی تعبیه شده در گوشه شمالی میسر می‌شود. راه‌پله دسترسی به طبقه نیز از همین هشتی مجزا شده است. جبهه اصلی خانه در سمت شمال مشتمل بر فضای شاه‌نشین بوده که دارای فضایی طنبی در منتهی‌الیه ضلع شمالی است که توسط پنج‌دری به فضای تالار اصلی اشراف دارد. فضاهای کناری شاه‌نشین توسط راهروهای طرفین با این فضا ارتباط پیدا کرده و جبهه شمالی خانه را کامل می‌کند، تالار جبهه شمالی

خانه با عقب‌نشینی خاص خود جلوه ویژه به فضاهای خانه داده است. جبهه شرقی سه اتاق مرتبط با هم بوده که از طریق یک ایوان به حیاط دسترسی پیدا می‌کند. جبهه غربی خانه عموماً فضاهای خدماتی خانه را در خود جای داده است و شامل مطبخ و چاه و دستک چاه می‌باشد. نیم‌طبقه در ضلع غربی خانه یک فضای کاملاً مجزا بوده که دارای تمامی عناصر تشکیل‌دهنده خانه به صورت مختصر می‌باشد. قسمت دوم خانه قسمتی مجزا بوده که توسط مالک فعلی خریداری شده و جهت مرمت به قسمت قدیمی الحاق شده است. و مشتمل بر سه اتاق با سقف‌های تاق و چشمه است. که به لحاظ ساختاری متصل به اتاق‌های غربی حیاط اول است و سه جبهه دیگر کاملاً تخریب شده است و مالک درصدد احیا بر اساس شواهد موجود و تطبیق با فرم خانه است (اداره کل میراث فرهنگی گردشگری و صنایع استان اصفهان، ۱۳۹۴).

بحث و تشریح یافته‌ها

شبیه‌سازی انجام‌شده برای دو خانه تاریخی کیانپور و بلقیس در دی ؟چه سالی؟، تصویری جامع از عملکرد حرارتی این بناها در شرایط زمستانی ارائه می‌دهد. این مطالعه که بر روی زون قسمت شاه‌نشین هر دو خانه انجام شده، نشان می‌دهد که در صورت عدم توجه به مجال‌های سازگاری، هر دو ساختمان با چالش‌های جدی در تأمین آسایش حرارتی مواجه هستند، اما تفاوت‌های قابل توجهی نیز بین آنها وجود دارد. بدون بهره‌گیری از فرصت و مجال‌های سازگاری، دمای داخلی هر دو خانه پایین است. برای مثال، در اول دی ماه، دمای اتاق شاه‌نشین خانه بلقیس در ساعت ۹ صبح نسبت به همین دما در خانه کیانپور تفاوت حداقل ۱۰ درصدی دارد که می‌تواند ناشی از تفاوت در مصالح ساختمانی، جهت‌گیری یا طراحی معماری باشد. با گذشت زمان و سردتر شدن هوا، این دماها کاهش می‌یابند، به‌طوری‌که در ۳۰ دی‌ماه، دمای صبحگاهی کاهش تقریبی ۴۷ درصدی در هر دو خانه دارد، این در حالی است که با بهره‌گیری از رویکردهای طراحی مبتنی بر افزایش مجال سازگاری کاربران مانند استفاده از سیستم تهویه ترکیبی تأثیر چشمگیری بر دمای داخلی خانه به وجود می‌آید. در تاریخ اول دی و ساعت ۹ صبح، افزایش دمای اتاق شاه‌نشین در خانه بلقیس خانه کیانپور نشان‌دهنده بهبودی حدود ۳۶. ۷ درصدی برای خانه بلقیس و ۵۰. ۲ درصدی برای خانه کیانپور است. این تفاوت در درصد بهبود می‌تواند نشان‌دهنده کارایی بهتر سیستم تهویه ترکیبی در خانه کیانپور باشد. باوجوداین بهبود قابل توجه، شاخص‌های آسایش حرارتی تخمین میانگین رای حرارتی و تخمین درصد نارضایتی نشان می‌دهند که شرایط همچنان از وضعیت تعریف‌شده از معادلات کمّی فاصله دارد. این عامل با ترکیبی

جدول ۲. مشخصات خانه‌های مورد مطالعه (نگارندگان).

کد	نام بنا	مشخصات	تصویر	موقعیت در اصفهان	نشانی
۱	خانه کیانپور	قدمت: اوایل دوره قاجار و سبک اصفهانی عرصه: ۴۳۶ مترمربع طول و عرض و ارتفاع: (۲۷×۱۷/۵×۶/۵) مالک: هوشنگ کیانپور			استان اصفهان، شهرستان اصفهان، بخش مرکزی، خیابان چهارباغ پایین، محله پشت بارو (از محله‌های بافت تاریخی بیدآباد)، خیابان پشت بارو، کوچه شهید بحرینیان، انتهای بن‌بست دست راست پلاک ۷۶ و پلاک ثبتی ۴۲۹۰ بخش یک اصفهان واقع شده است.
۲	خانه بلقیس	قدمت: اواخر دوره قاجار عرصه: ۸/۶۶۷ مترمربع طول و عرض و ارتفاع: (۵۰×۳۴×۵/۷) مالک: ابراهیم کریمی دهکردی			استان اصفهان، شهرستان اصفهان، بخش مرکزی، خیابان چهارباغ پایین، کوچه رشتی‌ها، کوچه شهید سید اصغر قاضی عسگر، پلاک ۱۰ واقع شده است.

