دانشگاه کاشان

مطالعات معماری ایران ۲۰

دوفصلنامه علمی دانشکده معماری و هنر، دانشگاه کاشان

سال دهم، شماره ۲۰، پاییز و زمستان ۱۴۰۰

◆ کاشی‌های هفت‌رنگ مزار در زیارتگاه‌های سلطان عطابخش و سلطان امیراحمد کاشان (سدهٔ دهم تا سیزدهم ه. ق)
● محمدرضا غیاثیان/ محمد مشهدی نوش‌آبادی

◆ بررسی آرایه‌های آجری خانه‌های تاریخی بهبهان در دورهٔ پهلوی
● زینب مشهور

◆ مساجد جامع شهر کرمان؛ شناسایی و تبیین جایگاه شهری و تاریخی
● ذات‌الله نیک‌زاد

◆ مقایسهٔ عملکرد حرارتی شگردهای اقلیمی دُرچَه، کُلَک و خارخُنَه در دورهٔ گرم سال در مسکن بومی منطقهٔ سیستان
● محمدعلی سرگزی/ منصوره طاهباز/ اکبر حاج ابراهیم زرگر

◆ سنجش عملکرد عناصر اقلیمی خانه‌های سنتی بافت تاریخی شیراز با رویکرد آسایش حرارتی؛ مورد پژوهی: ایوان
● جمشید کریم‌زاده/ جمال‌الدین مهدی‌نژاد درزی/ باقر کریمی

◆ ارزیابی میزان خلاقیت و موفقیت تحصیلی دانشجویان معماری دانشگاه تهران از منظر ربع‌های چهارگانهٔ مغزی ند هرمان
● فؤاد خرَمی/ سید امیرسعید محمودی/ مصطفی مختاباد

◆ تحلیل فناوری ساخت بنای سد تاریخی کریت طبس
● امیرحسین صادق‌پور

◆ مطالعهٔ تطبیقی ریخت‌شناختی بافت شهری بیرجند از منظر تقاضای انرژی
● مصطفی حسینی/ محمود شکوهی/ فرشاد نصرالله‌ی

◆ مطالعهٔ تطبیقی لانهٔ موریانه و مجموعهٔ زیرزمینی نوش‌آباد
● بابک عالمی

◆ شاخص‌های به‌کارگیری ظرفیت میراث‌فرهنگی برای توسعهٔ پایدار اقتصاد محلی
● سارا تیمورتاش/ پیروز حناچی/ محمدحسن طالبیان

◆ واکاوی مؤلفه‌های مؤثر بر طبقه‌بندی آثار میراث معماری بر اساس رویکردها و سیاست‌های حفاظت در کشورهای اروپا
● ساشا ریاحی‌مقدم/ محمدحسن طالبیان/ اصغر محمدمرادی

◆ یک مدل نظری برای مطالعهٔ روابط همسایگی در محیط‌های مسکونی
● رضا سرَعلی/ شهرام پوردیهیمی

مطالعات معماری ایران

دوفصلنامه علمی دانشکده معماری و هنر، دانشگاه کاشان

سال دهم، شماره ۲۰، پاییز و زمستان ۱۴۰۰
صاحب امتیاز: دانشگاه کاشان
مدیر مسئول: دکتر علی عمرانی‌پور
سردبیر: دکتر غلامحسین معماریان
مدیر داخلی: دکتر بابک عالمی

هیئت تحریریه (به‌ترتیب الفبا):
دکتر ایرج اعتصام. استاد دانشگاه آزاد اسلامی. واحد علوم و تحقیقات
دکتر عباس اکبری. دانشیار دانشگاه کاشان
دکتر حمیدرضا جیحانی. دانشیار دانشگاه کاشان
دکتر پیروز حناچی. استاد دانشگاه تهران
دکتر شاهین حیدری. استاد دانشگاه تهران
دکتر محمدصادق طاهر طلوع دل. دانشیار دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دکتر علی عبد الرئوف. استاد دانشگاه حمد بن خلیفه قطر
دکتر علی عمرانی‌پور. دانشیار دانشگاه کاشان
دکتر فاطمه کاتب. استاد دانشگاه الزهرا (س)
دکتر حسین کلانتری. استاد جهاد دانشگاهی
دکتر اصغر محمد مرادی. استاد دانشگاه علم و صنعت ایران
دکتر غلامحسین معماریان. استاد دانشگاه علم و صنعت ایران
دکتر محسن نیازی. استاد دانشگاه کاشان

درجه علمی پژوهشی دوفصلنامه مطالعات معماری ایران طی نامه شماره ۱۶۱۶۷۶ مورخ ۱۳۹۰/۰۸/۲۱ دبیرخانه کمیسیون نشریات علمی کشور، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری ابلاغ گردیده است.

پروانه انتشار این نشریه به شماره ۹۰/۲۳۰۳۰ مورخ ۹۱/۹/۷ از وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی صادر شده است.

این نشریه حاصل همکاری مشترک علمی دانشگاه کاشان با دانشکده معماری دانشگاه تهران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشگاه الزهرا (س)، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه شهید رجایی و پژوهشکده فرهنگ، هنر و معماری جهاد دانشگاهی است.

نشریه مطالعات معماری ایران در پایگاه استنادی علوم کشورهای اسلامی (ISC)، پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID)، پایگاه مجلات تخصصی نور (noormags.ir)، پرتال جامع علوم انسانی (ensani.ir) و بانک اطلاعات نشریات کشور (magiran.com) نمایه می‌شود.

تصاویر بدون استناد در هر مقاله، متعلق به نویسنده آن مقاله است.

(نسخه الکترونیکی مقاله‌های این مجله، با تصاویر رنگی در تارنمای نشریه قابل دریافت است.)

عکس روی جلد: محمد موحدنژاد
(شبستان مسجد جامع اصفهان)
ویراستار ادبی فارسی: معصومه عدالت‌پور
ویراستار انگلیسی: غزل نفیسه تابنده
همکار اجرایی: نغمه اسدی چیمه
دورنگار: ۵۵۹۱۳۱۳۲-۰۳۱
نشانی دفتر نشریه: کاشان، بلوار قطب راوندی، دانشگاه کاشان، دانشکده معماری و هنر، کدپستی: ۵۳۱۵۳-۸۷۳۱۷
رایانامه: j.ir.arch.s@gmail.com
پایگاه اینترنتی: jias.kashanu.ac.ir
شاپا: ۰۶۳۵-۲۲۵۲

ناشر: مرکز منطقه‌ای اطلاع‌رسانی علوم و فناوری (RICeST)
انتشارات: ۳۶۴۶۸۴۵۲-۰۷۱
نمابر: ۳۶۴۶۸۳۵۲-۰۷۱

این نشریه در «ایران ژورنال» نظام نمایه‌سازی مرکز منطقه‌ای اطلاع‌رسانی علوم و فناوری (RICeST) به نشانی http://ricest.ac.ir و پایگاه استنادی علوم جهان اسلام (ISC) به نشانی http://isc.gov.ir نمایه می‌شود.

فهرست

۵ **کاشی‌های هفت‌رنگ مزار در زیارتگاه‌های سلطان عطابخش و سلطان امیراحمد کاشان (سدهٔ دهم تا سیزدهم ه. ق)**
محمدرضا غیاثیان/ محمد مشهدی نوش‌آبادی

۲۷ **بررسی آرایه‌های آجری خانه‌های تاریخی بهبهان در دورهٔ پهلوی**
زینب مشهور

۴۹ **مساجد جامع شهر کرمان؛ شناسایی و تبیین جایگاه شهری و تاریخی**
ذات‌الله نیک‌زاد

۶۷ **مقایسهٔ عملکرد حرارتی شگردهای اقلیمی دُرچَه، کُلَک و خارخُنَه در دورهٔ گرم سال در مسکن بومی منطقهٔ سیستان**
محمدعلی سرگزی/ منصوره طاهباز/ اکبر حاج ابراهیم زرگر

۸۹ **سنجش عملکرد عناصر اقلیمی خانه‌های سنتی بافت تاریخی شیراز با رویکرد آسایش حرارتی؛ مورد پژوهی: ایوان**
جمشید کریم‌زاده/ جمال‌الدین مهدی‌نژاد درزی/ باقر کریمی

۱۱۷ **ارزیابی میزان خلاقیت و موفقیت تحصیلی دانشجویان معماری دانشگاه تهران از منظر ربع‌های چهارگانهٔ مغزی ند هرمان**
فؤاد خرّمی/ سید امیرسعید محمودی/ مصطفی مختاباد

۱۳۵ **تحلیل فناوری ساخت بنای سد تاریخی کُریت طبس**
امیرحسین صادق‌پور

۱۵۳ **مطالعهٔ تطبیقی ریخت‌شناختی بافت شهری بیرجند از منظر تقاضای انرژی**
مصطفی حسینی/ محمود شکوهی/ فرشاد نصراللهی

۱۷۷ **مطالعهٔ تطبیقی لانهٔ موریانه و مجموعهٔ زیرزمینی نوش‌آباد**
بابک عالمی

۱۹۵ **شاخص‌های به‌کارگیری ظرفیت میراث‌فرهنگی برای توسعهٔ پایدار اقتصاد محلی**
سارا تیمورتاش/ پیروز حناچی/ محمدحسن طالبیان

۲۱۳ **واکاوی مؤلفه‌های مؤثر بر طبقه‌بندی آثار میراث معماری بر اساس رویکردها و سیاست‌های حفاظت در کشورهای اروپا**
ساشا ریاحی‌مقدم/ محمدحسن طالبیان/ اصغر محمدمرادی

۲۳۹ **یک مدل نظری برای مطالعهٔ روابط همسایگی در محیط‌های مسکونی**
رضا سرّعلی/ شهرام پوردیهیمی

۲۵۹ **راهنمای تدوین و ارسال مقاله**

۲۶۱ **بخش انگلیسی**

سنجش عملکرد عناصر اقلیمی خانه‌های سنتی بافت تاریخی شیراز با رویکرد آسایش حرارتی؛ مورد پژوهی: ایوان*

جمشید کریم‌زاده**
جمال‌الدین مهدی‌نژاد درزی***
باقر کریمی****

علمی پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۵

چکیده

با رجعت به گذشته و نگاهی بنیادین به زیستگاه‌ها و عناصر همخوان با طبیعت، پایداری اقلیمی را از ویژگی‌های اصلی خانه‌های سنتی می‌توان برشمرد. انسان‌ها در گذشته آموخته بودند که برای عملکرد حرارتی مناسب‌ترِ فضاهای سکونتی خود راهکارهای متفاوتی را اتخاذ کنند، لذا با خلق فضاهای بینابینی در حدفاصل فضای باز و بسته توانستند دمای محیط پیرامونی خود را کنترل کنند. غایت اصلی ایوان‌ها همانا عملکرد اقلیمی آن‌ها بوده است که با سایه‌اندازی در کنترل دما و ایجاد آسایش حرارتی نقش مهمی ایفا کرده‌اند. از مهم‌ترین اهداف این پژوهش، بررسی داده‌های اقلیمی ایوان‌ها و شناخت عملکرد حرارتی آن‌ها با توجه به تناسبات کالبدی است. سه بنای سنتی ایوان‌دار با موقعیت‌های مختلف جغرافیایی انتخاب شدند. سنجش داده‌های آب‌وهوایی با وسایلی همچون ترموپیرومتر و ترموهیگرومتر انجام و سپس توسط نرم‌افزار شبیه‌سازی Envi-met اعتبارسنجی شده‌اند و در نهایت با نرم‌افزار Bio-met شاخص آسایش حرارتی PET اندازه‌گیری شد. داده‌های آب‌وهوایی از طریق ضرایب همبستگی ارزش‌گذاری شدند. بر اساس نتایج حاصل‌شده و با وجود تمامی متغیرهای فیزیکی مؤثر در حیاط پیرامونی ایوان‌ها نظیر مساحت، پوشش گیاهی، حوض آب، ارتفاع دیوارها و مصالح دیده شد که برای عملکرد حرارتی بهتر، نیاز به کاهش دمای متوسط تابشی در حیاط و ایوان‌ها هستیم، لذا با توجه به همبستگی بسیار قوی دمای متوسط تابشی و شاخص آسایش حرارتی در حیاط و ایوان این سه خانه دیده شد که به‌رغم اثرات محیطی مؤثر در حیاط پیرامونی، افزایش عرض ایوان‌ها، افزایش مساحت گشایش فضایی ایوان در نما و افزایش ارتفاع از سطح حیاط از یک طرف و سایه‌اندازی بیشتر در حیاط از دیگر سو از درجهٔ اهمیت بالاتری برخوردارند. در نهایت شاهد بهینه‌تر شدن شاخص PET و در پی آن کاهش استرس حرارتی خواهیم شد. ضوابط به‌دست‌آمده در این پژوهش دریچه‌ای جدید برای بازیابی مفاهیم الگوهای کهن و کمک به حل مشکلات اقلیمی خواهند شد.

کلیدواژه‌ها:

معماری اقلیم‌گرا، خانه‌های سنتی، سازگاری محیطی، ایوان، شاخص آسایش حرارتی (PET).

مطالعات معماری ایران
دو فصلنامه معماری ایرانی
شماره ۲۰ ـ پاییز و زمستان ۱۴۰۰
صفحات ۱۱۵-۸۹ ۸۹

*مقالهٔ حاضر برگرفته از رسالهٔ دکتری نگارندهٔ اول در دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر با عنوان *اصول کنترل دما در شکل‌گیری جزایرگرمایی مبتنی بر بازجست راهبردهای معماری بومگرا*، به راهنمایی نگارنده دوم و مشاوره نگارنده سوم است.

** دانشجوی دکتری معماری، گروه معماری، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی
*** استاد، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، نویسنده مسئول، Mahdinejad@sru.ac.ir
**** استادیار گروه معماری، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی

پرسش‌های پژوهش

۱. افزایش ارتفاع ایوان‌ها از سطح زمین چه تأثیری بر شاخص آسایش حرارتی می‌گذارند؟
۲. کدام‌یک از پارامترهای آب‌وهوایی همبستگی بیشتری را با شاخص آسایش حرارتی در ایوان‌ها نشان می‌دهد؟
۳. تناسبات ابعادی و مساحت گشایش بازشو ایوان‌ها در نما چه تأثیری بر شاخص آسایش حرارتی دارد؟

مقدمه

آسایش حرارتی از مهم‌ترین ارکان پایداری در خانه‌های سنتی‌تاریخی در گذشته بوده است. با کاوش در بطن موضوع و شناسایی نکات مبهم، می‌بایست جستاری در کالبد بناهای سنتی بافت تاریخی شیراز انجام داده شود تا بتوان به نکات بارز و خوانایی در این راستا دست یافت. در واقع هدف و کارایی چنین موضوعی در قالب نقش و عملکرد ایوان در خانه‌های سنتی ایرانی، پاسخ‌گویی به نیازهایی است که در روزگاران قدیم از آن بهره می‌برده‌اند. ایوان‌ها فضاهایی بینابینی هستند که با جهت‌گیری‌های مناسب جغرافیایی و هم‌جواری آن‌ها با فضاهای باز و بستهٔ پیرامونی و با داشتن معیارهای همچون ابعاد و اندازهٔ عملکردی، ارتباط مناسب با طبیعت پیرامون و سایه‌اندازی مناسب، دید و منظر از ارکان اصلی معماری در اقلیم‌های مختلف به شمار می‌روند.

