

محدوده آسایش حرارتی در فضای باز مسکونی سنتی شهر یزد*

دکتر پرهام بقایی**، دکتر مجتبی انصاری***، دکتر محمدرضا بمانیان***، دکتر ریما فیاض****

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۰۵/۲۳، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۲/۱۱/۲۶

چکیده

امروزه بحث توسعه همه جانبه همگام با توجه و توسعه مقوله محیط زیست مطرح می‌باشد. به عنوان یکی از ملزومات توسعه محدوده آسایش حرارتی را می‌بایست برای هر منطقه تعیین کرد. در این مقاله محدوده آسایش حرارتی در فضای باز مسکونی مورد بررسی قرار خواهد گرفت. با توجه به قرارگیری بیشتر مناطق ایران در نواحی گرم و خشک و نقش تعیین کننده حیات در خرد اقلیم به خصوص در مناطق کویری، خانه‌های سنتی شهر یزد به عنوان نمونه موردی انتخاب گردیدند. این پژوهش هماهنگ با مدل اشری و به روش توصیفی-تحلیلی محدوده آسایش حرارتی در فضای باز مسکونی یزد را مشخص می‌نماید. به همین منظور سه خانه سنتی به عنوان نمونه انتخاب گردیده و در نهایت محدوده حرارتی در فضای باز مسکونی تعیین گردید. بر این اساس میزان دمای خشک در محدوده آسایش حرارتی بنا بر نظر پرسش شوتندگان میان ۲۵/۴۲ و ۲۴/۲۳ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۵۲/۵۸ و ۴۵/۱۶ می‌باشد.

واژه‌های کلیدی

آسایش حرارتی، فضای باز مسکونی، نظریه‌های حرارتی، تخمین محدوده آسایش، معیار آسایش فضای باز.

* مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری نویسنده اول مقاله تحت عنوان «برهمکنش عوامل منظرپرداز در تحلیل شرایط حرارتی مسکن سنتی ایران (نمونه مورد بررسی: خانه‌های سنتی یزد)» به راهنمایی دکتر مجتبی انصاری و مشاوره دکتر محمدرضا بمانیان و دکتر ریما فیاض انجام گردیده است.

** دکتری معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

*** دانشیار گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. (مسئول مکاتبات)

Email: ansari_m@modares.ac.ir

**** استاد گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

***** دانشیار گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر، تهران، ایران.

مقدمه

دارد. اشرفی^۱ آسایش حرارتی را شرایط ذهنی می‌داند که بیان‌کننده میزان رضایت افراد از حرارت محیط است. کلمه شرایط ذهنی در تالیف اشرفی دلالت بر آمیختگی شرایط روحی و شرایط جسمی در احساسی تحت عنوان آسایش حرارتی است. هیچز (Hejiz, 1994, 47) این تعریف را ناقص می‌داند و معتقد است طیف وسیعی از شرایط می‌تواند ایجادکننده حالتی باشد که در این تعریف ذکر نشده‌است. وی عنوان نموده چنانچه آسایش حرارتی مقوله ذهنی باشد مفهوم گیج‌کننده‌ای ارائه شده و از آن روشی یا حالتی مستفاد نمی‌شود. زیرا مقولات ذهنی قابل اندازه‌گیری نبوده و عوامل بی‌شماری به طور مداوم آن را تغییر می‌دهد. به این دلیل که عوامل محیطی و اختصاصی فراوانی در به وجود آمدن آن دخالت دارد. لیمب^۲ آسایش حرارتی را شرایط ویژه‌ای در یک فضا می‌داند. از نظر وی آسایش حرارتی شرایط ویژه‌ای برای ساکنان است تا صفای حرارتی ایجاد شود. تعریف لیمب نشان می‌دهد آسایش حرارتی مقوله‌ای کاملاً احساسی است اما چه معیاری برای باصفا بودن محیط می‌توان ذکر کرد. مکین تاینر^۳ معتقد است هیچ معیاری نمی‌توان ارائه داد و این شاخصه از فردی به فرد دیگر با توجه به عوامل روحی فرق می‌کند. اولگی^۴ محدوده‌ای را برای آسایش حرارتی عنوان نموده و بر اساس آن محدوده آسایش حرارتی را تعریف می‌کند. از نظر وی آسایش حرارتی شرایطی است که کمترین میزان مصرف انرژی برای به وجود آوردن یک محیط مطلوب صرف می‌شود. تفاوت اصلی تعریف لیمب و اولگی در این است که لیمب وجود رفتارهای انسانی و عوامل اقتصادی را معیار عنوان نموده است. همگان می‌دانند در بسیاری از شرایط بدون مصرف انرژی نیز می‌توان شرایط راحت را برای اکثریت مردم ساکن در محیط ایجاد کرد. جیونی^۵ نیز، نبودن ناراحتی نسبت به گرما یا سرما را معیار آسایش حرارتی ذکر می‌کند.