DOI: 10.22034/rau.2024.2044690.1102

از مجال‌های اختصاصی می‌تواند با سازگاری حرارتی کاربران، شرایط قابل قبول حرارتی (خارج از محدوده‌های متعارف دمایی آسایشی منتج از معادلات فیزیکی) را فراهم نماید. نکته مهم آنکه اگر کاربران، با چنین محدوده‌های دمایی به‌واسطه عامل سازگاری و مجال‌های اختصاصی، شرایط دمایی بالاتر یا پایین‌تر از حد بالا یا پایین دمای آسایش را پذیرا باشند، تأثیر محسوسی در مصرف انرژی رخ خواهد داد. تغییرات روزانه دما در هر دو خانه الگوی مشابهی را نشان می‌دهد. معمولاً دما در ساعت ۱۲ ظهر به اوج خود می‌رسد و سپس در ساعت ۱۵ کاهش می‌یابد. این الگو در هر دو حالت بهره‌گیری و عدم استفاده از مجال‌های سازگاری مشاهده می‌شود، اما تغییرات دامنه دمایی در حالت بهره‌گیری از مجال‌های سازگاری، کمتر است. برای مثال، در اول دی‌ماه، تغییرات دمایی در طول روز برای خانه بلقیس بدون بهره‌گیری از مجال سازگاری حدود ۱.۷ درصد است، درحالی‌که این عدد با بهره‌گیری از مجال سازگاری تنها ۱.۰ درصد است. این ثبات دمایی می‌تواند به آسایش بیشتر ساکنان کمک کند. با پیشروی فصل زمستان، روند کلی کاهشی در دمای داخلی هر دو خانه مشاهده می‌شود. از اول تا ۳۰ دی‌ماه، کاهش دمایی حدود ۴۷ درصد در هر دو خانه به شرط عدم بهره‌گیری از مجال‌های سازگاری دیده می‌شود. این در حالی است که در صورت بهره‌گیری از مجال سازگاری سیستم تهویه ترکیبی، این کاهش بسیار کمتر و حدود ۲ تا ۳ درصد است، که نشان‌دهنده توانایی سامانه در حفظ دمای نسبتاً ثابت علی‌رغم سردتر شدن هوای بیرون است. لازم‌به‌ذکر است در شرایط شبیه‌سازی از عوامل مرتبط با مجال سازگاری بهره‌گیری از تهویه ترکیبی در نظر گرفته شده؛ بدیهی است بهره‌گیری از سایر راهکارهای طراحی که به مدد معماری ایجاد شده است این شرایط را بیشتر بهبود می‌بخشد. شبیه‌سازی انجام شده برای جبهه جنوبی دو خانه تاریخی بلقیس و کیانپور در تیرماه، تصویر روشنی از چالش‌های حرارتی این بناها در فصل گرما ارائه می‌دهد. این مطالعه نشان می‌دهد که هر دو ساختمان با چالش‌های محسوسی در تأمین شرایط آسایش حرارتی مواجه هستند، اما تفاوت‌های قابل توجهی نیز بین آنها وجود دارد. در حالت استفاده عدم بهره‌گیری از مجال‌های سازگاری و صرفاً تهویه طبیعی، دمای داخلی بالایی خواهند داشت. برای مثال، در اول تیرماه، دمای جبهه جنوبی خانه بلقیس با دمای خانه کیانپور تفاوت اندکی نشان داشته و هر دو خانه در شرایط مشابهی قرار دارند. با گذشت زمان و گرم‌تر شدن هوا، این دماها افزایش می‌یابد، به‌طوری‌که در ۱۵ تیرماه، نشان‌دهنده افزایش حدود ۱۲٫۳ درصدی در خانه بلقیس و ۱۳٫۱ درصدی در خانه کیانپور است. استفاده از مجال‌های سازگاری و بهره‌گیری از سیستم تهویه ترکیبی تأثیر چشمگیری بر دمای داخلی دارد. در ه تاریخ اول تیر و ساعت ۱۵، نشان‌دهنده بهبودی حدود ۱۶٫۷ درصدی برای خانه بلقیس و ۱۱٫۷ درصدی برای خانه کیانپور است. این تفاوت در درصد بهبود می‌تواند اثباتی بر بهره‌گیری از مجال‌های سازگاری در طراحی و نشان‌دهنده کارایی بهتر سیستم تهویه ترکیبی در خانه بلقیس باشد. شاخص‌های آسایش حرارتی تخمین میانگین رای حرارتی و تخمین درصد نارضایتی تصویر دقیق‌تری از شرایط ارائه می‌دهند. در حالت عدم تعریف مجال سازگاری، مقادیر تخمین میانگین رای حرارتی در اوج گرما به شرایط بسیار گرم و ناراحت‌کننده می‌رسد. با تعریف و بهره‌گیری از مجال سازگاری، این مقادیر در هر دو خانه کاهش می‌یابد که نشان‌دهنده بهبودی حدود ۸۵ درصدی در خانه بلقیس و ۶۵ درصدی در خانه کیانپور است. این بهبود قابل توجه در شاخص تخمین میانگین رای حرارتی منعکس‌کننده تأثیر مثبت افزایش مجال سازگاری در کاهش احساس گرما است. مقادیر تخمین درصد نارضایتی نیز تغییرات چشمگیری را نشان می‌دهد. در حالت عدم تعریف مجال سازگاری، تخمین درصد نارضایتی در اوج گرما، نقض‌کننده تعریف آسایش حرارتی است؛ به این معنا که بیش از ۲۰ درصد ساکنان از شرایط حرارتی ناراضی هستند. با استفاده از مجال‌های سازگاری، این مقدار در خانه بلقیس به حدود ۱۹ درصد و در خانه کیانپور به حدود ۳۵ درصد می‌رسد. این بهبود قابل توجه حداقل ۸۱ درصد - تأیید حصول آسایش حرارتی- در خانه بلقیس و حداقل ۶۵ درصد در خانه کیانپور احساس آسایش حرارتی دارند. دلیل آنکه این میزان به عنوان حداقل درصد رضایت در نظر گرفته می‌شود این است که مجال‌های سازگاری و اختصاصی همچون میزان عایق لباس و میزان فعالیت نیز به این موضوع اضافه می‌شود و درصد رضایت حرارتی را افزایش می‌دهد. تغییرات روزانه دما نیز در هر دو خانه الگوی مشابهی را نشان می‌دهد. معمولاً دما از صبح تا بعدازظهر افزایش می‌یابد. این الگو در هر دو حالت بهره‌گیری یا عدم استفاده از مجال‌های سازگاری مشاهده می‌شود، اما تغییرات در حالت بهره‌گیری از مجال‌های سازگاری بسیار کمتر است. برای مثال، در ۱۵ تیرماه، تغییرات دمایی در طول روز