نگرش اقلیمی مانند هر نگرش دیگر معماری با کاربر خود از چگونه دیدن معماری می‌گوید. به او می‌گوید که بنا یک آسایشگاه اقلیمی است و آن را باید با شرایط محیطی‌اش سنجید (معماریان ۱۳۸۴). اقلیم‌محوری در بطن خانه‌های سنتی ایران همیشه نمایان بوده است و فضاهای نیمه‌باز در شکل دادن به این الگو نقش بسیار مهمی ایفا کرده‌اند؛ در نتیجه غیر از فرهنگ، به‌کارگیری عناصر و الگوهای اقلیمی در طراحی و چیدمان این بناها نقش بسیار مهمی داشته‌اند. خانه‌های سنتی‌تاریخی در معماری ایران، شیوهٔ زندگی و تفکر انسان‌ها را در زمان‌های مختلف به منصهٔ ظهور گذاشته‌اند. گونه‌های فضایی این خانه‌ها بر اساس وجود یا عدم وجود عناصر کالبدی تعریف می‌شوند (میرسجادی و فرکیش ۱۳۹۵). شباهت فرمی بدون ویژگی‌های عملکردی، برداشت ناموفق از طبیعت است؛ ویژگی‌های طبیعت باید خلاصه شوند و ساختارها و عملکردها به‌کارگرفته‌شده در نهایت به فناوری تبدیل می‌شوند (فیضی، علیپور، و محمدمرادی ۱۳۹۶). در مورد آسایش حرارتی در فضای باز تحقیقات بسیاری شکل گرفته، اما تحقیقات دربارهٔ فضاهای حد واسط مانند ورودی یا ایوان بسیار اندک است. درجه‌حرارت از دیرباز به‌عنوان تأثیرگذارترین عنصر اقلیمی در ویژگی‌های معماری ساختمان‌های مسکونی بوده و ریخت‌شناسی بسیاری از اجزای معماری ایران تابعی از عملکرد آن‌ها در دستیابی به منطقهٔ آسایش است (برزگر و حیدری ۱۳۹۶). پیش‌بینی جایگاه ایوان‌ها در خانه‌های سنتی، شاهدی بر کاهش دما و رسیدن به آسایش حرارتی بوده است؛ اندازهٔ گشایش فضایی ایوان‌ها در نما هنوز جای بحث و کاوش دارد که آیا به‌صورت آزمون و خطا به چنین ابعادی دست پیدا کرده‌اند یا دلیل علمی و محاسباتی داشته است. شاید بتوان گفت که عامل اصلی پایداری و ماندگاری ایوان‌ها در خانه‌های سنتی همین کارکرد اقلیمی آن‌ها بوده است.

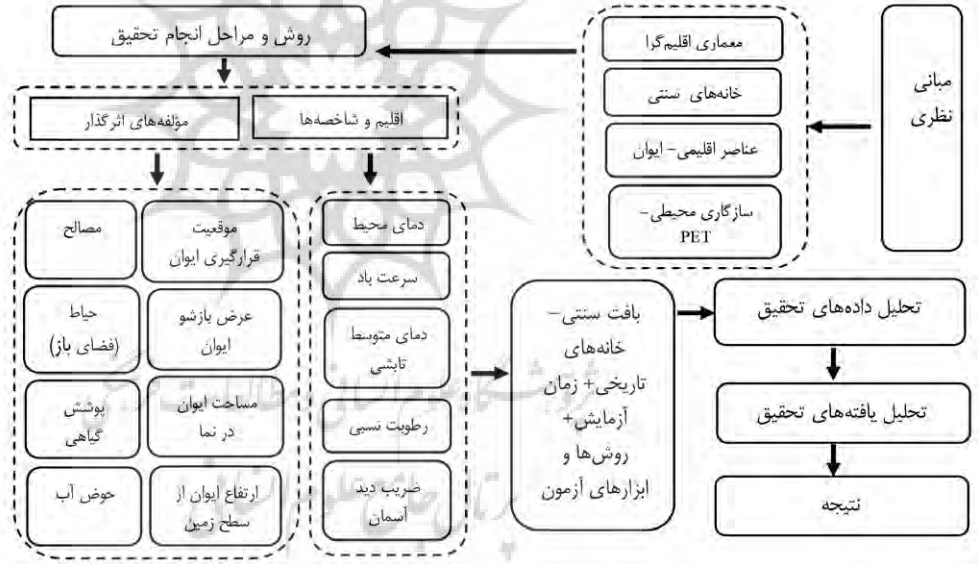
در اقلیمی متعادل که امکان بهره‌گیری توان غیرفعال در تأمین آسایش حرارتی فراهم باشد، طراحی پوستهٔ خارجی بنا به‌عنوان مرز تبادل انرژی بین خرداقلیم‌ها و محیط پیرامون ساختمان‌ها مدنظر است. در سال‌های اخیر توجه به روش‌های طراحی و ساخت و ارزیابی نما از بُعد کارایی انرژی و قابلیت تأمین آسایش آن بیشتر در مطالعات مدنظر قرار گرفته است. کارایی انرژی جدارهٔ خارجی ساختمان به مقاومت حرارتی اجزا و عناصر موجود در پوستهٔ بنا و نیز بهره‌گیری مناسب از منابع انرژی و عملکرد مصالح وابسته است (زمردیان و پوردیهیمی ۱۳۹۵). انجام چنین پژوهش‌هایی با توجه به نکات بسیار ظریف و بدیع آن‌ها، می‌تواند دریچه‌ای متفاوت‌تر برای نحوهٔ نگرش به فضاها و الگوها و عناصر اقلیمی با رویکردهای روان‌شناختی محیط فراهم آورد. نکتهٔ حائز اهمیت در ارتباط بین ساختمان‌ها با اقلیم پیرامون خود و تأثیرات چندگانهٔ آن‌ها بر یکدیگر، عامل اصلی تأثیرات آب‌وهوایی بر افراد ساکن در آن فضاهاست. از آنجا که انسان‌ها در گذشته با به‌کارگیری فضاهای نیمه‌باز تلاش کرده‌اند پاسخی مناسب برای کنترل دمای آسایش داشته باشند، به نظر می‌رسد

که با توجه به مکان و جهت قرارگیری فضاهای نیمه‌باز، میزان گشایش فضایی ایوان‌ها در نما و ارتفاع آن‌ها از سطح حیاط از اهمیت بسزایی برخوردار باشند.

در این پژوهش هدف اصلی، پاسخ‌گو بودن به واکنش‌های آب‌وهوایی از طریق عنصر اقلیمی ایوان در بافت تاریخی شیراز بوده است. از مهم‌ترین دغدغه‌ها و اهداف پژوهشی موجود، ارائهٔ راهکارهای اقلیمی مناسب برای کنترل دمای محیط و در حد آستانه نگه داشتن شاخص آسایش حرارتی خواهد بود. لذا توجه به عناصر اقلیمی همچون ایوان و نقش و کارکرد آن‌ها به‌همراه تناسبات فیزیکی و موقعیت قرارگیری‌شان در تعدیل دما و همچنین بازخوانی و بازتولید مفاهیم این الگوهای اقلیمی از مهم‌ترین ارکان سنجش عملکرد حرارتی خواهد بود.

قالب پژوهش انجام‌گرفته در حوزهٔ جغرافیا و اقلیم بوده که از روش تحقیقی کمّی مبتنی بر مطالعات و برداشت‌های میدانی به‌همراه دستگاه‌های مطابق با استانداردهای اقلیمی نظیر ترموپیرومتر[1] و ترموهیگرومتر[2] و همچنین گردآوری داده‌های آب‌وهوایی از طریق سایت‌های هواشناسی معتبر بهره برده شده است. در نهایت با استفاده از شبیه‌سازی نرم‌افزار Envi-met اطلاعات برداشت‌شدهٔ میدانی راستی‌آزمایی شده و نتایج پژوهش در نمودارها و جداول تدوین می‌شوند، سپس با کمک نرم‌افزار Bio-met شاخص آسایش حرارتی PET اندازه‌گیری شده و در نهایت با استفاده از ضرایب همبستگی ارتباطات موجود بین پارامترها اعتبارسنجی خواهند شد.

نمودار زیر فرایند کلی تحقیق در خانه‌های بافت تاریخی شیراز را به تصویر کشیده است.



تصویر ۱: فرایند کلی پژوهش

۱. پیشینهٔ پژوهش

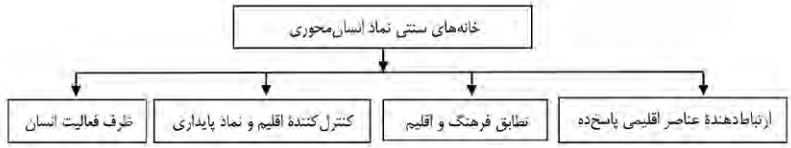
۱. ۱. معماری اقلیم‌گرا، نماد پایداری

بازآفرینی و بازنمایی الگوهای اقلیمی کهن در شیوه‌ها و روش‌های مختلف زیست‌محیطی، معیارهای اثرگذار بر تداوم پایداری اقلیمی در معماری معاصر خواهد بود. معماری که بر پایهٔ چندهزار سال سنت ساخت سرزمینی بنیان نهاده شده است، مسئله‌اش چند هزارساله و پاسخ‌هایش در عین روزآمدی، اصیل و مسبوق به پشتوانه‌ای غنی است (عباسی هرفته و عادلی ۱۳۹۶، ۷۶). با نگاهی به بناهای بومی و سنتی دیده می‌شود که این بناها 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 (ورد و دیگران ۱۳۹۷، ۳۲). معمار سنتی با شناخت درست و علمی اقلیم، معماری پایداری را طراحی کرده که کاملاً

بومی و در ارتباط کامل با عملکرد است (اکرمی و زارع ۱۳۹۲). پایداری جریان چندجانبه است که ضمن بهبود وضعیت اقتصادی و ایجاد رفاه همگانی، از آثار مخرب زیست‌محیطی به دور است (نقصان‌محمدی، دهقان، و منتظری ۱۳۹۱). رهیافت کارایی انرژی به‌عنوان یکی از اهرم‌های تقویت پایداری بوم‌شناختی از جمله ابعاد اصلی پنج‌گانهٔ توسعهٔ پایدار به شمار می‌آید که با هدف کاهش رشد تقاضای انرژی، تقلیل قابل توجه مصرف سوخت‌های فسیلی و به‌دنبال آن، افزایش عرضهٔ انرژی سالم همراه است (فرخی، ایزدی، و کریمی مشاور ۱۳۹۷).

۱. ۲. خانهٔ سنتی، پاسخ به اقلیم

انسان از تعامل با محیط به آرامش و قراری دست پیدا می‌کند که آن را می‌توان سکونت نامید و مسکن ظرفی برای سکونت است. نوربرگ شولتز[۳] سکونت را بیانگر برقراری پیوند پرمعنا بین انسان و محیط مفروض می‌داند (نصر اصفهانی ۱۳۹۵). خانه پدیده‌ای اجتماعی است که منطبق با کلیت نظام اجتماعی حاکم بر فرهنگ انسانی در هر قوم یا ملتی شکل می‌گیرد (کوچکیان و دیگران ۱۳۹۶). خانه‌های سنتی ایران همواره توانسته‌اند با برقراری ارتباطی شایسته با سبک زندگی و شرایط اجتماعی زمان خود از مطلوبیت بالایی برخوردار باشند (آصفی و ایمانی ۱۳۹۵). ساختار کالبدی خانه‌های سنتی، طراحی هوشمندانه‌ای در خدمت منافع انسان و محیط زیست داشته‌اند و سازندگان این واحدهای بومی در هر زمان و مکان تلاش می‌کرده‌اند تا از طریق ایجاد رابطه‌ای دوستانه بین محیط زیست، فرهنگ و فرم معماری فضاهای زندگی را در جهت انسانی‌شدن سوق دهند (هدایت و طبائیان ۱۳۹۱، ۳۶). خانهٔ ایرانی را می‌بایستی به‌عنوان یک سامانهٔ عملکردی و مجموعه‌ای کامل از عناصر مرتبط با هم در نظر گرفت. تمامی جزئیات موجود در بخش‌های مختلف آن اعم از حیاط مرکزی، مهتابی، جداره‌ها، ایوان، بازشوها و... در سامان‌دهی رفتاری خانه در برابر اقلیم و منابع انرژی نقش مؤثری داشته است (سهیلی‌فرد و دیگران ۱۳۹۲). یکی از مهم‌ترین فاکتورها برای طراحی انسان‌محور، آسایش اقلیمی است. معماران در گذشته روش‌های مختلفی برای بهبود بخشیدن به آسایش حرارتی در محیط‌های مختلف داشته‌اند (Soleymanpour, Parsaee, and Banaei 2015,50). بازتدوین الگوی فراموش‌شدهٔ زندگی بومی مردم ایران با تغییرات متناسب با زندگی امروز، زمینه‌ساز آسایش در مسکن سنتی بوده است (حسین‌پور، بلالی اسکویی، و کی‌نژاد ۱۳۹۷). اجزای معماری خانه‌های بومی ـ سنتی (چون حیاط، ایوان، هشتی و...) شکل و تعریفی پایدار دارند. با متعین شدن شکل، روابط، ابعاد و اندازه‌های بهینه و عناصر معماری، شیوه‌های سازه‌ای، برپایی و پایداری بنا نیز تکامل پیدا می‌کند و در برخورد با مسائل اقلیمی، بهترین محیط آسایش را فراهم می‌کند. خانه‌های سنتی ایران بر اساس موقعیت جغرافیایی و از طریق جهت‌گیری استقرار مناسب، حیاط‌ها، چیدمان فضاها و فرم کالبدی بهینه، کاهش سطوح خارجی در برابر تابش مستقیم خورشید، استفاده از ایوان و سایبان‌ها، ایجاد سایه‌های مناسب در هر منطقه، پنجره‌های رو به آفتاب، انتخاب مصالح مناسب و بوم‌آورد و... در نامناسب‌ترین شرایط اقلیمی، بهترین محیط آسایش را فراهم می‌آورند (ولی‌زاده اوغانی و موحدی ۱۳۹۶). لذا با شناخت پارامترهای همخوان با اقلیم، شاهد قرار گرفتن در مسیر اصلی و همساز با محیط پیرامون در راستای تولید بناهای انسانی خواهیم بود. طبق نموداری کارکرد مفهوم اصلی و قابل پذیرش خانه سنتی تدوین شده است.



تصویر ۲: شاخصهٔ خانه‌های سنتی

۱. ۳. آسایش حرارتی و سازگاری محیطی

آسایش حرارتی نتیجهٔ تعادل انرژی بین سطح بدن و محیط‌زیست است که بر فیزیولوژی، روان‌شناسی و رفتار انسان اثرگذار است (فلاح قالهری، میوانه، و شاکری ۱۳۹۴، ۳۶۸). تنها یک خصوصیت اقلیم، بیان‌کنندهٔ میزان آسایش حرارتی

از محیط نیست ـ مانند بدن که برای درک دمای محیط، گیرنده‌ای جدا ندارد ـ و همهٔ متغیرهای اقلیمی با یکدیگر تلقی از شرایط محیطی را می‌سازند (حیدری و منعام ۱۳۹۲). احساس رضایت و راحتی، حاصل هماهنگی جنبه‌های فیزیولوژیکی، روان‌شناختی و کالبدی انسان و محیط اطرافش است که طیف وسیعی از شرایط آسایش حرارتی، صوتی، بصری، بویایی و کیفیت هوا تا زیبایی را شامل می‌گردد (ضابطیان طرقی و خیرالدین ۱۳۹۸، ۵۱). هنگامی‌که افراد از یک محیط با اقلیم سخت به اقلیم با شرایط متفاوت و با شدت دیگری وارد می‌شوند، ممکن است قبل از تطابق اقلیمی دچار استرس‌های حرارتی در خصوص سازگاری با محیط شوند. تنش حرارتی به‌طور مؤثر در ابتدا بر سلامت انسان و کاهش تحمل او تأثیر می‌گذارد، دلیل آن عدم هماهنگی با شرایط قبل بوده است (Grigorieva, Matzarakis, and de Freitas 2010). سازگاری فیزیکی شامل همهٔ تغییراتی است که یک فرد انجام می‌دهد تا خودش را با محیط تطابق بدهد یا اینکه محیط را بر اساس نیازهای خودش تغییر بدهد. می‌توان آن را به دو دسته سازگاری فیزیکی واکنشی و غیرواکنشی تقسیم کرد: در سازگاری واکنشی، تغییرات فقط در خود فرد صورت می‌گیرد، مانند تغییرات حجم لباس یا موقعیت فرد، یا حتی گرمای متابولیک فرد با مصرف نوشیدنی‌های گرم یا سرد؛ اما در سازگاری غیرواکنشی، انسان محیط پیرامون خود را تغییر می‌دهد تا شرایط آسایش خود را فراهم‌کند مانند یک فضای بسته با باز کردن پنجره یا راه انداختن وسایل سرمایش و گرمایش (ضابطیان طرقی و خیرالدین ۱۳۹۷). کارآمدی یک محیط مربوط به ارتباط میان فضا و فعالیت، سیالیت فضایی، تناسبات فضایی و امنیت موجود در فضاست (Eika 2015). لذا کیفیت مناسب و سازگاری محیطی در گرو تأمین شرایط آسایش افراد ساکن در آن فضا متناسب با متغیرهای تأثیرگذار بر آن محیط است، که هرچه شرایط به حد آسایش نزدیک شود، راندمان عملکردی بهتری را از آن فضا شاهد خواهیم بود.