متغیرهای اصلی آسایش حرارتی در فضای باز مسکونی

متغیرهای اصلی آسایش حرارتی در فضای باز شامل متغیرهای اقلیمی و فردی می‌باشند. متغیرهای اقلیمی مؤثر، دمای هوا، جریان هوا، رطوبت نسبی و دمای تابشی هستند (Fanger, 1970, 73). دمای تابشی یکی از مهم‌ترین متغیرهای ارزیابی آسایش حرارتی در فضای باز است. به دلیل آن که تأثیر دمای تابشی بر انسان چند جانبه است، لذا متغیر میانگین دمای تابشی^۶ باید مدنظر باشد. از این جهت میانگین دمای تابشی، مجموع تابش‌های جذب شده توسط بدن انسان از سطوح تابشی مختلف است (Matzarakis & Mayer, 2000, 12). متغیرهای فردی «نرخ فعالیت» و «نرخ لباس» نیز بر آسایش حرارتی در فضای باز مؤثرند (Ashrae Handbook, 2001, 49). از عوامل مؤثر بر «نرخ فعالیت»، سن، جنسیت، ساختار کالبدی است (Huang & Wang, 2007, 9) که سبب

کیفیت حرارتی شامل حالات گرم، سرد، خنک، متشنج و راحت کیفیاتی مهم در تجربه فضا هستند و نه تنها بر آنچه مردم در یک فضا انجام می‌دهند بلکه بر احساس آنها از فضا نیز تأثیر می‌گذارد. بنابراین در این حیطه بحث آسایش حرارتی به طور جدی مطرح می‌گردد. از نظر شرایط زیستی، محدوده آسایش حرارتی محدوده‌ای است از دما و رطوبت که در آن سازوکار تنظیم حرارتی بدن در حداقل فعالیت خود باشد (Giovoni, 1976, 78). تعیین محدوده آسایش حرارتی و استفاده از آن در طراحی ساختمان و سیستم‌های تأسیساتی نه تنها بر اندازه دستگاه‌های حرارتی و برودتی، بلکه بر ضخامت عایق و مصرف انرژی در ساختمان نیز تأثیر مستقیم دارد. به همین منظور لازم است برای مناطق مختلف اقلیمی کشور محدوده‌های آسایش حرارتی با دیدگاه تأمین آسایش برای انسان‌ها و همچنین کاهش مصرف انرژی مشخص گردد (صادقی‌روش و طباطبائی، ۱۳۸۸، ۴۰). امروزه ضرورت مطالعات آسایش حرارتی در حیطه معماری و شهرسازی مطرح است اما بیشتر مطالعات انجام گرفته در این زمینه در مورد فضای داخلی بوده است؛ لذا به بحث آسایش حرارتی در فضای باز مسکونی (حیاط) پرداخته شد. بدین منظور خانه‌های شهر یزد که به دلیل اقلیم خاص واجد خانه‌های با حیاط مرکزی است مورد بررسی قرار گرفت. (شکل ۱)

هدف اصلی پژوهش: تعیین محدوده آسایش حرارتی در فضای باز مسکونی یزد است و بر این اساس سؤالات اصلی و فرعی پژوهش به ترتیب زیر عنوان گردید:

- محدوده آسایش در فضای مسکونی شهر یزد به چه میزان بوده و عوامل مؤثر بر شاخصه پیش‌بینی‌کننده آسایش حرارتی در فضای باز مسکونی کدام بوده و چه میزان از آسایش محیطی فرد در فضاهای باز متأثر از آسایش حرارتی می‌باشد؟

- همچنین مناسب‌ترین شاخصه آسایش حرارتی برای ارزیابی در فضاهای باز و دامنه‌ی آسایش حرارتی در فضای باز مسکونی یزد چه میزان می‌باشد؟ و آیا بین آسایش حرارتی پیش‌بینی شده بر اساس شاخصه‌های ارزیابی و احساس آسایش حرارتی تفاوتی وجود دارد؟