برای خانه بلقیس بدون مجال سازگاری حدود ۲٫۹ درصد است، درحالی‌که این رقم در حالت بهره‌گیری از مجال سازگاری تنها ۰٫۲ درصد است. با پیشروی فصل تابستان، روند کلی افزایشی در دمای داخلی هر دو خانه مشاهده می‌شود، اما این روند در اواخر تیرماه معکوس می‌شود. از ۱ تا ۳۰ تیرماه، در حالت عدم تعریف مجال سازگاری، افزایش دمایی حدود ۸٫۳ درصد در خانه بلقیس و ۸٫۶ درصد در خانه کیانپور دیده می‌شود. این در حالی است که در صورت بهره‌مندی از مجال‌های سازگاری، این افزایش بسیار کمتر و حدود ۰٫۶ درصد در خانه بلقیس و ۲٫۲ درصد در خانه کیانپور است، که نشان‌دهنده توانایی سیستم در حفظ دمای نسبتاً ثابت علی‌رغم گرم‌تر شدن هوای بیرون است.

بنا بر آنچه گفته شد، بهره‌گیری از راهکارهای مبتنی بر افزایش مجال سازگاری همسو با غیرفعال نبودن کاربران در کنترل شرایط محیطی، می‌تواند علاوه‌بر حصول آسایش حرارتی بر مبنای عامل سازگاری ساکنان که می‌تواند در زیرمجموعه‌های سازگاری فیزیکی / فیزیولوژیکی / روان‌شناختی قرار گیرد ـ که تفکیک نوع عامل سازگاری از اهداف این پژوهش نیست.

جدول ۳. تحلیل شرایط بهره‌گیری یا عدم استفاده از مجال سازگاری در زمستان نشین و تابستان نشین خانه کیانپور و سرای بلقیس برگرفته از نرم‌افزار اکوتکت (نگارندگان).

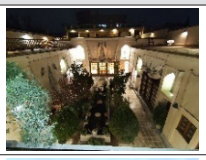
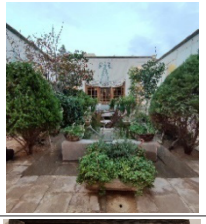
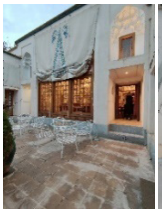
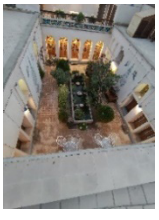
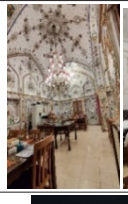
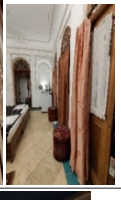
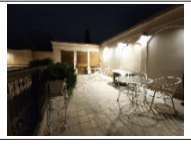
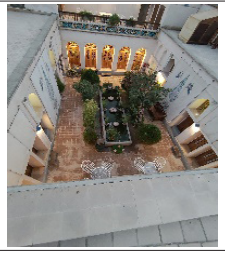
دی ماه																							
ساختمان	فضا		۱ دی						۱۵ دی						۳۰ دی					
			تهویه طبیعی			تهویه ترکیبی			تهویه طبیعی			تهویه ترکیبی			تهویه طبیعی			تهویه ترکیبی		
			9:00 AM	12:00 PM	15:00 PM	9:00 AM	12:00 PM	15:00 PM	9:00 AM	12:00 PM	15:00 PM	9:00 AM	12:00 PM	15:00 PM	9:00 AM	12:00 PM	15:00 PM	9:00 AM	12:00 PM	15:00 PM
بلقیس	زمستان نشین	PMV	-2.21	-1.96	-2.58	-0.93	-0.73	-1.01	-2.79	-2.23	-2.45	-0.66	-0.28	-0.33	-2.75	-2.36	-2.58	-0.71	-0.63	-0.95
کیان پور	زمستان نشین	PMV	-2.49	-2.16	-2.48	-0.82	-0.43	-0.67	-2.85	-2.50	-2.40	-1.04	-0.83	-0.92	-2.93	-2.55	-2.55	-1.19	-0.90	-0.90
ساختمان	فضا		تیر ماه																	
			۱ تیر						۱۵ تیر						۳۰ تیر					
			تهویه طبیعی			تهویه ترکیبی			تهویه طبیعی			تهویه ترکیبی			تهویه طبیعی			تهویه ترکیبی		
			9:00 AM	12:00 PM	15:00 PM	9:00 AM	12:00 PM	15:00 PM	9:00 AM	12:00 PM	15:00 PM	9:00 AM	12:00 PM	15:00 PM	9:00 AM	12:00 PM	15:00 PM	9:00 AM	12:00 PM	15:00 PM
بلقیس	تابستان نشین	PMV	1.83	2.03	2.25	0.46	0.47	0.48	3.21	3.43	3.56	0.49	0.49	0.51	2.76	2.96	3.10	0.49	0.49	0.50
کیان پور	تابستان نشین	PMV	1.92	2.07	2.22	0.95	0.96	0.99	3.38	3.56	3.62	1.24	1.25	1.28	2.88	3.04	3.14	1.15	1.16	1.19