۱. ٤. عملکرد حرارتی ایوان در خانه‌های سنتی

ایوان یکی از مهم‌ترین مظاهر پدیدارشناسانهٔ خانهٔ ایرانی است که بر ارتباط با طبیعت تأکید می‌کند. البته سنت‌گرایان ایوان را مظهر نفس انسان می‌دانند که واسطهٔ جسم و روح است و حیاط را مظهر روح و اتاق را مظهر جسم معرفی می‌کنند (حمزه‌نژاد و دشتی ۱۳۹۵، ۲۹). ایوان‌ها عموماً در جبههٔ مطلوب استقرار فضایی دارند و یکی از فضاهای اقلیمی هستند که در خانه‌های ایرانی به‌عنوان فضایی نیمه‌باز استفاده می‌شده است و همانند فیلتر عمل می‌کنند (سعدی‌نیا و دیگران ۱۳۹۳). از لحاظ میزان نور، درجهٔ حرارت، تهویه، دید و منظر در یک حالت بینابین فضای داخل و خارج است و غالباً در فصول گرم در هنگام بعدازظهر و غروب آفتاب، بهترین مکان از لحاظ آسایش فیزیکی است (حسنقلی‌نژاد یاسوری و صارمی نایینی ۱۳۹۴). شاخصهٔ مهم این فضای بینابینی این است که به‌عنوان فضای خالی و لایهٔ شفاف، فضای درون و بیرون بنا را با هم ترکیب می‌کند و ابداعی مهم در معماری بومی تلقی می‌شود. تغییرات خرداقلیم در هر کدام از نواحی متفاوت اقلیمی باعث ایجاد تفاوت‌هایی در ابعاد این فضاهای خالی در بنا شده است (مهرابیان، مجدی، و فرازجو ۱۳۹۵). ویژگی ذاتی ایوان‌ها پیوندشان با حیاط است. این عناصر موجب پایین آمدن دما و ایجاد آسایش بیشتر می‌شوند (رضائی‌نیا ۱۳۹۶، ۱۴۰). با توجه به آزمون‌های انجام‌شده بر روی هریک از نمونه‌ها، بیانگر این رخداد است که ایوان پس از حیاط در کمترین عمق ممکن و در نتیجه بالاترین میزان استفاده نسبت به فضاهای دیگر قرار دارد (کیایی، پیوسته‌گر، و حیدری ۱۳۹۶، ۸۰). مهم‌ترین هدف از احداث ایوان‌ها ایجاد فضایی پرسایه است که با توجه به عمق و ارتفاع‌های مختلف می‌تواند در تمام فصول به کار رود. در مناطق گرم، ایوان فضایی پرسایه است که با استفاده از تهویهٔ مستقیم و ایجاد کوران، به‌دلیل ایجاد مناطق با فشارهای هوایی متفاوت به‌واسطهٔ فضاهای خالی و پر، می‌تواند سبب کاهش دما شود. علاوه بر این در ایوان‌های مرتفع، تهویهٔ دودکشی نیز در سرمایش فضا مؤثر است (وکیلی‌نژاد، مهدیزاده سراج، و مفیدی شمیرانی ۱۳۹۲). با ارائهٔ تمامی نکات درخور ستایش و شناخت این سمبل و نماد اقلیمی می‌توان گفت که ایوان هم در پهنهٔ جغرافیایی ایران و هم در سایر نقاط دنیا از درجهٔ اهمیت بسیار بالایی برخوردار است.

۱. ۵. شاخص آسایش حرارتی، دمای معادل فیزیولوژیک (PET)[٤]

درک قوانین آسایش محیطی نیاز به شناخت اصول مؤثر در شاخص‌ها و استانداردهای حرارتی دارد. برای ارزیابی شرایط حرارتی افراد در روش ایستا و پایدار و بررسی تأثیر تابش‌های مستقیم و غیرمستقیم بر انسان می‌توان از شاخص حرارتی

PET استفاده کرد که معتبرترین شاخص حرارتی فضاهای باز و نیمه‌باز هستند. در تعریف این شاخص به کنش عوامل اقلیمی و تعادل و تبادل حرارتی بدن انسان با عوامل محیطی توجه می‌شود و ارزیابی نهایی آن‌ها بر اساس دمای پوست انسان در شرایط محیطی باز انجام می‌گیرد. از نظر فیزیولوژیکی دمای معادل (PET)، یک شاخص آسایش دمای انسانی بر اساس تعادل انرژی است (Berardi and Wang 2016). دمای معادل فیزیولوژیک در تعادل انرژی انسان، به‌عنوان یکی از معتبرترین شاخص‌ها در فضای نیمه‌محصور در نظر گرفته می‌شود که دمای هوا برابر با میانگین درجه‌حرارت تابشی (رطوبت نسبی=۵۰ درصد، سرعت باد =۰/۱ متر بر ثانیه) می‌باشد (Goshayeshi et al. 2013).

به‌کارگیری این شاخص حرارتی دارای مزیت‌های بیشتری نسبت به سایر شاخص‌های حرارتی است؛ از جمله:

ـ تأثیرات تمامی عوامل اقلیمی به‌وسیلهٔ پاسخ‌های آن قابل مقایسه و ارزیابی است. اصطلاحات هواشناسی مدرن انسانی و زیست‌شناختی آسان و قابل درک را برای کاربرانی که آشنا نیستند مهیا می‌سازد.

ـ در شاخص حرارتی PET از واحدهای آشنا مانند سلسیوس استفاده می‌شود و یک شاخص مصوب اندازه‌گیری استرس حرارتی است.

ـ استفاده از شاخص حرارتی توسط افراد غیرمتخصص را ممکن می‌کند.

ـ محاسبهٔ آسان و راحت آن به‌وسیلهٔ نرم‌افزارهای رایگان مانند ریمن[5] است.

ـ در راهنمای ۳۷۸۷ انجمن مهندسین آلمان[6] گنجانده شده است (ورد و دیگران ۱۳۹۷؛ Goshayeshi et al. 2013, 517).

جدول ۱: دمای معادل فیزیولوژیکی (Pezzoli and Ballasio 2015)

درجهٔ فشار فیزیولوژیکی	ادراک حرارتی	PET	درجهٔ فشار فیزیولوژیکی	ادراک حرارتی	PET
استرس سرمایی شدید	خیلی سرد	۴>	استرس گرمایی کم	کمی گرم	۲۳_۲۹
استرس سرمایی قوی	سرد	۴_۸	استرس گرمایی متوسط	گرم	۲۹_۳۵
استرس سرمایی متوسط	خنک	۸_۱۳	استرس گرمایی قوی	داغ	۳۵_۴۱
استرس سرمایی کم	کمی خنک	۱۳_۱۸	استرس گرمایی شدید	خیلی داغ	۴۱<
بدون استرس حرارتی	مناسب	۱۸_۲۳			

۲. روش و مراحل انجام تحقیق (روش‌شناسی)

برای انجام این پژوهش، از روش‌های تحقیق کمّی بهره برده شده است؛ فرایند تحقیق شامل تحقیق کتابخانه‌ای، مطالعهٔ میدانی، شبیه‌سازی نرم‌افزاری، تعیین ضرایب همبستگی است. مدل مفهومی تحقیق، نشان‌دهندهٔ عوامل و متغیرهای مستقل، وابسته و تعدیل‌گر بر شرایط اقلیمی و آسایش محیطی بر خانه‌های سنتی می‌باشد؛ لذا با استفاده از مطالعات گونه‌شناختی و آزمون‌های میدانی و شبیه‌سازی مدل‌ها، الگوهای فضاهای نیمه‌باز از منظر عملکرد و سنجش حرارتی، مورد آزمون قرار گرفته شده است.

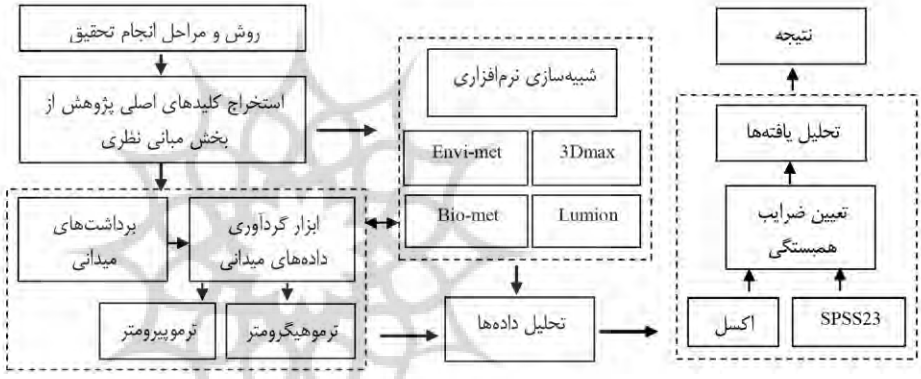
روش انجام این پژوهش را می‌توان به مراحل متعدد تقسیم کرد:

۱. با مطالعات کتابخانه‌ای دربارهٔ شکل‌گیری مبانی نظری، کلیدواژه‌هایی نظیر آسایش حرارتی، عملکرد حرارتی و تناسبات کالبدی ایوان‌ها و حیاط‌ها و مؤلفه‌های مؤثر بر شاخص آسایش حرارتی PET در مقیاس خرد تدوین شده‌اند. با انسجام مبانی نظری تحقیق و شناخت شرایط محیطی، آشنایی با داده‌های آب‌وهوایی، تحلیل و تفسیر عوامل انجام‌شده، مدل مفهومی پژوهش و متغیرها استخراج شده‌اند.

۲. با جمع‌آوری متغیرهای مؤثر احتمالی دربارهٔ تقابل بناهای سنتی با شرایط اقلیمی صورت‌گرفته، لازم دیده شد به بافت تاریخی رفته و برداشت‌های میدانی از منازل با تمامی شرایط محیطی برای مشخص شدن عملکرد حرارتی ایوان‌ها و حیاط‌ها صورت پذیرد. ابعاد و اندازه‌های فیزیکی برداشت و نتایج طی جداولی تدوین شده است. داده‌های آب‌وهوایی با استفاده از ابزارهای اقلیمی همانند ترموپیرومتر (دماسنج تابشی جهت تعیین دمای سطح) و ترموهیگرومتر (دماسنج و

رطوبت‌سنج)، در زمان‌های انتخابی انجام شده است. با استفاده از داده‌های مستخرج‌شده از مرحلهٔ آزمایش‌های میدانی و با بهره‌گیری از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی، داده‌های آب‌وهوایی برداشت شده صحت‌سنجی شده‌اند. در این تحقیق از نرم‌افزار معتبر و قدرتمند انوی‌مت[۷] برای اندازه‌گیری و سنجش حرارتی داده‌های آب‌وهوایی بهره گرفته شده است. انوی‌مت نرم‌افزار شبیه‌سازی شهری است با توانایی کافی برای محاسبهٔ خرداقلیم‌ها، که در شهرهایی با ساختار پیچیده به کار می‌رود (سیدالعسکری ۱۳۹۶). نتایج به‌دست آمده از نرم‌افزار به‌صورت نمودارها و جداول جمع‌آوری شده است. در ادامه توسط نرم‌افزار Bio-met شاخص آسایش حرارتی اندازه‌گیری شده است و نتایج تدوین شده‌اند.

۳. تمامی تحلیل‌های صورت‌گرفته بر روی داده‌های آب‌وهوایی مستخرج‌شده از روند پژوهش، به‌همراه مؤلفه‌های کالبدی خانه‌های سنتی شیراز و تحلیل‌های صورت‌گرفته بر روی یافته‌های پژوهش، همگی توسط نرم‌افزارهای SPSS23 و اکسل ضریب همبستگی و معناداری آن‌ها مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفته شده است. روابط منطقی بین داده‌های آب‌وهوایی و شاخص آسایش حرارتی PET و تناسبات کالبدی ایوان‌ها، مشخص و نتایج تدوین شده‌اند.

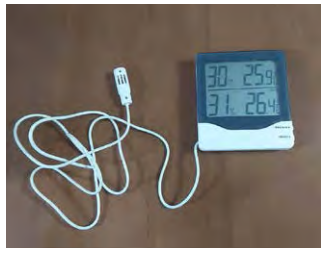


تصویر ۳: فرایند روش تحقیق و بهره‌گیری از تکنیک‌های مورد نظر

۲. ۱. اندازه‌گیری میدانی (بناها در بافت تاریخی شیراز)

شایان توجه است که برای اعتماد بیشتر به داده‌های به‌دست‌آمده از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی، لازم دیده شد که تمامی پارامترهای مدنظر به‌صورت میدانی و از طریق دستگاه‌های ایدئال اقلیمی راستی‌آزمایی شوند. لذا در تاریخ‌های ذکرشده در جدول ۳، بناهای انتخابی در بافت تاریخی شیراز مورد آزمون قرار گرفتند. وسایل آزمایشگاهی همانند ترموپیرومتر که برای تعیین دمای سطوح دیوارها و ترموهیگرومتر (دماسنج و رطوبت‌سنج) استفاده شده است که بتوان با آن بیشترین و کمترین دمای محیطی و رطوبت را اندازه‌گیری کرد.

تصویر ۴: الف. دماسنج (ترموپیرومتر)



ب. ترموهیگرومتر

ج. دستگاه در ایوان خانهٔ عطروش

در جدول ۳ داده‌های آب‌وهوایی برداشت‌شده در خانه‌ها از طریق آزمایش میدانی تدوین شده است. به‌علت عدم سهولت برداشت میدانی بابت مسکونی بودن منازل یا تحت تصرف قرار داشتن توسط ارگان‌های مختلف و همه‌گیری کووید ۱۹ اندازه‌گیری‌ها به‌صورت محدود صورت گرفته و نتایج حاصل، از طریق نرم‌افزار Envi-met راستی‌آزمایی شده است (در همان ساعت و تاریخ). داده‌های آب‌وهوایی نظیر رطوبت نسبی، دمای محیط و دمای سطوح که از طریق ابزارها و سایت‌های آب‌وهوایی جمع‌آوری شده است. برای نزدیک‌تر شدن محیط شبیه‌سازی به واقعیت تصمیم گرفته شد که خانه‌ها به‌همراه بافت‌های پیرامونی با تمامی جزئیات فیزیکی برداشت شوند. گفتنی است که اندازه‌گیری‌ها طی دو روز در خانه‌های مدنظر انجام شده است؛ خانهٔ نصیرالملک در تاریخ ۱۳۹۹/۲/۱۵ از ساعت ۸ صبح تا ۱۳ بعدازظهر، هر ساعت یک بار اندازه‌گیری‌ها انجام شد. متغیرهای اقلیمی شامل دما و رطوبت و دمای سطوح با استفاده از ایستگاه سنجش اندازه‌گیری شد و دستگاه‌ها در فاصلهٔ ۰/۵ متری از کف ایوان و ارتفاع ۱/۵ متری از سطح حیاط تعبیه شده است. ابعاد دقیق ایوان‌ها و در کنار آن‌ها حیاط و باغچه‌ها و در صورت وجود حوض آب، ارتفاع ایوان از سطح حیاط، عرض و عمق و ارتفاع ایوان‌ها، ارتفاع دیوار حیاط‌ها و همچنین مصالح جداره‌ها برداشت شدند (به‌علت دخل و تصرف و مرمت صورت‌گرفته نیاز دیده شد که به‌صورت میدانی اندازه‌ها برداشت شده و صرفاً استناد به نقشه‌های موجود نشود). این برداشت‌ها در شبیه‌سازی نرم‌افزاری و تحلیل نهایی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. شایان ذکر است که دمای تمامی سطوح، جداره‌ها و کف حیاط (تنهٔ درختان) در شرایط سایه و تابش به‌طور کامل برداشت شده است. تعداد این اعداد بابت متغیرهای موجود در حیاط بسیار زیاد هستند. اندازه‌گیری در خانهٔ عطروش در تاریخ ۱۳۹۹/۰۲/۱۵ و از ساعت ۱۴ تا ۱۹ هریک ساعت یک بار صورت گرفته شد و ابزار اندازه‌گیری در ارتفاع ۰/۵ متری از کف ایوان و ارتفاع ۳ متری از سطح حیاط قرار گرفته است. در نهایت خانهٔ کریم صراف که اندازه‌گیری میدانی آن در تاریخ ۱۳۹۹/۲/۱۸ از ساعت ۸ صبح تا ۱۳ ظهر صورت پذیرفته است و محل قرارگیری ابزار در ارتفاع ۰/۵ متری از کف ایوان و ۳/۳۶ از کف حیاط در نظر گرفته شده است. ملاک ارتفاع دستگاه‌ها در همهٔ خانه‌ها از کف ایوان می‌باشد و اعداد ارتفاعی از سطح حیاط مربوط به ارتفاع ایوان به‌همراه ارتفاع دستگاه از سطح ایوان است (طبق جدول ۴).