آسایش حرارتی

آسایش حرارتی شرایطی از ادراک است که در آن، محیط پیرامون از لحاظ حرارتی رضایت‌بخش باشد. تعریف آسایش حرارتی تعریف ساده‌ای نیست، چرا که عوامل محیطی و اختصاصی فراوانی در به وجود آمدن آن دخالت دارند. مطابق استاندارد اشرفی آسایش حرارتی هر شخص، شرایط ذهنی است که میزان رضایتمندی او از محیط دمایی را بیان می‌کند (حیدری، ۱۳۸۸، ۶). در تعریف، اصطلاح آسایش حرارتی تعابیر متفاوتی

مرحوم پیرنیا معتقد است (۱۳۶، ۱۳۷۱) با بزرگ شدن ابعاد خانه ۴ صغه و گسترش فضاهای آن معماران قادر به پوشاندن فضای وسط نبودند؛ از این رو این فضا تبدیل به حیاط شد. فضای باز در خانه‌های اولیه به منظور تأمین امنیت و ایجاد حریم خصوصی و خلوت در مرکز خانه واقع شد. پوردیهمی (۳۸، ۱۳۸۲) و حائری (۴۹، ۱۳۸۸) در کتاب «خانه، فرهنگ، طبیعت» کار میدانی وسیعی در شهرهای کاشان، بوشهر، کرمان، همدان، رشت، شیراز، فضاهای باز خانه ایرانی را به غیر حیاط شامل طیف متنوعی از فضاهای باز در ارتفاع‌های متفاوت همچون صغه، شارمی، مهتابی، می‌داند. به کمک فضاهای واسط همچون صغه و شارمی، فضای درون و بیرون با یکدیگر تلفیق شده و گسترش می‌یابد. ساخت حیاط در خانه ایرانی از دو جهت قابل مطالعه است؛ از لحاظ کارکردی، حیاط فرصتی برای نزدیکی به طبیعت و تأمین نور و آسایش اقلیمی فضاهای داخلی و همچنین مکانی برای برقراری فعالیت‌های اجتماعی است. از لحاظ کالبدی نیز حیاط در مرکز خانه‌های درون‌گرا قرار دارد و ساختار خانه بر اساس موقعیت حیاط تعریف می‌شود. (شکل ۳)

الف) ساختار کارکردی: حیاط هر خانه بازتابی از فرهنگ ساکنان آن است (Girling & Helphand, 1994, 23). حیاط خانه ایرانی گزیده‌های نمادین طبیعت است (شکل ۴). درخت، گل، پرند اجزای اصلی منظره سازی آن را تشکیل می‌دهند. در اواخر قرن ۱۲ در پژوهش مفصلی

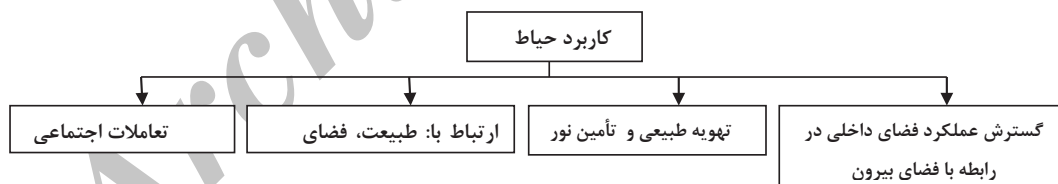
می‌گردد دامنه آسایش حرارتی برای افراد متفاوت شود. به طور معمول، افراد مسن‌تر و زنان تمایل به محیط گرم‌تر دارند؛ زیرا در افراد مسن‌تر میزان سوخت و ساز بدن از زنان کمتر می‌باشد (Kok, 2001, 5).