جدول ۴. تحلیل راهکارهای معماری ابنیه سنتی مبتنی بر افزایش مجال سازگاری در اقلیم گرم و خشک اصفهان.

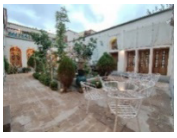
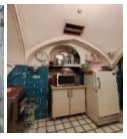
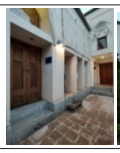
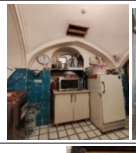
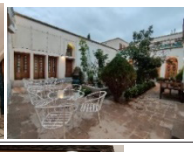
الگوی معماری ـ اقلیمی ابنیه سنتی در اصفهان(منطبق بر نمونه موردی: در خانه‌های دوران قاجار)		
مجال‌های سازگاری	بلقیس	کیانپور
احداث خانه‌ها در سطح نزدیک به صفرصفر، استفاده از زیرزمین به طور محدود (غالباً در زیر جبهه شمالی)	✓	×
استفاده از سه نوع فضای باز، نیمه‌باز و بسته (حیاط، ایوان، اتاق)	✓	✓
احداث عرصه‌های پشت به آفتاب و رو به آفتاب (جبهه رو به آفتاب، اکثراً جبهه اصلی خانه است)	✓	✓
غالباً جهت جغرافیایی خانه، منطبق برجهت اقلیمی شمال غربی_جنوب شرقی، رون اصفهانی است (همخوان با جهت قبله نمی‌باشد) و از جهات دیگر چون جهت شرقی ـ غربی نیز استفاده شده است. (به‌واسطه شرایط خاص زمین و نحوه ورود به خانه‌ها)	×	×
سازمان‌دهی فضاها به صورت تابستان نشین و زمستان نشین (مکان کوچ فصلی خانه) در سطح افق و ارتفاع(فضاهای تابستانه: بهارخواب، حوض‌خانه، زیرزمین) زمستانه (کرسی‌خانه)	✓	✓
عدم ورود مستقیم از فضای باز به فضای بسته	✓	×
تفاوت در نحوه نورگیری بر اساس عملکرد فضا (فضاهای اصلی نور مستقیم و از حیاط و فضاهای خدماتی غالباً نور غیرمستقیم می‌گیرند).	✓	✓
استفاده از مصالح بوم آورد، خشت، آجر، چوب	✓	✓
ترکیب سقف طاقی شکل و بام مسطح(سقف غالب اقلیمی، طاقی است) قیدبندی و دو پوسته کردن سقف‌ها) به علت اقلیم و سبک‌سازی.	✓	✓
استفاده از عناصر و تمهیداتی چون تیغه‌های تابش بند، شیر سر (نقاب آفتاب‌گیر لبه بام)، ایوان، بادگیر، حوض‌خانه (عنصر شاخص اقلیمی در اصفهان) و مصالح با ظرفیت حرارتی بالا احداث ایوان در حدفاصل فضاهای خارجی و داخلی به‌ویژه در جبهه رو به آفتاب	✓	✓

DOI: 10.22034/rau.2024.2044690.1102

جدول ۵. تحلیل راهکارهای طراحان گذشته در اقلیم گرم و خشک شهر اصفهان برای افزایش مجال سازگاری در خانه کیانپور.

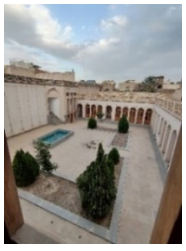
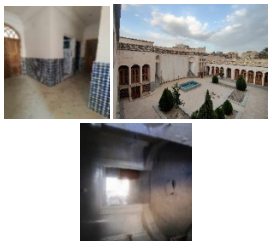
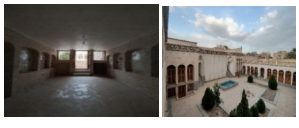
خانه کیانپور				
کد	ویژگی		توضیحات	عکس
۱	حیاط مرکزی			
۲	حوض آب و گیاه در حیاط‌های مرکزی	سرمایش تبخیری	حوض آب در حیاط	
		آب و گیاهان	-طراحی حوض آب در جبهه شمالی حیاط مرکزی روبروی شاه‌نشین -طراحی باغچه‌ها و درختان	
۳	گودال باغچه		×	×
۴	کنترل پلان		-طراحی شاه‌نشین در جبهه شمالی ساختمان -طراحی اتاق‌های خواب در جبهه شرقی ساختمان -طراحی مطبخ و اتاق‌های فرعی در جبهه غربی ساختمان - تعدادی اتاق در جبهه جنوبی ساختمان -طراحی دالان یا هشتی میان ورودی و بخش مرکزی خانه	 
۵	زیرزمین (در اکثر خانه‌ها)		×	×
۶	سقف بناها (ارتفاع)	کنترل ارتفاع	-اتاق‌های فرعی ارتفاع کوتاه‌تری داشتند -اتاق شاه‌نشین در جبهه شمالی ساختمان با ارتفاع بلندتر نسبت به سایر اتاق‌ها -درمجموع اکثر اتاق‌ها ارتفاع بلندی دارند	 
۷	تابستان خواب		سقف به عنوان تابستان خواب	
۸	نقل‌مکان در بنا (ساختمان به صورت دو فضاهای تابستان نشین و زمستان نشین)	نقل‌مکان در بنا (عمودی)	×	
		نقل‌مکان در بنا (افقی)	-استفاده از نور شرق(صبحگاه) برای مطبخ (در جبهه غربی) -قرارگیری اتاق‌های خواب در جبهه شرقی برای خواب آرام‌تر و جلوگیری از نور صبح (شرق) -قرارگیری شاه‌نشین در جبهه شمالی برای استفاده از نور جنوب و اتاق‌های زمستان نشین -قرارگیری اتاق‌های تابستان نشین جنوب ساختمان	