جدول ۲: مشخصات موقعیت تاریخی بناهای انتخابی در بافت تاریخی شیراز

نام بنا	قدمت	تاریخ ثبت	شمارهٔ ثبت	آدرس	جهت ایوان	تعداد طبقات	حوض آب	تعداد باغچه
خانهٔ نصیرالملک	قاجار	۱۳۵۴/۲/۳۰	۱۰۶۸	شیراز، مجاور خیابان لطفعلی‌خان زند، گود عربان، کنار مسجد نصیرالملک	جنوبی	۲ طبقه با زیرزمین	ندارد	۱ باغچه، ۴ اصله درخت نارنج
خانهٔ عطروش (فیروزآبادی)	قاجار	۱۳۵۴/۲/۳۰	۱۰۶۲	شیراز، خیابان لطفعلی‌خان زند، محله گود عربان، مجاور بازار حاجی، کوچهٔ زنجیرخانه	شمالی	۲ طبقه	ندارد	۱ باغچه، ۳ اصله نارنج
خانهٔ کریم صراف (صداقتی)	پهلوی اول	–	–	شیراز، خیابان لطفعلی‌خان زند، گود عربان، مجاور بازار حاجی	غربی	۲ طبقه	دارد	۲ باغچه، ۳ اصله نارنج

جدول ۳: اطلاعات برداشت‌های میدانی از شاخصه‌های اندازه‌گیری توسط دستگاه‌های متحرک در بافت تاریخی شیراز

نام بنا	بیشینهٔ دمای حیاط	کمینهٔ دمای حیاط	بیشینهٔ رطوبت حیاط	کمینهٔ رطوبت حیاط	بیشینهٔ دمای ایوان	کمینهٔ دمای ایوان	بیشینهٔ رطوبت ایوان	کمینهٔ رطوبت ایوان	ساعت	روز
خانهٔ نصیرالملک	۳۲/۲	۲۳/۸	٪۳۹	٪۲۸	۳۲/۹	۲۲/۳	٪۳۷	٪۲۵	۸ تا ۱۳	۱۳۹۹/۰۲/۱۵
خانهٔ عطروش (فیروزآبادی)	۳۴/۶	۳۱/۶	٪۳۳	٪۲۶	۳۴/۲	۲۹/۴	٪۳۴	٪۲۵	۱۴ تا ۱۹	۱۳۹۹/۰۲/۱۵
خانهٔ کریم صراف (صداقتی)	۳۲/۳	۲۲/۹	٪۳۷	٪۲۵	۳۳/۳	۲۳/۸	٪۳۶	٪۲۵	۸ تا ۱۳	۱۳۹۹/۰۲/۱۸

(دما بر اساس درجهٔ سانتی‌گراد است)

جدول ۴: مشخصات فیزیکی بناها

بنا	مساحت حیاط	مساحت ایوان در نما	طول و عرض حیاط	عرض (L) و عمق (W) وارتفاع (H) ایوان در نما	مساحت ایوان در پلان	ضریب دید آسمان
خانهٔ نصیرالملک (ایوان جنوبی)	۴۱۷/۸۵	۶/۵۵	L: ۱۸/۶۰ W: ۲۲/۴۰	H: ۲/۷۶ & W: ۴/۵۰ &L: ۲/۳۷ ارتفاع از سطح حیاط: ۱/۰۰ +	۱۰/۶۶	SVF:۰/۶۶۷
خانهٔ عطروش (ایوان شمالی)	۳۱۶/۸۵	۱۱/۳۴	L: ۱۸/۴۰ W: ۱۷/۱۰	H: ۳/۵۹ & W: ۲/۸۹ & L: ۳/۱۶ ارتفاع از سطح حیاط: ۲/۵۰+	۹/۱۳	SVF:۰/۶۵۸
خانهٔ کریم صراف (ایوان غربی)	۱۶۴/۴۵	۴۳/۷۲	L: ۱۰/۹۰ W: ۱۵/۱۰	H: ۳/۳۲ & W: ۲/۳۷ & L: ۱۳/۱۷ ارتفاع از سطح حیاط: ۲/۸۶+	۳۱/۲۱	SVF:۰/۵۰۶

جدول ۵: مشخصات فیزیکی بخش‌های مختلف حیاط‌ها

بنا	مصالح	مساحت باغچه‌ها	مساحت حوض آب	نسبت فضای سبز به حیاط	ارتفاع دیوارها	نسبت مساحت حوض به حیاط
خانهٔ نصیرالملک (ایوان جنوبی)	سنگ، آجر ، گچ، چوب، موزاییک	۱۰۵	فاقد حوض	٪۲۵	۳/۸۰–۶/۸۰	–
خانهٔ عطروش (ایوان شمالی)	سنگ، آجر، کاشی، چوب، گچ، موزاییک	۳۱/۹۵	فاقد حوض	٪۱۰	۶/۱۰	–
خانهٔ کریم صراف (ایوان غربی)	سنگ، آجر، سیمان، چوب، موزاییک	۲۹/۳۳	۱۱/۳۳	٪۱۷/۸	۶/۵۰	٪۶/۸

۲. ۲. فرایند شبیه‌سازی پژوهش

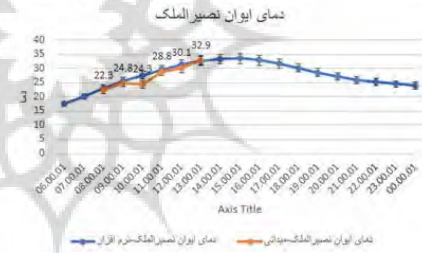
۱. مدل‌سازی برداشت‌های میدانی بناها توسط نرم‌افزار تری‌دی‌مکس[۸] و لومیون[۹] (برای بررسی تأثیر تابش خورشیدی و سایه‌اندازی‌ها)؛
۲. شبیه‌سازی کل مجموعه توسط نرم‌افزار Envi-met جهت سنجش داده‌های آب‌وهوایی؛
۳. استخراج داده‌های هواشناسی شیراز متناسب با نیازهای پژوهش؛
۴. تعیین بازهٔ زمانی و تعیین محل پردازش داده‌ها از طریق گیرنده‌ها (رسپتورها)[۱۰] پیشنهادشده در بناهای انتخابی برای به دست آوردن داده‌های آب‌وهوایی ۲۴ ساعته؛
۵. تعیین و تدقیق ساختارهای فیزیکی عناصر مدنظر (ایوان‌ها و حیاط‌ها)؛
۶. ارزیابی و تحلیل داده‌های کمی پژوهش از طریق نمودارها و جداول بعد از اعتبارسنجی آن‌ها در نرم‌افزار لئوناردو[۱۱]؛
۷. به‌کارگیری نرم‌افزار Bio-met برای به دست آوردن شاخص آسایش حرارتی PET؛
۸. استفاده از نرم‌افزارهای SPSS23 و اکسل برای تعیین ضرایب همبستگی و تأیید روابط موجود بین داده‌ها و شاخص آسایش حرارتی.

۳. تحلیل داده‌های پژوهش در خانه‌های بافت تاریخی شیراز (تفسیر داده‌ها و بحث)

شبیه‌سازی‌های صورت‌گرفته مطابق با جمع‌آوری داده‌های میدانی و خروجی اطلاعات نرم‌افزار Envi-met در دو مقطع زمانی ۹ صبح و ۱۷ بعدازظهر محاسبه و ارزیابی شده است. برای سنجش عملکرد حرارتی حیاط و ایوان خانه‌های مدنظر می‌بایست ترکیبی از مؤلفه‌های فیزیکی در نظر گرفته شود، دما و رطوبت، جریان باد و دمای تابشی و جزئیات فیزیکی حیاط و ابعاد و مساحت آن و فضای سبز، بدنه‌های آب موجود، محل قرارگیری خانه‌ها در بافت‌های پیرامونی آن‌ها و ارتفاع ایوان از سطح حیاط و تناسبات فیزیکی ایوان‌ها و همچنین مصالح به‌طور کامل در نرم‌افزار انوی‌مت

شبیه‌سازی شده است (دیوارها ترکیبی از مصالح موجود در آزمایش میدانی نظیر آجر، سنگ و چوب در زیر سقف‌ها و کف موزاییک و خاک در باغچه و درختان مرکبات با ارتفاع ۴ متر، قطر ۳ متر در نرم‌افزار پیش‌بینی شده است). نتایج داده‌های میدانی به‌همراه داده‌های نرم‌افزار شبیه‌سازی شده در ساعات و روزهای مدنظر هر دو وارد نرم‌افزار اکسل شده، سپس نمودارها تدوین شده و ضریب خطای داده‌ها محاسبه گردیده است. به‌علت تعداد زیاد نمودارها و برداشت‌های میدانی و شبیه‌سازی‌های صورت‌گرفته، به تطابق و صحت‌سنجی نمودارهای دما و رطوبت اکتفا شد.

جدول ۶: مقایسهٔ داده‌های نرم‌افزار با آزمایش میدانی

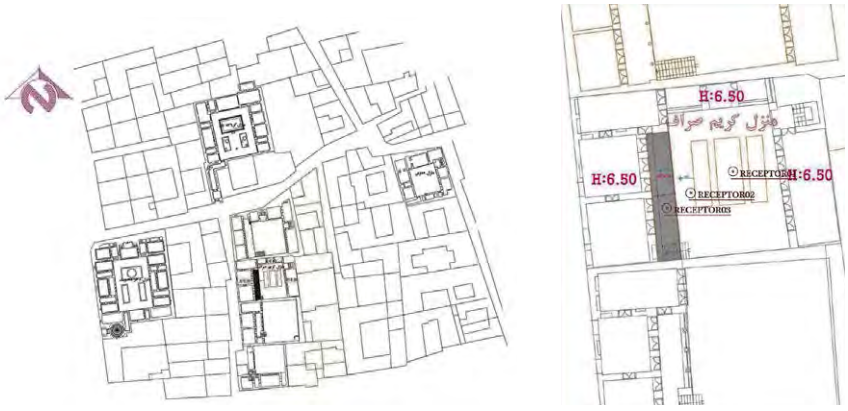
دمای ایوان کریم صراف (تطابق میدانی- نرم‌افزاری)	دمای حیاط کریم صراف (تطابق میدانی- نرم‌افزاری)
دمای ایوان نصیرالملک (تطابق میدانی- نرم‌افزاری)	دمای حیاط نصیرالملک (تطابق میدانی- نرم‌افزاری)
	
دمای ایوان عطروش (تطابق میدانی- نرم‌افزاری)	دمای حیاط عطروش (تطابق میدانی- نرم‌افزاری)
رطوبت ایوان کریم صراف (تطابق میدانی- نرم‌افزاری)	رطوبت حیاط کریم صراف (تطابق میدانی- نرم‌افزاری)

رطوبت ایوان نصیرالملک (تطابق میدانی– نرم‌افزاری)	رطوبت حیاط نصیرالملک (تطابق میدانی– نرم‌افزاری)
رطوبت ایوان عطروش (تطابق میدانی– نرم‌افزاری)	رطوبت حیاط عطروش (تطابق میدانی– نرم‌افزاری)

با توجه به حداقل ضریب خطا، بین داده‌های میدانی و شبیه‌سازی که اکثر آن‌ها زیر ۱۰ درصد می‌باشد و تعداد کمی از نتایج بین ۱۰ تا ۱۵ درصد خطا دیده شده است، می‌توان به صحت و اعتبار داده‌های شبیه‌سازی باور داشت و خروجی داده‌های مستخرج از نرم‌افزار به‌کاربرده‌شده می‌تواند ملاک ارزیابی قرار بگیرد. در تصویرهای ۶ و ۸ و ۱۰ مکان قرارگیری رسپتورها در خانه‌های کریم صراف (صداقتی) و عطروش و نصیرالملک ترسیم شده است. ملاک موقعیت رسپتورها در ارتفاع ۰/۵ متری سطح ایوان تعیین شده است که تمامی نقاط ایوان‌ها و حیاط مجاور را پوشش بدهد. بر اساس جداول ۴ و ۵ تمامی ابعاد و مشخصات فیزیکی و جزییات حیاط‌ها و ایوان‌ها در ارزیابی شبیه‌سازی انوی‌مت مدنظر قرار گرفته شده است. قابل ذکر است که تمامی اتفاقات صورت‌گرفته در هر سه بنا، صرفاً برای تأثیرگذاری انواع متغیرهای مستقل و وابسته بر عناصر اقلیمی ایوان بوده است که بتوان با ایجاد ضوابطی افزایش دما را کنترل کرده و شاخص آسایش حرارتی ایدئالی را تجربه کرد. طبق شبیه‌سازی صورت‌گرفته از طریق نرم‌افزار Envi-met برای تحلیل داده‌های آب‌وهوایی و نرم‌افزار Bio-met برای تحلیل شاخص آسایش حرارتی PET در خانهٔ کریم صراف (ایوان غربی) در ساعت ۹ صبح و ۱۷ بعدازظهر مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفته است. برای بررسی رفتار حرارتی نمونه‌ها، لازم دیده شد که تأثیرات دما، رطوبت، جریان هوا به‌همراه عوامل تأثیرگذار دیگر بر آسایش حرارتی همانند عوامل فردی و فیزیک ساختمان مدنظر قرار گرفته شوند (زارع مهذبیه، شاهچراغی، و حیدری ۱۳۹۵).