۱. فضای باز

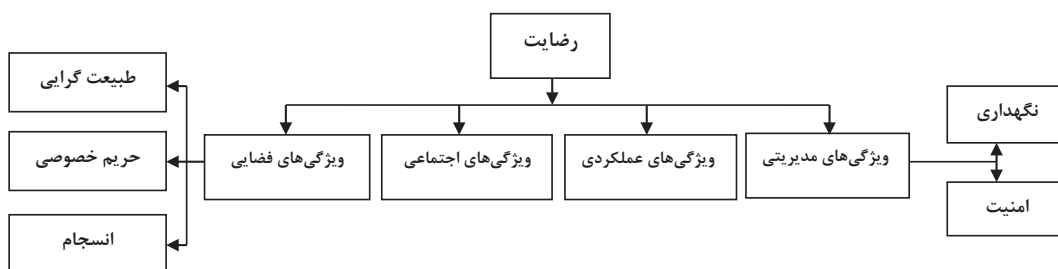
فضای باز مسکونی هر فضای ساخته نشده در مرز و یا محدوده مجتمع مسکونی است که امکان استفاده از مزایای اجتماعی و اقتصادی آن به صورت مستقیم و یا غیر مستقیم برای کاربران وجود دارد (Campbell, 2001, 34). فضای باز با ارتباط بین فعالیت‌های مختلف، شالوده و ساختار فضا را می‌سازند و استخوان‌بندی آن را شکل می‌دهند به اعتقاد هالپدین^۷ به نقل از پاکزاد (۳۲، ۱۳۸۶) فضای باز عناصری هستند که به شهر، کیفیت و شخصیت ویژه می‌بخشند. وی این فضاها را تنظیم‌کننده آهنگ شهر خوانده و به دو دسته «فضاهای باز همگانی و فضای زندگی خصوصی» تقسیم می‌نماید. فضای باز در خانه‌های سنتی که در این تحقیق مطرح است همان حیاط است که کاربردهای کلی آن به عنوان بستر حضور افراد، کاربران و متعاملین فضا مشخص شده است (شکل ۲).

۱. فضای باز مسکونی

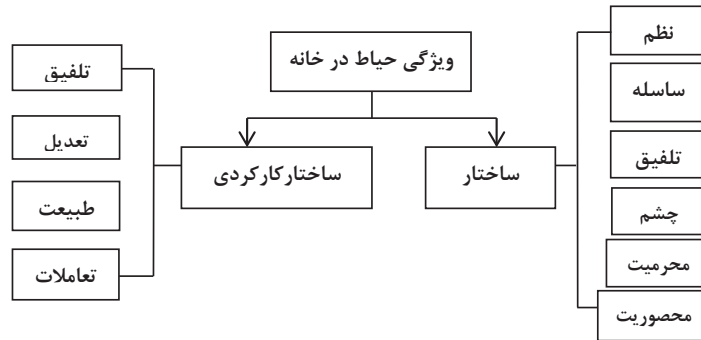
در مورد تعریف فضای باز مسکونی، تعاریف متعددی وجود دارد که در این پژوهش سعی شده است به تعدادی از این تعاریف پرداخته شود.



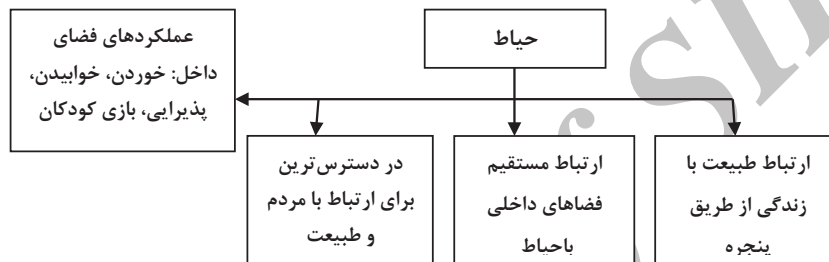
شکل ۱. کاربرد حیاط به عنوان شاخص فضای باز در خانه‌های سنتی



شکل ۲. نمودار ارزیابی رضایت از فضای باز مسکونی



شکل ۳. ساختارهای حیاط در خانه‌های ایرانی (مأخذ: قاضی زاده، ۱۳۹۰، ۶۱)



شکل ۴. ویژگی کارکردی حیاط

جدول ۱. ساختار کارکردی حیاط (مأخذ: قاضی زاده، ۱۳۹۰، ۱۰۹)

ارتباط فضاهای داخلی با حیاط به نحوی است که در مواقع لزوم فضاهای داخلی با حیاط تلفیق شده و ساختار فضای آن گسترش یابد.	تلفیق فضایی
ساختارهای حیاط دار قدیمی بهترین فرم و ترکیب اجزا یک ساختمان برای تعدیل اقلیم به‌شمار می‌روند حیاط‌های داخلی که شامل درخت حوض و سطوح سبز گیاهان هستند. یکی از مؤثرترین عوامل ایجاد رطوبت در هوای خشک به‌شمار می‌روند.	تعدیل اقلیمی
حضور درخت و آب در حیاط اجباری بود. حیاط به‌عنوان گزیده‌ای از بهشت در خانه ایرانی یاد شده است.	طبیعت‌گرایی
در دسترس‌ترین مکان برای برقراری اجتماعات، به‌دلیل انعطاف‌پذیری ویژه‌ی آن فضای حیاط به راحتی تبدیل به فضای جشن و یا عزا می‌گردد.	تعاملات اجتماعی