جدول ۵. تحلیل راهکارهای طراحان گذشته در اقلیم گرم و خشک شهر اصفهان برای افزایش مجال سازگاری در خانه کیانپور.

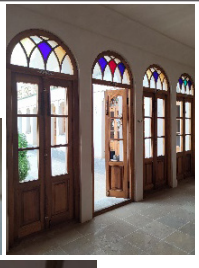
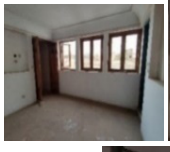
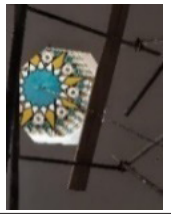
۹	فضاهای نورگیر در بخش‌های مختلف ساختمان جهت بهره‌مندی از تمام نور روز	تعبیه فضاهای نورگیر	-پنجره‌ها و درهای نورگیر -نورگیرهای سقفی	 
		قابل کنترل بودن نورگیر	-بازشو بودن پنجره‌ها و درها	
۱۰	زاویه ارتفاع خورشید	سایه‌اندازی	-حیاط مرکزی -ارتفاع حیاط پایین‌تر از کف ساختمان -درختان -ارتفاع ساختمان	
		استفاده از تفاوت زاویه خورشید در زمستان و تابستان	-عقب‌نشینی درها و پنجره‌ها به میزان معین نسبت به بدنه اصلی رو به حیاط به عنوان سایه‌بان در تابستان و عدم جلوگیری از ورود نور و گرما در زمستان	
		جذب انرژی خورشیدی	×	×
۱۱	فضاهای تهویه در بخش‌های مختلف ساختمان	تهویه طبیعی	- پنجره‌های بازشو - پنجره‌های سقفی	 
۱۲	مصالح به‌کاررفته		استفاده از آجر، خشت، گچ و...	
۱۳	پوسته ساختمان		-دیوارهای ضخیم از جنس خشت و آجر -ضخامت سقف -عقب‌نشینی ورودی نسبت به بر گذر	
۱۴	جزئیات بنا	ایوان	×	×
		پایاب یا سرداب	×	×
		بادگیر	×	×
۱۵	جهت‌گیری بنا		رون راسته	

DOI: 10.22034/rau.2024.2044690.1102

جدول ۵. تحلیل راهکارهای طراحان گذشته در اقلیم گرم و خشک شهر اصفهان برای افزایش مجال سازگاری در خانه بلقیس.

خانه بلقیس				
کد	ویژگی		توضیحات	عکس
۱	حیاط مرکزی			
۲	حوض آب و گیاه در حیاط‌های مرکزی	سرمایش تبخیری	حوض و فواره در حیاط	
		آب و گیاهان	-طراحی حوض آب در جبهه شمالی حیاط مرکزی روبروی شاه‌نشین -طراحی باغچه‌ها و درختان با کشیدگی غربی، شرقی و جنوبی ساختمان	
۳	گودال باغچه		حیاط مرکزی ۶ پله پایین‌تر از سطح ورودی است.	
۴	کنترل پلان		-طراحی شاه‌نشین در جبهه شمالی ساختمان -طراحی اتاق‌های خواب در جبهه شرقی ساختمان -طراحی مطبخ و اتاق‌های فرعی در جبهه غربی ساختمان -طراحی اسطبل و سرویس‌های بهداشتی و تعدادی اتاق در جبهه جنوبی ساختمان -طراحی دالان یا هشتی میان ورودی و بخش مرکزی خانه	
۵	زیرزمین (در اکثر خانه‌ها)		در قسمت شمالی و زیر شاه‌نشین	
۶	سقف بناها (ارتفاع)	کنترل ارتفاع	-اتاق‌های غربی ارتفاع کوتاه‌تر -اتاق‌های جنوبی در قسمت‌های اصلی ارتفاع بلندتر -اتاق‌های فرعی ارتفاع کوتاه‌تری داشتند -اتاق اسطبل ارتفاع زیاد -اتاق شاه‌نشین در جبهه شمالی ساختمان با ارتفاع بلند و کف بالاتر	

جدول ۵. تحلیل راهکارهای طراحان گذشته در اقلیم گرم و خشک شهر اصفهان برای افزایش مجال سازگاری در خانه بلقیس.