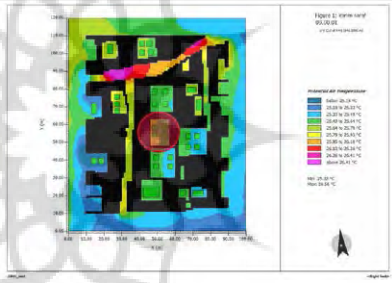
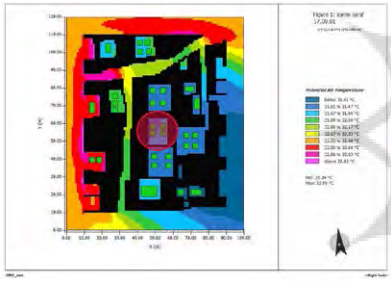
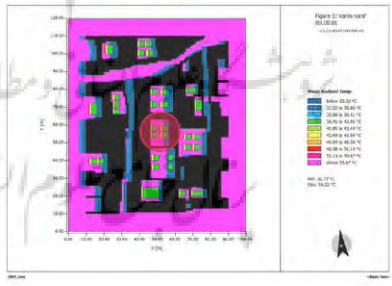
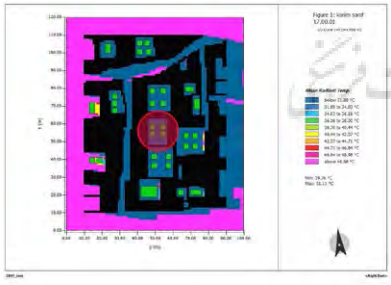
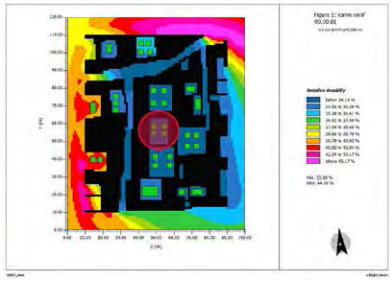
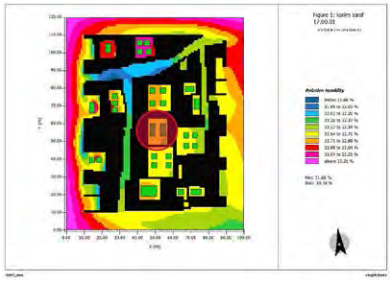
(R1 در مرکز حیاط، R2 نزدیک ایوان، R3 در مرکز ایوان و R مخفف Receptor یا همان گیرنده است).

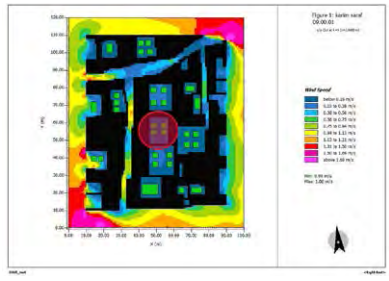
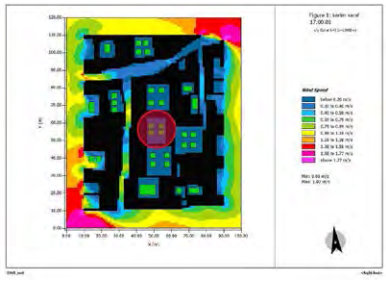
تصویر ۵: خانهٔ کریم صراف (صداقتی): برگرفته از محیط طبیعی و لومیون



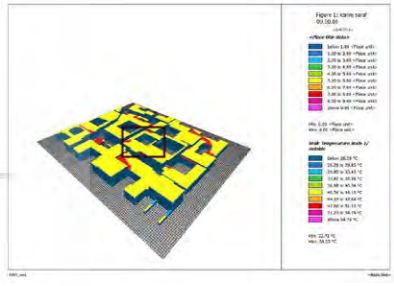
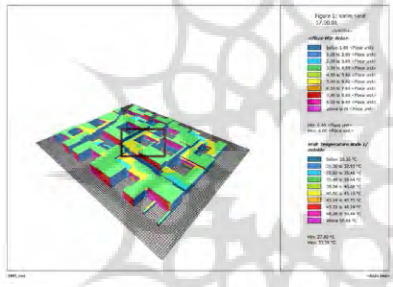
تصویر ۶: پلان خانهٔ کریم صراف (صداقتی) با مکان رسپتورها

جدول ۷: خروجی داده‌های آب‌وهوایی خانهٔ کریم صراف (صداقتی)

خروجی دما در ساعت ۹	خروجی دما در ساعت ۱۷
	
خروجی دمای متوسط تابشی در ساعت ۹	خروجی دمای متوسط تابشی در ساعت ۱۷
	
خروجی رطوبت نسبی در ساعت ۹	خروجی رطوبت نسبی در ساعت ۱۷
	

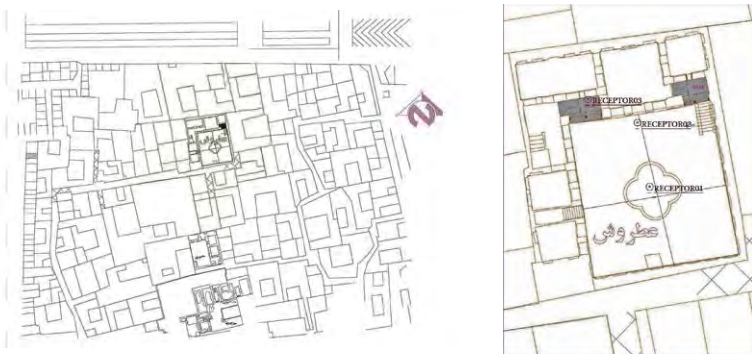
خروجی سرعت باد در ساعت ۹	خروجی سرعت باد در ساعت ۱۷
	

جدول ۸: سه‌بعدی دمای سطح در خانهٔ کریم صراف (صداقتی)

خروجی دما در ساعت ۹	خروجی دما در ساعت ۱۷
	

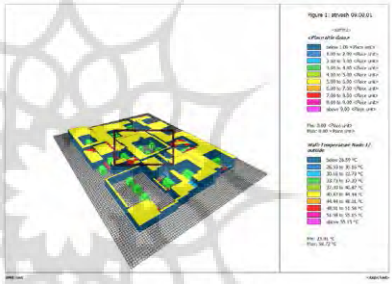
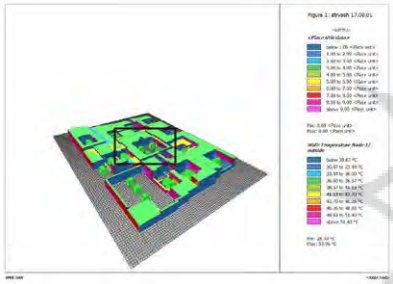
خانهٔ عطروش (جهت شمال کمی متمایل به غرب) نیز همچون خانهٔ کریم صراف (صداقتی) در تاریخ مدنظر در سه گیرندهٔ محیطی تحلیل‌ها صورت گرفته است. مکان رسپتورها در پلان مشخص شده است (R1 در مرکز حیاط، R2 نزدیک ایوان و R3 در مرکز ایوان).

تصویر ۷: خانهٔ عطروش برگرفته از محیط طبیعی و لومیون

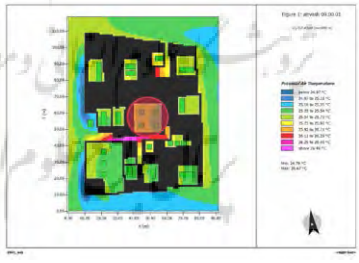
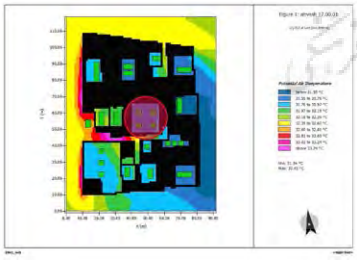
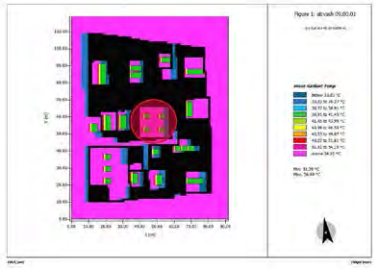
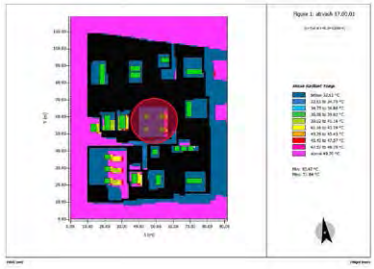


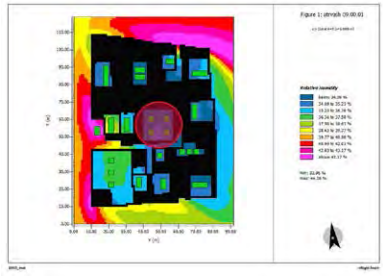
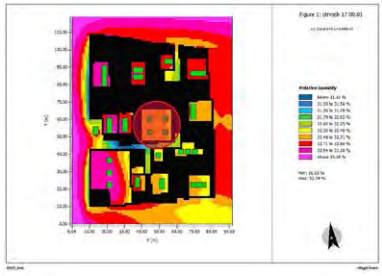
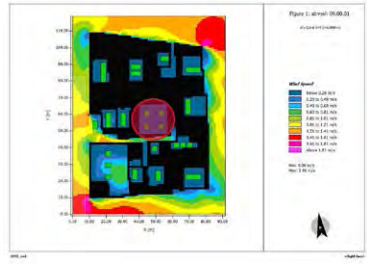
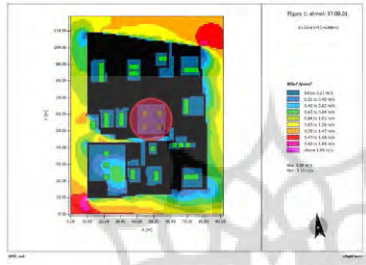
تصویر ۸: پلان خانهٔ عطروش با مکان رسپتورها

جدول ۹: سه‌بعدی دمای سطح در خانهٔ عطروش

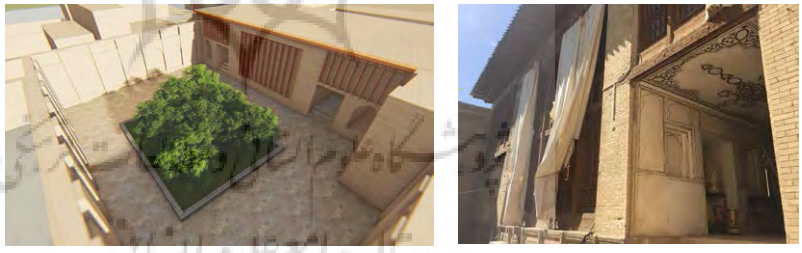
خروجی دما در ساعت ۹	خروجی دما در ساعت ۱۷
	

جدول ۱۰: خروجی داده‌های آب‌وهوایی خانهٔ عطروش

خروجی دما در ساعت ۹	خروجی دما در ساعت ۱۷
	
خروجی دمای متوسط تابشی در ساعت ۹	خروجی دمای متوسط تابشی در ساعت ۱۷
	

خروجی رطوبت نسبی در ساعت ۹	خروجی رطوبت نسبی در ساعت ۱۷
	
خروجی سرعت باد در ساعت ۹	خروجی سرعت باد در ساعت ۱۷
	

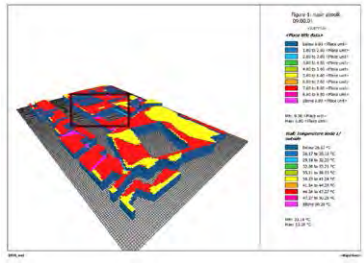
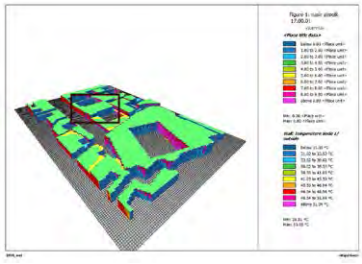
خانهٔ نصیرالملک (جهت جنوب) نیز همچون دو خانهٔ قبل در تاریخ مدنظر ولی در چهار گیرندهٔ محیطی تحلیل‌ها صورت گرفته است. مکان رسپتورها در پلان مشخص شده است (R1 در مرکز حیاط، R2 در حیاط و بین دو ایوان، R3 نزدیک ایوان و R4 در مرکز ایوان).



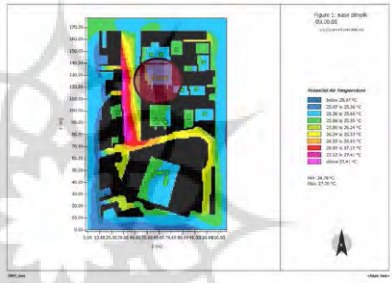
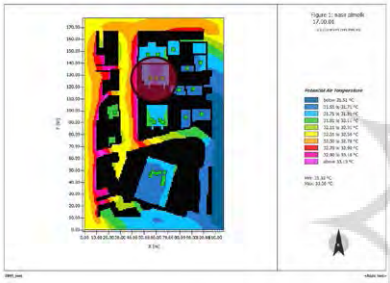
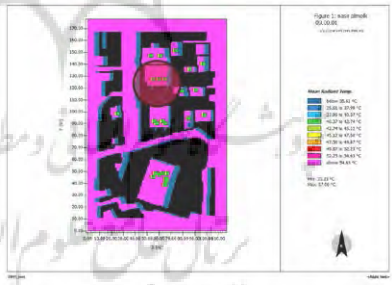
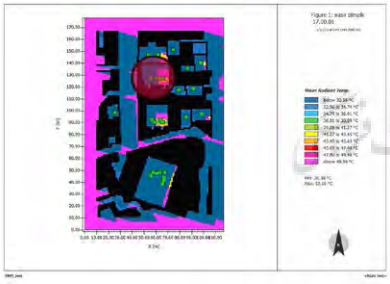
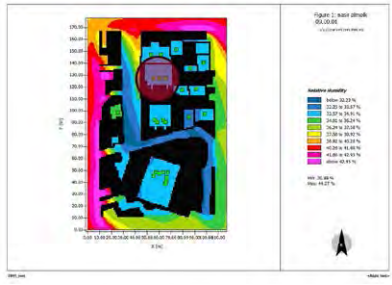
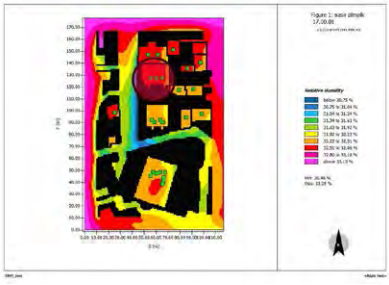
تصویر ۹: خانهٔ نصیرالملک برگرفته از محیط طبیعی و لومیون

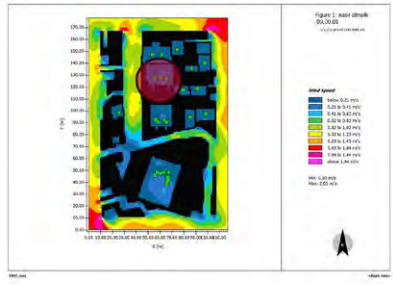
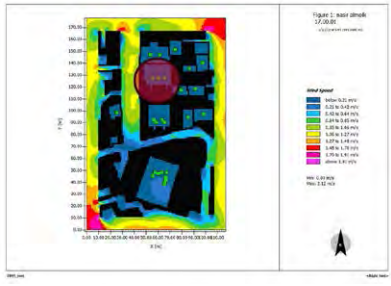
تصویر ۱۰: پلان خانهٔ نصیرالملک با مکان رسپتورها

جدول ۱۱: سه‌بعدی دمای سطح در خانهٔ نصیرالملک

خروجی دما در ساعت ۹	خروجی دما در ساعت ۱۷
	

جدول ۱۲: خروجی داده‌های آب‌وهوایی خانهٔ نصیرالملک

خروجی دما در ساعت ۹	خروجی دما در ساعت ۱۷
	
خروجی دمای متوسط تابشی در ساعت ۹	خروجی دمای متوسط تابشی در ساعت ۱۷
	
خروجی رطوبت نسبی در ساعت ۹	خروجی رطوبت نسبی در ساعت ۱۷
	

خروجی سرعت باد در ساعت ۹	خروجی سرعت باد در ساعت ۱۷
	

بر اساس نتایج حاصل‌شده از داده‌های آب‌وهوایی و برداشت‌های میدانی از لحاظ موقعیت جغرافیایی و ابعاد و اندازه‌های هندسی سه خانهٔ مدنظر به‌همراه مهم‌ترین نکات تأثیرگذار از قبیل طول، عرض، عمق و ارتفاع و مساحت بازشوی ایوان در نما، مساحت حیاط‌ها، ارتفاع دیوارها، پوشش گیاهی، وجود یا فقدان حوض آب، مصالح، ضریب دید آسمان، محل قرارگیری خانه‌ها در بافت‌های پیرامونی آن‌ها، موقعیت جغرافیایی ایوان‌ها و ارتفاع از سطح حیاط و در کنار آن‌ها مشخصات آب‌وهوایی نظیر دمای هوا، دمای متوسط تابشی، سرعت باد، رطوبت، شاخص آسایش حرارتی مورد تحلیل قرار گرفتند. بر اساس نتایج مستخرج از جدول ۴، ایوان خانهٔ کریم صراف (صداقتی) دارای بیشترین عرض و ارتفاع از سطح حیاط و همچنین بیشترین گشایش مساحت ایوان در سطح نما (S= 43/72) بوده است، خانهٔ عطروش دارای بیشترین ارتفاع ایوان بوده است و مساحت گشایش فضایی آن در نما برابر با (S=11/34) می‌باشد، ایوان خانهٔ نصیرالملک دارای بیشترین عمق بوده است و همچنین مساحت بازشوی ایوان در نما برابر با (S=6/55) می‌باشد. طبق جدول ۴ مساحت حیاط‌ها نیز اندازه‌گیری شده که رابطهٔ زیر نمایانگر این موضوع است:

S1=417/85>S2=316/85>S3=164/45

S1 حیاط خانهٔ نصیرالملک، S2 حیاط خانهٔ عطروش، S3 حیاط خانهٔ کریم صراف

همچنین ضرایب دید آسمان حیاط‌ها در رابطهٔ زیر محاسبه شده است:

SVF1=0/667>SVF2=0/658>SVF3=0/506

SVF1 حیاط خانهٔ نصیرالملک، SVF2 حیاط خانهٔ عطروش، SVF3 حیاط خانهٔ کریم صراف

از آنجا که ارتفاع ایوان‌ها از سطح حیاط یکی از پارامترهای مؤثر بر مدت زمان تابش بوده است، رابطهٔ زیر صدق می‌کند.