۷	تابستان خواب		سقف طبقه همکف به عنوان تابستان خواب	
۸	نقل‌مکان در بنا (ساختمان به صورت دو فضاهای تابستان نشین و زمستان نشین)	نقل‌مکان در بنا (عمودی)	-طراحی زیرزمین ۱۲۰ سانتی‌متر پایین‌تر از سطح حیاط مرکزی برای استفاده هم‌زمان از نور و تهویه طبیعی و کاهش دما در روزهای گرم سال -ساختمان فقط در جبهه غربی دارای دو طبقه و در بقیه جبهه‌ها یک طبقه می‌باشد.	
		نقل‌مکان در بنا (افقی)	-استفاده از نور شرق(صبحگاه) برای مطبخ (در جبهه غربی) -قرارگیری اتاق‌های خواب در جبهه شرقی برای خواب آرام‌تر و جلوگیری از نور صبح (شرق) -قرارگیری شاه‌نشین در جبهه شمالی برای استفاده از نور جنوب و اتاق‌های زمستان نشین -قرارگیری سرویس‌های بهداشتی و اتاق‌های تابستان نشین و اسطبل در جنوب ساختمان	
۹	فضاهای نورگیر در بخش‌های مختلف ساختمان جهت بهره‌مندی از تمام نور روز	تعبیه فضاهای نورگیر	-پنجره‌ها و درهای نورگیر -نورگیرهای سقفی	  
		قابل‌کنترل بودن نورگیر	-بازشو بودن پنجره‌ها و درها	
۱۰	زاویه ارتفاع خورشید	سایه‌اندازی	-حیاط مرکزی -ارتفاع حیاط پایین‌تر از کف ساختمان -درختان -ارتفاع ساختمان	
		استفاده از تفاوت زاویه خورشید در زمستان و تابستان	-عقب‌نشینی درها و پنجره‌ها به میزان معین نسبت به بدنه اصلی رو به حیاط به عنوان سایه‌بان در تابستان و عدم جلوگیری از ورود نور و گرما در زمستان	
		جذب انرژی خورشیدی	×	×
۱۱	فضاهای تهویه در بخش‌های مختلف ساختمان	تهویه طبیعی	- پنجره‌های بازشو - پنجره‌های سقفی	

DOI: 10.22034/rau.2024.2044690.1102

جدول ۵. تحلیل راهکارهای طراحان گذشته در اقلیم گرم و خشک شهر اصفهان برای افزایش مجال سازگاری در خانه بلقیس.

۱۲	مصالح به‌کاررفته		استفاده از آجر، خشت، گچ و...	
۱۳	پوسته ساختمان		-دیوارهای ضخیم از جنس خشت و آجر -ضخامت سقف -عقب‌نشینی ورودی نسبت به بر گذر	
۱۴	جزئیات بنا	ایوان	×	×
		پایاب یا سرداب	در زیرزمین با ارتفاع کوتاه و دارای محفظه	
		بادگیر	×	×
۱۵	جهت‌گیری بنا		رون کرمانی	

جدول ۶. مقایسهٔ دو خانه کیانپور و بلقیس از لحاظ امتیاز طراحی با رویکرد مجال سازگاری.

ردیف	ویژگی‌ها	خانه کیانپور	خانه بلقیس
۱	تهویه طبیعی	✓	✓
۲	سرمایش تبخیری	✓	✓
۳	سایه‌اندازی	✓	✓
۴	پوسته ساختمان	✓	✓
۵	جهت‌گیری	×	×
۶	کنترل ارتفاع	✓	✓
۷	کنترل پلان	✓	✓
۸	آب و گیاهان	✓	✓
۹	نقل‌مکان در بنا (عمودی)	×	✓
۱۰	نقل‌مکان در بنا (افقی)	✓	✓
۱۱	تعبیه فضاهای نورگیر	✓	✓
۱۲	قابل‌کنترل بودن نورگیر	✓	✓
۱۳	استفاده از تفاوت زاویه خورشید در زمستان و تابستان	✓	✓
۱۴	جذب انرژی خورشیدی	×	×
۱۵	ایوان	×	×
۱۶	گودال باغچه	×	✓
۱۷	پایاب یا سرداب	×	✓
۱۸	تابستان خواب	✓	✓
۱۹	بادگیر	×	×
	جمع‌بندی	۱۲	۱۵

نتیجه‌گیری

بهره‌گیری از راهکارهای معمارانه در راستای افزایش مجال سازگاری کاربران، نه‌تنها در خانه‌های سنتی اقلیم گرم و خشک ایران، بلکه در مسکن امروز نیز نقش بسیار مهمی در بازتعریف محدوده‌های کمّی آسایش حرارتی دارد. سازگاری مفهومی کیفی است که در ابعاد فیزیکی، فیزیولوژیکی و روان‌شناختی به کاربر در تأمین آسایش و حصول رضایت حرارتی کمک بسزایی می‌کند. در این پژوهش با بهره‌گیری از شبیه‌سازی، می‌توان تأثیر بهره‌گیری از مجال سازگاری را به‌خوبی دریافت؛ نکته مهم، یافتن راه‌حل‌ها و راهکارهای همسو با این مفهوم است که در ابنیه سنتی ایران، همساز با اقلیم، به طرز مشهودی قابل واکاوی است. با افزودن هرچه بیشتر این راهکارها، تخمین افزایش رضایت حرارتی کاربران امری قابل تعمیم در مسکن امروز نیز هست. علاوه‌بر آنچه گفته شد، با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان پیشنهادهایی برای بهبود شرایط حرارتی خانه‌های تاریخی (در صورت بازسازی و بهره‌گیری مجدد از آنها) یا خانه‌های امروزی ارائه داد. در زمستان، بهبود عایق‌بندی ساختمان‌ها می‌تواند به حفظ گرما کمک کند و احتمالاً منجر به کاهش ۲۰ تا ۳۰ درصدی اتلاف حرارتی شود. استفاده از سیستم‌های گرمایشی کارآمدتر یا افزایش ظرفیت گرمایشی سیستم فعلی می‌تواند دمای داخلی را ۳ تا ۵ درجه افزایش دهد که می‌تواند منجر به بهبود ۱۵ تا ۲۰ درصدی در