H1=+2/86>H2=+2/50>H3=+1/00

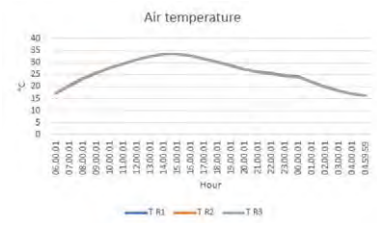
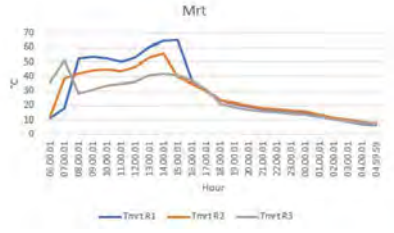
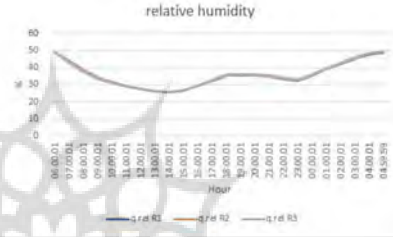
H1 خانهٔ کریم صراف، H2 خانهٔ عطروش، H3 خانهٔ نصیرالملک

به نظر می‌رسد که تمامی پارامترهای ذکرشده نظیر ابعاد فیزیکی حیاط‌ها و ایوان‌ها و عناصر و جزئیات تشکیل‌دهندهٔ آن‌ها بر نتایج داده‌های اقلیمی و شاخص آسایش حرارتی مؤثر بوده باشند.

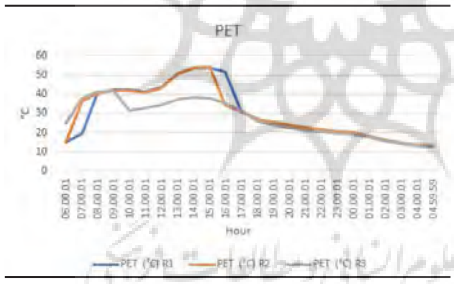
٤. تحلیل یافته‌های اقلیمی و تناسبات کالبدی پژوهش

بر اساس نتایج آماری به‌دست‌آمده از داده‌های آب‌وهوایی و همچنین شاخص آسایش حرارتی بر اساس گیرنده‌های مستقر در قسمت‌های مختلف خانه‌ها، تمامی آمارها به‌صورت نمودارهایی تدوین شده است.

جدول ۱۳: نمودار داده‌های آب‌وهوایی خانهٔ کریم صراف
در سه رسپتور (R1 مرکز حیاط، R2 نزدیک ایوان و R3 مرکز ایوان)

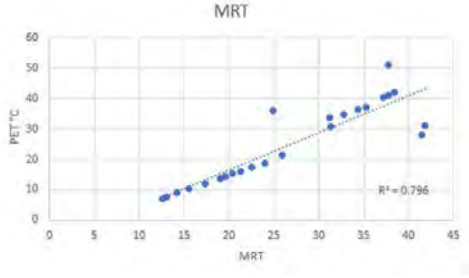
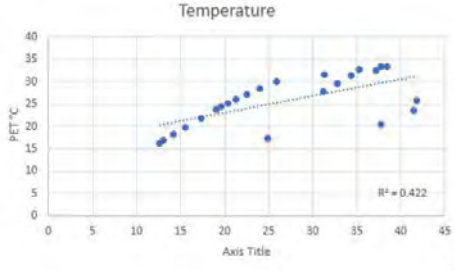
دما	دمای متوسط تابشی
	
رطوبت نسبی	**سرعت باد**
	

جدول ۱۴: نمودار شاخص آسایش حرارتی در سه رسپتور خانهٔ کریم صراف



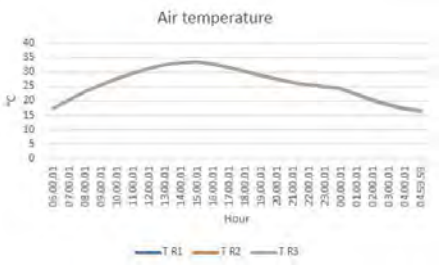
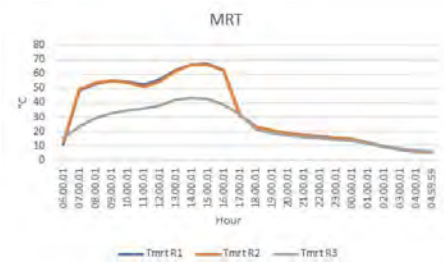
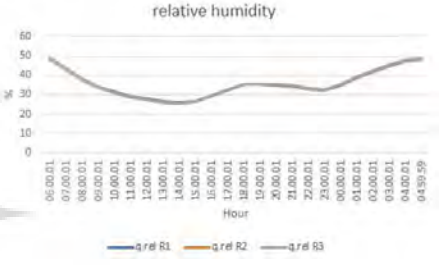
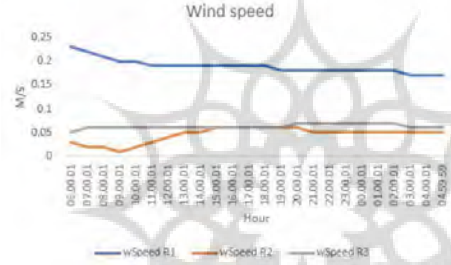
در مسیر اعتبارسنجی پژوهش، همبستگی بین پارامترهای آب‌وهوایی و شاخص آسایش حرارتی در ایوان‌ها صورت پذیرفته است، که این مسیر برای هر سه خانه یکسان خواهد بود.

جدول ۱۵: ضریب همبستگی در خانهٔ کریم صراف

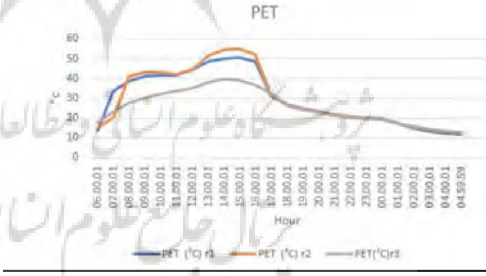
ضریب همبستگی PET & MRT	ضریب همبستگی PET & Air Temperature
	

در خانهٔ عطروش بر اساس سه رسپتور آنالیزشده نمودارهایی مبنی بر تحلیل پارامترهای آب‌وهوایی تدوین شده است.

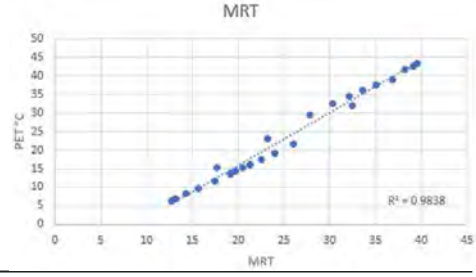
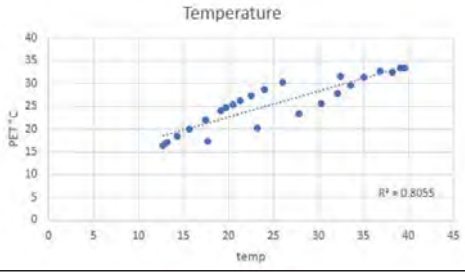
جدول ۱۶: نمودار داده‌های آب‌وهوایی خانهٔ عطروش در سه رسپتور (R1مرکز حیاط، R2 نزدیک ایوان و R3 مرکز ایوان)

دما	دمای متوسط تابشی
	
رطوبت نسبی	**سرعت باد**
	

جدول ۱۷: نمودار آسایش حرارتی PET در خانهٔ عطروش

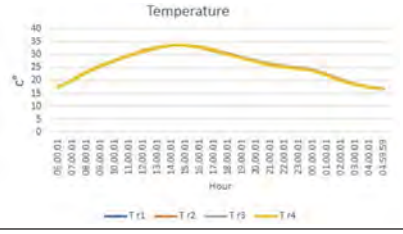
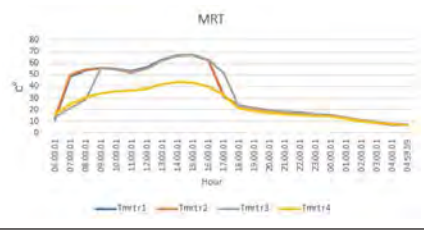
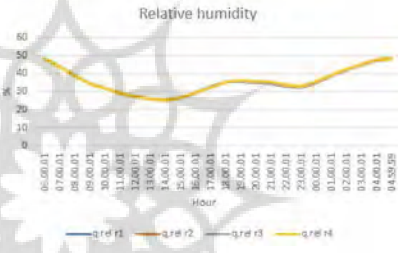
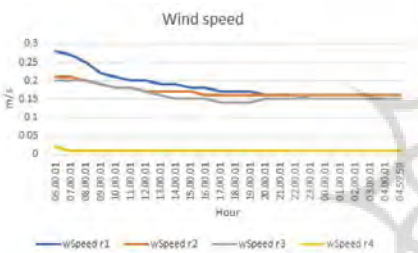


جدول ۱۸: ضریب همبستگی در خانهٔ عطروش

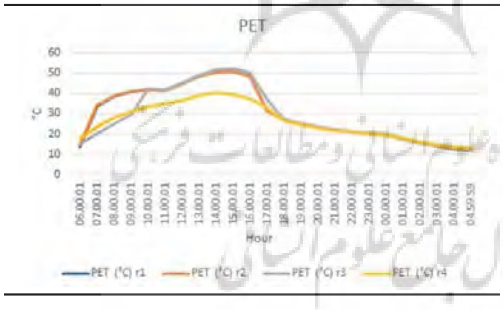
ضریب همبستگی PET & MRT	ضریب همبستگی PET & Air Temperature
	

در خانهٔ نصیرالملک بر اساس چهار رسپتور آنالیزشده نمودارهایی مبنی بر تحلیل پارامترهای آب‌وهوایی تدوین شده است.

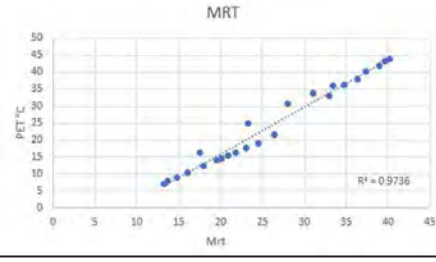
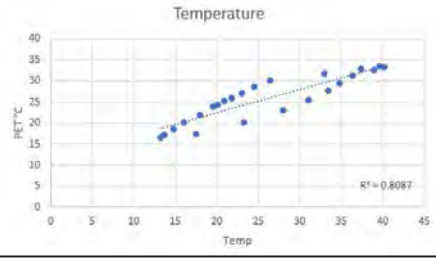
جدول ۱۹: نمودار داده‌های آب‌وهوایی خانهٔ نصیرالملک در چهار رسپتور (R1مرکز حیاط، R2 وR3 نزدیک ایوان، R4 مرکز ایوان)

دما	دمای متوسط تابشی
	
رطوبت نسبی	سرعت باد
	

جدول ۲۰: نمودار آسایش حرارتی PET در خانهٔ نصیرالملک

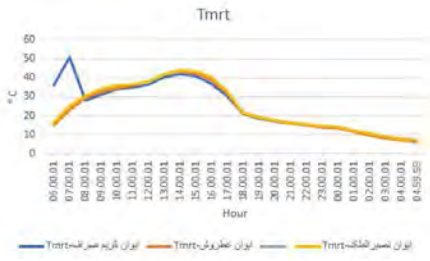


جدول ۲۱: ضریب همبستگی در خانهٔ نصیرالملک

ضریب همبستگی PET & MRT	ضریب همبستگی PET & Air Temperature
	

پس از بررسی‌های صورت‌گرفته در هر سه خانهٔ مورد آزمون، مهم‌ترین فاکتور تأثیرگذار بر دمای آسایش ایوان‌های موجود طبق نموداری ارائه شده است و در انتها شاخص آسایش حرارتی ایوان‌ها نیز در یک نمودار تدوین شد.

جدول ۲۲: دمای متوسط تابشی و شاخص آسایش حرارتی سه خانه و سه ایوان

PET	TMRT
	

بر اساس تحلیل‌های صورت‌گرفته بر یافته‌های پژوهش، دمای متوسط تابشی و همبستگی آن با شاخص آسایش حرارتی از درجهٔ اهمیت فراوانی برخوردار است. بر این اساس سرعت باد نیز می‌تواند کمک بسیار شایانی بر کاهش دمای محیطی داشته باشد. طبق جمع‌آوری و تحلیل تمامی داده‌های فیزیکی و آب‌وهوایی در این سه خانه و با تأکید بر جایگاه ایوان دیده شد که دما و رطوبت هر سه خانه تقریباً در یک محدوده قرار دارند، سرعت باد تا پیش از ظهر در خانهٔ کریم صراف بیشتر از بقیهٔ منازل است و در ادامه سرعت باد در خانهٔ عطروش بیشتر و محسوس‌تر شده است که به سیرکولاسیون هوا می‌تواند کمک کند. از ابتدای صبح (حدود ساعت ۸) تا انتهای شب دمای متوسط تابشی در خانهٔ کریم صراف از شدت کمتری برخوردار بوده، که نقش مهمی بر کاهش PET ایفا کرده است؛ لذا بر اساس موقعیت جغرافیایی ایوان خانهٔ کریم صراف و برخورد حدود ۹ ساعتی تابش خورشید به این فضا، شرایط ایدئال‌تر اقلیمی را نسبت به دو خانهٔ دیگر تجربه می‌کند. شایان ذکر است که در این خانه به‌علت وسعت کمتر حیاط، سایه‌اندازی بهتر و کاهش دمای متوسط تابشی را شاهد هستیم. طبق جدول ۴ شاهد تناسبات ابعادی در سه خانه می‌باشیم که در زیر به تمامی آن‌ها اشاره و تأثیر آن‌ها بر پارامترهای آب‌وهوایی و شاخص آسایش حرارتی نیز بررسی شده است.

H1 ارتفاع ایوان خانهٔ کریم صراف از سطح حیاط، H2 خانهٔ عطروش، H3 خانهٔ نصیرالملک

H1>H2>H3

L1 عرض ایوان خانهٔ کریم صراف، L2 خانهٔ عطروش، L3 خانهٔ نصیرالملک

L1>L2>L3

S1 مساحت ایوان در نما خانهٔ کریم صراف،S2 خانهٔ عطروش، S3 خانهٔ نصیرالملک

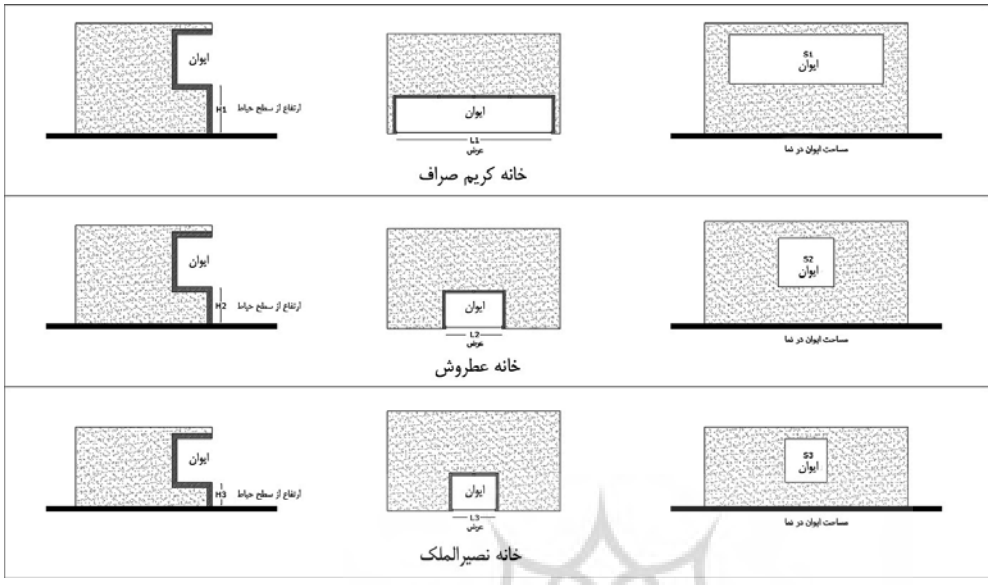
S1>S2>S3

Tmrt1 دمای متوسط تابشی ایوان خانهٔ کریم صراف، Tmrt2 خانهٔ عطروش، Tmrt3 خانهٔ نصیرالملک

Tmrt1<Tmrt2<Tmrt3

PET1 شاخص آسایش حرارتی ایوان خانهٔ کریم صراف، PET2 خانهٔ عطروش، PET3 خانهٔ نصیرالملک

PET1<PET2<PET3

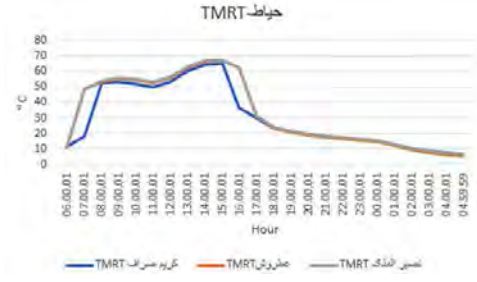


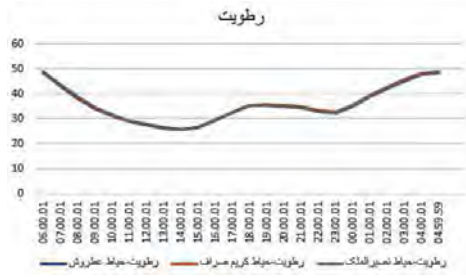
تصویر ۱۱: نسبت مساحت گشایش بازشو ایوان‌ها و عرض و ارتفاع از سطح حیاط در سه ایوان

شواهد حاکی بر این است که بر اساس استاندارد دمایی PET ایوان سه خانه از حدود عصر به‌بعد در محدودهٔ آسایش قرار می‌گیرند ولی خانهٔ کریم صراف در محدودهٔ مناسب‌تر دمایی قرار گرفته و شرایط دمایی ایدئال‌تری را داراست و همچنین زمان قرارگیری آن هم حدود ۱ تا ۱/۵ ساعت زودتر و با دمای کمتر به وقوع می‌پیوندد.

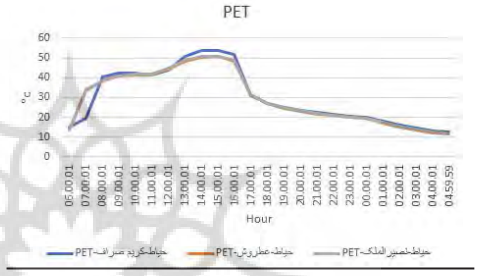
شایان ذکر است در نتایج داده‌های آب‌وهوایی موجود در ایوان‌های این سه خانه فاکتورهای محیطی فضای باز اطراف ایوان‌ها نظیر ابعاد حیاط، پوشش گیاهی، حوض آب، مصالح، ارتفاع دیوارها را نمی‌توان نادیده گرفت. همان طور که پیش‌تر بیان شد و در تصاویر و نمودارهای معرفی شدند، در تمامی خانه‌ها، رسپتورهای کارگذاشته‌شده تحت‌تأثیر تمامی متغیرهای موجود در فضای خانه‌ها بوده و نتایج مستخرج از آزمایش‌ها، حاصل جمع تمامی اثرات این فاکتورها بر یکدیگر بوده‌اند. همچنین به‌نوعی اثرات پوشش‌های گیاهی و آب و ارتفاعات دیوار حیاط و مصالح در نتایج حاصل‌شده کاملاً مدنظر قرار گرفته شده‌اند. در نمودارهای زیر اثرات تمامی متغیرها بر داده‌های آب‌وهوایی تدوین شده است.

جدول ۲۳: نمودار داده‌های آب‌وهوایی حیاط سه خانه

دما	دمای تابشی
	

رطوبت	سرعت باد
	

جدول ۲۴: نمودار آسایش حرارتی PET در حیاط سه خانه



بر اساس نتایج دیده شد که خانهٔ کریم صراف با داشتن حوض آب و مساحت کمتر حیاط به‌همراه درختان سایه‌انداز دارای دمای متوسط تابشی کمتری نسبت به دو حیاط دیگر بوده که تأثیر آن بر ایوان مجاورش کاملاً نمایان است. همچنین خانهٔ عطروش ۲/۷۷ درجهٔ سانتی‌گراد دمای تابشی بیشتری در حیاط خود نسبت به خانهٔ کریم صراف و حیاط خانهٔ نصیرالملک دمای تابشی معادل ۳/۴۱ درجهٔ سانتی‌گراد بیشتر از خانهٔ کریم صراف تجربه کرده است. در پی آن شاخص آسایش حرارتی حیاط خانهٔ کریم صراف نسبت به خانهٔ عطروش ۰/۴۴ درجهٔ سانتی‌گراد و نسبت به حیاط خانهٔ نصیرالملک ۰/۲ درجه دمای آسایش بیشتری را تجربه کرده است. ایوان خانهٔ کریم صراف ۰/۵۶ درجهٔ سانتی‌گراد نسبت به خانهٔ عطروش و ۱/۱۳ درجه نسبت به ایوان خانهٔ نصیرالملک دمای تابشی کمتری در زمان استفاده داشته است. شاخص آسایش حرارتی ایوان خانهٔ صراف دمایی معادل ۰/۴۸ درجه نسبت به ایوان خانهٔ عطروش و ۰/۵۶ درجهٔ سانتی‌گراد نسبت به خانهٔ نصیرالملک دمای آسایش پایین‌تری (بهتری) را تجربه کرده است. نتایج مستخرج از جدول ۲۳ حاکی از تفاوت بسیار ناچیز دما و رطوبت حیاط‌های سه خانه است. با استناد به اینکه در حیاط خانهٔ کریم صراف با داشتن پوشش گیاهی و حوض آب و کوچک‌تر بودن آن و سایه‌اندازی بیشتر نسبت به دو خانهٔ دیگر، دمای متوسط تابشی کمتری داشته است که این خود مهم‌ترین فاکتور تأثیرگذار اقلیمی در همبستگی با شاخص آسایش حرارتی PET بوده است؛ لذا ایوان مجاور آن استرس حرارتی کمتری نسبت به دو خانهٔ دیگر نیز داشته است. در پایان می‌توان انتظار داشت که با توجه به موقعیت جغرافیایی و مدت‌زمان برخورد تابش خورشید به بناها، مساحت گشایش فضایی ایوان در نما، عرض بیشتر ایوان و ارتفاع بیشتر از سطح حیاط و همبستگی بین دمای متوسط تابشی با شاخص آسایش حرارتی، عملکرد حرارتی بهتری در ایوان تجربه خواهد شد.

نتیجه

با حضور مداوم انسان‌ها و دخل و تصرف‌های شدید اقلیمی در محیط‌زیست، اعلان جنگی است که بشر به محیط پیرامونی خود داده است. از اهداف کلی پژوهش، بازیابی مفاهیم و ارائهٔ الگوهای اقلیمی درخور زندگی مدرن امروزی

است که قابلیت استفاده از مبانی شکل‌گیری عناصر معماری پاسخ‌ده به بازتولید فرایند اقلیمی کارآمد داشته باشد. با حضور فضاهای نیمه‌بازی همچون ایوان به‌عنوان حیاطی با عمق کمتر در بدنهٔ ساختمان‌ها می‌توان انتظار تعدیل دما و قرار گرفتن در محدودهٔ آسایش را داشت. در این راستا مساحت گشایش فضایی ایوان‌ها در نما، ارتفاع از سطح حیاط و تأثیرات متغیرهای اقلیمی موجود در حیاط و ایوان‌ها و درجهٔ اهمیت متغیرهای وابسته و شاخص آسایش حرارتی مورد آزمون قرار داده شده است. بدعتی در این نوع پژوهش صورت گرفته شده است زیرا اکثر مطالعات انجام‌گرفته تا به‌امروز بر پایهٔ عمق ایوان و نحوهٔ سایه‌اندازی و طول سایبان و مکان قرارگیری آن بوده است؛ لذا زوایای دیگری که بعضاً با اهمیت‌تر بوده‌اند در این پژوهش به زیر ذره‌بین برده شده است.

نتایج مستخرج‌شده از خانه‌های انتخابی بافت تاریخی شیراز به‌طور خلاصه در زیر تدوین شده‌اند.

ـ مؤلفه‌های آب‌وهوایی بر شاخص آسایش حرارتی PET تفاوت ایجاد می‌کنند. بر اساس میزان میانگین تمامی منازل مشخص شد که مقدار PET حیاط بیشتر از ایوان است. شایان ذکر است اثر تعدیل‌گر ایوان بر شاخص آسایش حرارتی و دمای متوسط تابشی از متغیر حیاط تأثیرگذاری بیشتری داشته است و دما در محدودهٔ مناسب‌تری از لحاظ ادراک حرارتی و درجهٔ فشار فیزیولوژیکی قرار گرفته است. با اطمینان می‌توان اذعان داشت که پارامترهای معرفی‌شده نظیر دمای متوسط تابشی و دمای محیط تأثیر مثبت و معناداری بر شاخص دمای آسایش حرارتی ایوان و حیاط دارند و به‌دنبال آن رطوبت فاقد اثر و سرعت باد تأثیر منفی و معناداری بر شاخص آسایش حرارتی PET داشته است (سرعت باد در حرکت دماهای محبوس‌شده بسیار مؤثر است و تهویهٔ مناسبی برای استفادهٔ کاربران به وجود می‌آورد.)

ـ ایوان‌ها در هر سه خانه از ساعت ۱۸ تا ۲۰ با استرس حرارتی بسیار کم و از ساعت ۲۰ تا ۲۴ در محدودهٔ آسایش و بدون استرس حرارتی قرار دارند.

ـ با افزایش عرض ایوان در نما، به‌دنبال آن افزایش حرکت باد و تهویهٔ دمایی بهتر، کاهش شاخص آسایش حرارتی را شاهد هستیم (ابعاد ۴/۱۵ برابری عرض ایوان خانهٔ کریم صراف نسبت به خانهٔ عطروش و ۵/۵۵ برابری نسبت به خانهٔ نصیرالملک گویای این بحث است). همچنین نسبت عرض به ارتفاع ایوان در خانهٔ کریم صراف بیشتر از خانهٔ عطروش و خانهٔ نصیرالملک است.

ـ در خانه‌های پیشنهادی دیده شد که هرچه ارتفاع ایوان از سطح حیاط بیشتر شده، بازتاب حرارتی کاهش و به‌دنبال آن دمای متوسط تابشی کمتر شده است. نزدیکی به سطح زمین و برخورد اشعه‌های تابشی خورشید و دریافت آن‌ها توسط مواد و مصالح و بازنشر حرارت به محیط پیرامونی باعث افزایش دما شده است؛ لذا ارتفاع گرفتن از سطح حیاط اثر این پدیده را کاهش داده است (بیشترین ارتفاع از سطح حیاط را خانهٔ کریم صراف بین سه خانه داراست).

با تحلیل‌های صورت‌گرفته در بافت تاریخی شهر شیراز، دیده شد که خانهٔ کریم صراف با توجه به کوچک‌تر بودن حیاط نسبت به دو خانهٔ دیگر دمای متوسط تابشی کمتری را تجربه کرده است. همچنین مشخص شد که با افزایش مساحت ایوان‌ها در نما و در کنار آن افزایش عرض آن‌ها و همچنین افزایش ارتفاع قرارگیری آن‌ها از سطح حیاط، می‌توان به کاهش دمای متوسط تابشی و در پی آن به شاخص آسایش حرارتی بهینه‌تری دست یافت؛ لذا درجهٔ اهمیت مساحت بازشوی ایوان‌ها و افزایش ارتفاع از سطح زمین، بر عمق سایه‌اندازی برتری یافته است و تمامی نتایج به‌دست‌آمده بر کنترل دمای متوسط تابشی تأکید داشته‌اند. وظیفهٔ اصلی ایوان‌ها تصفیه، تهویه و کنترل بر افزایش دما در خرداقلیم‌های موجود هستند.

با تمرکز بر چنین پژوهش‌هایی شاید بتوان به بعضی از سؤال‌ها جواب داد ولی به‌قطع 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 داشته باشند. پیوند کلیدواژه‌هایی همچون تناسبات فیزیکی و ابعادی عناصر همخوان با اقلیم با درصد ایدئال به‌کارگیری مساحت ایوان موجود در نما و همچنین موقعیت مناسب قرارگیری آن‌ها در بدنهٔ نما می‌تواند به تدوین دستورالعمل‌هایی مبتنی بر اصلاح بدنه‌های معماری و شهرسازی منجر شود که با استفاده از ضوابط تدوین‌شده از افزایش دما در محیط‌های شهری دوری جست. لذا شناخت عناصر پاسخ‌گو به اقلیم و تزریق مبانی

و مفاهیم شکل‌گیری آن‌ها به بدنهٔ معماری امروزی، در کاهش و کنترل دمای محیط اثر داشته و توانایی تاب‌آوری اقلیمی افزایش داده خواهد شد.

پی‌نوشت‌ها

۱. Thermo-Pyrometer دماسنج تشعشعی است برای اندازه‌گیری دمای سطح به کار می‌رود.

۲. Thermo-Hygrometer دستگاهی است که برای ثبت حداکثر و حداقل دما و حداکثر و حداقل رطوبت محیط به کار برده می‌شود.

3. Norberg-Schulz

4. PET: Physiological Equivalent Temperature

5. Rayman

6. VDI (1998)

7. Envi-Met

8. 3Ds Max

9. Lumion

10. Receptor

11. Leonardo

منابع

ـ آصفی، مازیار، و الناز ایمانی. ۱۳۹۵. بازتعریف الگوهای طراحی مسکن مطلوب ایرانی‌ـاسلامی معاصر با ارزیابی کیفی خانه‌های سنتی. مجلهٔ *پژوهش‌های معماری اسلامی* ۱۱ (۲): ۵۶ـ۷۳.

ـ اکرمی، غلامرضا، و فائزه زارع. ۱۳۹۲. طراحی خانه در بافت سنتی شهری، مطالعهٔ موردی: طراحی در بافت سنتی قم. مجلهٔ *هنرهای زیبا* ۱۸ (۲): ۵۵ـ۶۸.