شاخص تخمین میانگین رای حرارتی شود. همچنین، بررسی امکان استفاده از روش‌های غیرفعال خورشیدی برای گرمایش در طول روز می‌تواند راهکار مؤثری باشد و پتانسیل افزایش ۱۰ تا ۱۵ درصدی دمای داخلی را در ساعات آفتابی دارد. از سویی دیگر در تابستان نیز، بهبود سایه‌اندازی و استفاده از پوشش‌های گیاهی می‌تواند به کاهش دمای سطوح خارجی کمک کند و احتمالاً منجر به کاهش ۵ تا ۱۰ درصدی دمای داخلی شود. استفاده از مصالح با ظرفیت حرارتی بالا در بازسازی‌ها می‌تواند به تعدیل نوسانات دمایی کمک کند و پتانسیل کاهش ۳ تا ۵ درجه‌ای دمای داخلی در ساعات اوج گرما را دارد. همچنین، بهینه‌سازی سیستم تهویه ترکیبی با تمرکز بر کاهش رطوبت می‌تواند منجر به بهبود ۱۰ تا ۱۵ درصدی در شاخص تخمین میانگین رای حرارتی شود. درنهایت، باید توجه داشت که این شبیه‌سازی محدود به اتاق‌های جبهه شمالی و جنوبی در قالب زمستان نشین و تابستان نشین، ممکن است نماینده کامل عملکرد حرارتی کل ساختمان نباشد. عواملی مانند رطوبت، سرعت هوا و تابش که بر آسایش حرارتی تأثیر می‌گذارند، در این داده‌ها گزارش نشده‌اند و می‌توانند تأثیر قابل توجهی بر نتایج داشته باشند. بااین‌حال، این مطالعه به‌وضوح نشان می‌دهد که بهینه‌سازی انرژی و بهبود سیستم‌های گرمایشی در ساختمان‌های تاریخی امری ضروری است و می‌تواند منجر به بهبود قابل توجهی در شرایط آسایش حرارتی ساکنان شود. با توجه به آنچه گفته شد، مطالعات و بخش‌های تخصصی دیگری همسو با این پژوهش وجود دارد که می‌تواند در پژوهش‌های آینده مورد سنجش و ارزیابی قرار گیرد و به عنوان موضوعات مطالعاتی همسو با افزایش مجال سازگاری در راستای حصول آسایش و رضایت حرارتی جهت مطالعات آینده به پژوهشگران این حوزه پیشنهاد می‌گردد.

پی‌نوشت‌ها

1. Ecotect
2. Ladybug Tools
3. Rhinoceros
4. Predicted Mean Vote (PMV)
5. Predicted Percentage of Dissatisfied
6. PMV
7. Thermal Sensation Vote (TSV)

فهرست منابع

اداره کل میراث فرهنگی گردشگری و صنایع استان اصفهان (۱۳۹۴).
اداره کل هواشناسی استان اصفهان (۱۳۹۴)، نمایه اقلیمی اصفهان.
بقایی، پرهام؛ انصاری، مجتبی؛ بمانیان، محمدرضا؛ فیاض، ریما (۱۳۹۴)، محدوده آسایش حرارتی در فضای باز مسکونی سنتی شهر یزد، نشریه *هویت شهر*، ۹(۲۳)، ۵۹-۷۲.
حجازی زاده، زهرا؛ کربلایی درئی، علیرضا (۱۳۹۴)، آسایش حرارتی در ایران، نشریه *جغرافیا*، ۱۳ (دوره جدید)(۴۶)، ۲۱-۳۹.
حلبیان، امیرحسین؛ پورعیدی وند، لاله (۱۳۹۳)، روند شاخص اقلیمی گردشگری در شهر اصفهان، نشریه *مطالعات مدیریت گردشگر*، ۲۷(۹)، ۱۴۳-۱۶۴.
حیدری، شاهین؛ منعام، علیرضا (۱۳۹۲)، ارزیابی شاخصه‌های آسایش حرارتی در فضای باز، نشریه *جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای*، ۱۱(۱)، ۱۹۷-۲۱۶.
حیدری، شاهین (۱۳۹۸)، *سازگاری حرارتی در معماری نخستین گام در صرفه‌جویی مصرف انرژی*، چاپ دوم، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
قبادیان، وحید (۱۴۰۰)، *تحلیل اقلیمی ساختمان‌های پایدار سنتی در ایران*، چاپ یازدهم، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
صدیق، مرتضی (۱۴۰۱)، *بوم و اقلیم ایران به زبان تصویر*، چاپ ششم، ویرایش دوم، تهران: سروش دانش.
ضابطیان طرقی، الهام؛ خیرالدین، رضا (۱۳۹۸)، سنجش ارتباط بین سازگاری روانی در جهت نیل به آسایش حرارتی با حس مکان در فضاهای شهری (نمونه موردی: میدان امام خمینی و امام حسین شهر تهران)، نشریه *هویت شهر*، ۱۳(۳۹)، ۴۷-۶۲.
عبداله زاده، سیده مهسا؛ حیدری، شاهین؛ عینی‌فر، علیرضا (۱۴۰۰)، بررسی سازگاری حرارتی در آپارتمان‌های اقلیم گرم و خشک: مطالعه آسایش و رفتار حرارتی در آپارتمان‌های شیراز، نشریه *نقش جهان - مطالعات نظری و فناوری‌های نوین معماری و شهرسازی*، ۱۱(۳)، ۳۳-۴۸.
عیالی، حامد؛ کشمیری، هادی؛ موحد، خسرو (۱۳۹۸)، بررسی سازگاری رفتار حرارتی ساکنان آپارتمان در راستای دستیابی به آسایش حرارتی در ماه‌های گرم (مطالعه موردی: شهر شیراز)، نشریه *معماری و شهرسازی پایدار*، ۷(۱)، ۱-۱۲.
قاسمی سیچانی، مریم؛ معماریان، غلامحسین (۱۳۸۹)، گونه‌شناسی خانه دوره قاجار در اصفهان، هویت شهر، ۴(۷)، ۸۷-۹۴.
کیانپور، مسلم (۱۳۹۲)، نقش باززنده سازی خانه‌های تاریخی در بازآفرینی بافت‌های شهری (نمونه موردی: خانه تاریخی کیانپور در مرکز محله علیقلی آقا- اصفهان)، *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، دانشکده معماری، گروه مرمت.