ـ برزگر، زهرا، و شاهین حیدری. ۱۳۹۶. بررسی نقش عمق و سایهٔ ورودی خانه‌های سنتی در تأمین آسایش حرارتی بیرونی؛ نمونهٔ موردی: بافت قدیم شیراز. مجلهٔ *معماری اقلیم گرم و خشک* ۵ (۵): ۲۱ـ۳۲.

ـ حسنقلی‌نژاد یاسوری، کبری، و داود صارمی نایینی. ۱۳۹۴. *بررسی و نحوهٔ تأثیر اقلیم در سه مسجد مهم دورهٔ تیموریان (مسجد کبود تبریز، مسجدجامع گوهرشاد، مسجدجامع یزد)*. همایش ملی و شهرسازی بومی ایران، یزد.

ـ حسین‌پور، رضا، آزیتا بلالی اسکویی، و محمدعلی کی‌نژاد. ۱۳۹۷. ارزیابی مفاهیم اسلامی طراحی مسکن با هدف بازآفرینی در مسکن معاصر. مجلهٔ *پژوهش‌های معماری اسلامی* ۲۰ (۳): ۲۱ـ۴۸.

ـ حمزه‌نژاد، مهدی، و مینا دشتی. ۱۳۹۵. بررسی خانه‌های سنتی ایرانی از منظر پدیدارشناسان و سنت‌گرایان معنوی. مجلهٔ *نقش جهان* ۶ (۲): ۲۴ـ۳۵.

ـ حیدری، شاهین، و علیرضا منعام. ۱۳۹۲. ارزیابی شاخصه‌های آسایش حرارتی در فضای باز. مجلهٔ *جغرافیا و توسعهٔ ناحیه‌ای* ۱۱ (۲۰): ۱۹۷ـ۲۱۶.

ـ رضائی‌نیا، عباسعلی. ۱۳۹۶. صورت ایوان در معماری ایرانی از آغاز تا سدهٔ نخستین اسلامی. مجلهٔ *مطالعات معماری ایران* ۱۱ (۶): ۱۲۵ـ۱۴۴.

ـ زارع مهذبیه، آیدا، آزاده شاهچراغی، و شاهین حیدری. ۱۳۹۵. بررسی کیفیت محیطی فضاهای داخلی با تأکید بر آسایش حرارتی در خانه‌های سنتی، نمونه‌های موردی: دو خانهٔ قجری در شیراز. مجلهٔ *مطالعات معماری ایران* ۹ (۵): ۸۵ـ۱۰۰.

ـ زمردیان، زهراسادات، و شهرام پوردیهیمی. ۱۳۹۵. ارزیابی عملکرد حرارتی و بصری پنجره در کلاس‌های درس در اقلیم شهر تهران. مجلهٔ *صفه* ۲۷ (۳): ۵ـ۲۴.

ـ سعدی‌نیا، کبری، حسن سجادزاده، معصومه مرادی، و الهام بیرانوند. ۱۳۹۳. *نقش اقلیمی ایوان در خانه‌های مناطق کوهستانی (نمونهٔ موردی خانه‌های سنتی خرم‌آباد)*. سومین همایش ملی توسعهٔ پایدار روستایی، همدان.
ـ سهیلی‌فرد، مهدی، حمید اخترکاوان، سلوا فلاحی، مهدی اخترکاوان، و اصغر محمدمرادی. ۱۳۹۲. بررسی تعامل اصول معماری ایرانی و انرژی خورشیدی از منظر فرم، تقارن و جهت‌گیری، نمونهٔ موردی: خانهٔ عباسیان کاشان. مجلهٔ *آرمانشهر* ۱۱ (۵): ۷۵ـ۹۰.
ـ سیدالعسکری، ملیحه، امیرحسین پیمان‌راد، و فرهاد رجایی. ۱۳۹۶. بررسی تأثیرات افزایش ارتفاع بر کیفیت هوای بلوک شهری، نمونهٔ موردی: بلوک مسکونی شهری در مرکز شهر اصفهان. مجلهٔ *پژوهش و برنامه‌ریزی شهری* ۸ (۲۹): ۱۷۹ـ۱۹۴.
ـ ضابطیان طرقی، الهام، و رضا خیرالدین. ۱۳۹۷. مدل سلسله‌مراتبی ارزیابی سازگاری روانی در جهت نیل به آسایش حرارتی و حس مکان در فضاهای شهری. مجلهٔ *مطالعات شهری* ۲۸ (۷): ۷۹ـ۹۰.
ـ ضابطیان طرقی، الهام، و رضا خیرالدین. ۱۳۹۸. سنجش ارتباط بین سازگاری روانی با حس مکان جهت نیل به آسایش حرارتی در فضاهای شهری (مطالعهٔ موردی: میدان امام خمینی و امام حسین شهر تهران). مجلهٔ *هویت شهر* ۳۹ (۱۳): ۴۷ـ۶۲.
ـ عباسی هرفته، محسن، و سمیرا عادلی. ۱۳۹۶. «پایه‌داری» وجه مغفول رویکرد «معماری پایدار» در نسبت با طبیعت. مجلهٔ *معماری اقلیم گرم و خشک* ۵ (۵): ۷۱ـ۸۲.
ـ فرخی، مریم، محمد سعید ایزدی، و مهرداد کریمی مشاور. ۱۳۹۷. تحلیل کارایی انرژی در مدل‌های بافت شهری اقلیم گرم و خشک، نمونهٔ موردی شهر اصفهان. مجلهٔ *مطالعات معماری ایران* ۱۳ (۷): ۱۲۷ـ۱۴۸.
ـ فلاح قالهری، غلام‌عباس، فاطمه میوانه، و فهیمه شاکری.۱۳۹۴. ارزیابی آسایش حرارتی انسان با استفاده از شاخص جهانی اقلیم حرارتی، مطالعهٔ موردی: استان کردستان. مجلهٔ *سلامت و محیط زیست* ۸ (۳): ۳۶۷ـ۳۷۸.
ـ فیضی، محسن، لیلا علیپور، و اصغر محمدمرادی. ۱۳۹۶. آفرینش معماری به روش قیاس با طبیعت. مجلهٔ *مطالعات معماری ایران* ۱۱ (۶): ۸۵ـ۱۰۱.
ـ کوچکیان، مسعود، سیمون آیوازیان، داراب دیبا، و ویدا نوروز برازجانی. ۱۳۹۶. بازتعریف مفهوم مسکن و سکونت بر اساس مؤلفه‌های اقتصادی و اجتماعی. مجلهٔ *مدیریت شهری* ۱۶ (۴۹): ۲۶۳ـ۲۸۶.
ـ کیایی، مریم، یعقوب پیوسته‌گر، و علی‌اکبر حیدری. ۱۳۹۶. جایگاه پایه‌ای ایوان در ارتقای راندمان عملکردی در مساجد. مجلهٔ *پژوهش‌های معماری اسلامی* ۵ (۱۴): ۶۸ـ۸۵.
ـ معماریان، غلامحسین. ۱۳۸۴. *سیری در مبانی نظری معماری*. تهران: سروش دانش.
ـ مهرابیان، ساهره، شیما مجدی، و فروغ فرازجو. ۱۳۹۵. مقایسهٔ تطبیقی تناسبات فضای پر و خالی در معماری خانه‌های بومی مناطق جلگه‌ای و کوهستانی در شرق گیلان. *کنفرانس بین‌المللی معماری، شهرسازی، عمران، هنر، محیط زیست افق آینده و نگاه به گذشته*، تهران.
ـ میرسجادی، سیدامیر، و هیرو فرکیش. ۱۳۹۵. ارزیابی الگو و شناخت فاکتورهای کالبدی تأثیرگذار در معماری خانه‌های تاریخی نیشابور جهت دستیابی به راهکارهای طراحی و الگوی ساخت منازل در بافت مسکونی سنتی. مجلهٔ *پژوهش‌های معماری اسلامی* ۴ (۴): ۷۲ـ۹۰.
ـ نصر اصفهانی، نفیسه. ۱۳۹۵. کنکاشی بر جایگاه فضای بینابینی در معماری مسکونی (بررسی تطبیقی فضای بینابینی در مسکن تاریخی و معاصر ایران). سومین کنفرانس بین‌المللی *پژوهش‌های نوین در عمران، معماری و شهرسازی*، برلین، آلمان.
ـ نقصان‌محمدی، محمدرضا، فاطمه دهقان، و مرجان منتظری. ۱۳۹۱. طراحی فضای شهری بوم‌گرا در توسعه‌های جدید شهری: آشتی توسعه و پایداری «با تأکید بر طراحی بوم‌گرا در خیابان‌های شهر یزد». مجلهٔ *شهر و معماری بومی* ۲ (۲): ۸۱ـ۹۸.
ـ ورد، مینا، محسن فیضی، مهدی خاک‌زند، و مرتضی اوجاقلو. ۱۳۹۷. ویژگی‌های حرارتی فضاهای باز و نیمه‌باز در شرایط اقلیم شهر تهران. مجلهٔ *پژوهش‌های معماری محیط* ۲ (۱): ۳۱ـ۴۸.
ـ وکیلی‌نژاد، رزا، فاطمه مهدیزاده سراج، و سید مجید مفیدی شمیرانی. ۱۳۹۲. اصول سامانه‌های سرمایش ایستا در عناصر معماری سنتی ایران. مجلهٔ *انجمن علمی معماری و شهرسازی ایران* ۵: ۱۴۷ـ۱۵۹.
ـ ولی‌زاده اوغانی، محمدباقر، و ناصر موحدی. ۱۳۹۶. آسایش در خانه. مجلهٔ *معماری سبز* ۳ (۹): ۹۳ـ۱۰۸.
ـ هدایت، اعظم، و سیده مرضیه طبائیان. ۱۳۹۱. بررسی عناصر شکل‌دهنده و دلایل وجودی آن‌ها در خانه‌های بافت تاریخی

بوشهر. مجلهٔ شهر و معماری بومی ۳ (۳): ۳۵ـ۵۴.
- Berardi, Umberto and Yupeng Wang. 2016. The Effect of a Denser City over the Urban Microclimate: The Case of Toronto. *Sustainability* 8 (8): 1-11
- Eika, A. 2015. *Physical Integration and Ethnic Housing Segregation.* In Proceedings of the 10th International Space Syntax Symposium, London.
- Goshayeshi, Danial, Mohd Fairuz Shahidan, Farzaneh Khafi, and Ezzat Ehtesham. 2013. A Review of Researches about Human Tthermal Comfort in Semi-Outdoor Spaces. *European Online Journal of Natural and Social Sciences* 2 (4): 516-523.
- Grigorieva, E. A, A Matzarakis, and C. R de Freitas. 2010**.** Analysis of Growing Degree Days as a Climate Impact Indicator in a Region with Extreme Annual Air Temperature Amplitude**.** *Climate Research* 42 (2): 143- 154.
- Pezzoli, Allessandro and Roberto Ballasio. 2015. *Analaysis of Thermal Comfort for Cycling Sport: A Case Study for Rio de Janeiro Olympic Games*. In Proceedings of the 3rd International Congress on Sport Sciences Research and Technology Support, Lisbon.
- Soleymanpour, Rana, Nastaran Parsaee, and Maryam Banaei. 2015. *Climate Comfort Comparison of Vernacular and Contemporary Houses of Iran*, Asian Conference on Environment Behaviour Studies 20-22 February, Tehran, Iran.
- VDI. 1998. *Methods for the Human Biometeolorogical Evaluation of Climate and Air Quality for the Urban and Regional Planning.* Part I: *climate*. Berlin: VDI guideline 3787.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Climatic Performance of Traditional Houses in the Old Texture of Shiraz using the Thermal Comfort Approach Case Study: the *Iwan* (Veranda)

Jamshid Karim-zadeh
Ph.D. candidate, Architecture Department, Bushehr Branch, Islamic Azad University

Jamal ad-Din Mahdi-nejad Darzi
Professor, Faculty of Architecture and Urban Engineering, Tarbiat Dabir Shahid Rajaee University

Baqer Karimi
Assistant Professor, Architecture Department, Bushehr Branch, Islamic Azad University

A fundamental look at the habitats and environment-friendly spaces of the past confirms that climatic sustainability was one of the main features of traditional houses. In the past, humans learned to adopt different strategies to improve the thermal performance of their living spaces, i.e., by creating intermediate spaces between open and closed spaces they were able to control indoor temperatures. The main function of verandas was climatic, which by means of shading play an important role in controlling indoor temperatures and creating thermal comfort. One of the main objectives of this paper is to study the climatic data and thermal performance of verandas with respect to their physical proportions. Three traditional buildings having verandas were selected at different geographical locations. The field climate data was collected using measuring instruments such as a thermo-pyrometer and a thermo-hygrometer and then validated using Envi-met and Bio-met simulation software to measure the PET thermal comfort index. The climatic data was weighted using correlation coefficients. Despite all correlating physical aspects of the courtyards, such as area, vegetation, pond, wall height and materials, it was observed that the reduction of the average radiant temperature in the courtyards and verandas improved thermal performances. There was a strong correlation observed between the average radiant temperature and the thermal comfort index in the three houses. Increase of the width of the veranda, increase of their facade opening area, increase of their elevation from the courtyard level, and increase in shading of the courtyard areas are the most effective factors improving the PET index and consequently reducing thermal stress. The resulting guidelines from this research will open a new window to retrieve the concepts of ancient patterns to help solve urban climatic problems.

Keywords: climatic architecture، traditional houses, environmental adaptability, veranda, PET thermal comfort index

JIAS

Journal of Iranian Architecture Studies

University of Kashan
School of Architecture and Art

20

Vol. 20, Autumn 2021 and Winter 2022
ISSN: 2252-0635
E-ISSN: 2676-5020

- **Cuerda Seca Tomb Tiles in the Shrines of Sultan ʻAta-bakhsh and Sultan Amir Ahmad in Kashan (16th-18th Centuries AH)**
  Mohamad-Reza Ghiasian, Mohammad Mashhadi Noosh-abadi
- **Investigating Brick Ornamentation of Historical Houses in the City of Behbahan during the Pahlavi Period**
  Zeinab Mashhoor
- **Kerman Jameʻ Mosques: Urban and Historical Status**
  Zatollah Nikzad
- **Thermal Performance of dorchah, kolak, and kharkhona during the Warm Period of the Year in the Vernacular Houses of the Sistan Region**
  Mohammad ʻAli Sargazi, Mansoureh Tahbaz, Akbar Haj Ebrahim Zargar
- **Climatic Performance of Traditional Houses in the Old Texture of Shiraz using the Thermal Comfort Approach, Case Study: the Iwan (Veranda)**
  Jamshid Karim-zadeh, Jamal ad-Din Mahdi-nejad Darzi, Baqer Karimi
- **Evaluating Creativity and Success among Architecture Students at the University of Tehran Based on the Four-Quadrant Brain Dominance Model of Ned Herrmann**
  Fo'ad Khorramy, Amir Saʻeid Mahmoodi, Mostafa Mokhtabad
- **Historical Kurit Dam in Tabas: Analysis of the Construction Technology**
  Amir-Hossein Sadegh-pour
- **Comparative Study of the Urban Texture Morphology of Birjand for Energy Efficiency**
  Mostafa Hosseini, Mahmoud Shokoohi, Farshad Nasrollahi
- **Comparative Study of Termite Nests and Nooshabad Underground Complex**
  Babak ʻAlemi
- **Cultural Heritage Potentials in Sustainable Local Economic Development**
  Sara Taymourtash, Pirooz Hanachi, Mohammad-Hasan Talebian
- **Key Criteria in the Classification of Architectural Heritage based on Approaches and Conservation Policies in European Countries**
  Sasha Riahi Moghadam, Mohammad-Hasan Talebian, Asghar Mohammad-Moradi
- **A Theoretical Model for Neighborhood Studies in Residential Environments**
  Reza Serr-e ʻAli, Shahram Pour-Deihimi