DOI: 10.22034/rau.2024.2044690.1102

مجیدی، فاطمه السادات؛ حیدری، شاهین؛ قلعه نویی، محمود؛ قاسمی سیچانی، مریم (۱۳۹۷)، تفاوت فصلی حدود آسایش حرارتی در محلات قدیم و جدید شهر اصفهان (مطالعه موردی: محلات جلفا و مرداویج)، نشریه *هنرهای زیبا: معماری و شهرسازی*، ۲۳(۲)، ۳۱-۴۲. doi: 10.22059/jfaup.2018.255768.672006

مجیدی، فاطمه السادات وحیدری، شاهین (۱۳۹۸)، تحلیل نشانه‌های سازگاری در آسایش حرارتی فضاهای باز (نمونه مورد مطالعه: محلات مسکونی منتخب شهر اصفهان)، نشریه *هنرهای زیبا: معماری و شهرسازی*، ۲۴(۱)، ۱۷-۲۸. doi: 10.22059/ jfaup.2019.276802.672227

مرتهب، رامتین (۱۳۹۵)، *الگوی صرفه جویی مصرف انرژی در معماری مسکن*، چاپ اول، اصفهان: کنکاش.

مرتهب، رامتین؛ حیدری، شاهین (۱۴۰۱)، ارزیابی مؤلفه‌های انسان محور مؤثر بر عامل سازگاری در بازتعریف حدود آسایش حرارتی (نمونه موردی: میدان نقش جهان اصفهان)، *مدیریت شهری* - نشریه *علمی پژوهشی مدیریت شهری و روستایی*، ۶۷(۱)، ۹۹-۱۱۶.

معاونت برنامه‌ریزی، پژوهش و فناوری اطلاعات شهرداری اصفهان (۱۳۹۴)، *ب: آمارنامه شهر اصفهان، بخش ویژگی‌های کلی محیط زیست*.

هاشمی رفسنجانی، لیلا السادات؛ حیدری، شاهین (۱۳۹۷)، ارزیابی آسایش حرارتی تطبیقی در خانه‌های مسکونی اقلیم گرم و خشک مطالعه موردی: استان کرمان، نشریه معماری اقلیم گرم و خشک، ۶(۷)، ۴۳-۶۵. doi: 10.29252/ahdc.2018.1422

پایگاه اینترنتی اداره کل میراث فرهنگی گردشگری و صنایع استان اصفهان http://www.isfahancht.ir

انگلیسی

Abir, K. H. E. C. H. I. B. A. , Djamila, D. J. A. G. H. R. O. U. R. I. , & Moussadek, B. E. N. A. B. B. A. S. (2022). Individual Housing Thermal Comfort Evaluation in Hot and Arid Climate Area: A Comparative Study between Modern and Traditional Houses in Ouargla City.

Al-Khatri, H. , Alwetaishi, M. , & Gadi, M. B. (2020). Exploring thermal comfort experience and adaptive opportunities of female and male high school students. Journal of Building Engineering, 31, 101365.

Alzoubi, H. H. , & Almalkawi, A. T. (2019). A comparative study for the traditional and modern houses in terms of thermal comfort and energy consumption in Umm Qais city, *Jordan. Journal of Ecological Engineering*, 20(5).

Cao, B. , Zhu, Y. , Ouyang, Q. , Zhou, X. , & Huang, L. (2011). Field study of human thermal comfort and thermal adaptability during the summer and winter in Beijing. Energy and Buildings, 43(5), 1051-1056.

Chkeir, A. , Bouzidi, Y. , El Akili, Z. , Charafeddine, M. , & Kashmar, Z. (2024). Assessment of thermal comfort in the traditional and contemporary houses in Byblos: A comparative study. *Energy and Built Environment*, *5*(6), 933-945.

Hailu, H. , Gelan, E. , & Girma, Y. (2021). Indoor thermal comfort analysis: a case study of modern and traditional buildings in hot-arid climatic region of Ethiopia. *Urban Science*, 5(3), 53.

Lian, Z. (2024, February). Revisiting thermal comfort and thermal sensation. In *Building Simulation* (Vol. 17, No. 2, pp. 185-188). Beijing: Tsinghua University Press.

Shaeri, J. , Yaghoubi, M. , Aflaki, A. , & Habibi, A. (2018). Evaluation of thermal comfort in traditional houses in a tropical climate. *Buildings*, *8*(9), 126.