اصلی خانه با حیاط ارتباط مستقیم داشتند و گاهی نام خود را همچون ۳ دری، ۵ دری بر حسب ارتباط خود با حیاط می‌گرفتند. بر این اساس مسأله درون‌گرایی است که شاید بتوان درون‌گرایی را بارزترین مشخصه رعایت سلسله مراتب در فضای خانه‌های سنتی دانست و یا آن را ثمره محرمیت قلمداد کرد (سیفیان، ۱۳۸۶، ۹). (جدول ۲)

۱) راهکارهای طراحی در فضای باز مسکونی

شرایط آسایش حرارتی انسان از عوامل اقلیمی محیطی، دمای هوا، رطوبت، تابش و سرعت باد تأثیر می‌پذیرد. در این میان دمای هوا و رطوبت آن بر آسایش حرارت تأثیر می‌گذارد اما نمی‌توانند مگر در موارد

که در مورد باغ ایرانی، تمایل ایرانیان برای داشتن گوشه‌ی خلوت و واحدی سرسبز با هندسه‌ی دقیق و منظم در میان سرزمین وسیع این کشور را یک تمایل روحی و روانی و نشان دهنده تحت سلطه درآوردن اراضی طبیعی اطراف می‌داند (منعم، ۱۳۹۰، ۳۳). (جدول ۱)

ب) ساختار کالبدی: سازماندهی فضا در خانه‌های درون‌گرا نسبت به حیاط شکل می‌گیرد. طرح‌اندازی خانه از حیاط آغاز می‌شود و فضاهای بسته و پوشیده در گراگرد آن قرار می‌گیرند (حیاط در سازمان فضایی خانه برای برقراری ارتباط بین ساکنان و طبیعت از یک طرف و ساکنان و جامعه از طرف دیگر مشارکت فضایی داشت) (حائری، ۱۳۸۸، ۶۹). در خانه‌های برون‌گرا مرز حیاط حریم خانه را مشخص می‌کند. فضاهای

جدول ۲. ساختار کالبدی حیاط

نظم هندسی	فضاهای شاه نشین اصلی شمالی و جنوبی در محور تقارن حیاط، استقرار حیاط در قدم اول طراحی، امکان تحقق هندسه راست گوشه (مستطیل و منظم) حیاط را فراهم می‌نماید.
محسوریت	در سمت‌های که بنا وجود ندارد دیوار نقش فعال در تعریف حیاط القاء حس در برگرفتگی (حائری، ۱۳۸۸، ۶۶)
محرمیت	حیاط‌های متعدد بیرونی و اندرونی پاسخی به نیازهای اقلیمی مناطق گرم و خشک و پاسخ به سنت‌های جامعه اسلامی مبنی بر میهمان نوازی در عین رعایت اصل محرمیت است. (Memarian & Brown, 2000, 2)
چشم انداز	پنجره‌های تا کف پایین آمده دید کامل به منظره‌های حیاط را محقق می‌نمود.
سلسله مراتب فضایی	سازماندهی فضا در خانه‌های درون‌گرا نسبت به حیاط شکل می‌گیرد. (حیاط در سازمان فضایی خانه برای برقراری ارتباط بین ساکنان - طبیعت، ساکنان - جامعه مشارکت فضایی داشت). (حائری، ۱۳۸۸، ۶۹)

خورشیدی در این فضاست. تأثیر تابش در شرایط آسایش حرارتی فضاهای باز توسط مطالعات زیادی تأیید شده و نقش مهم آن به رسمیت شناخته شده‌است. از سویی امکان کنترل تابش در تابستان (به معنای سایه‌اندازی) و در زمستان (به معنای قرارگیری در معرض آن) توسط طراحی وجود دارد.

مطالعه میدانی در شهر یزد

بیش از ۶۰٪ ایران وسعت ایران در اقلیم گرم و خشک و فرا خشک واقع شده است و یزد با عرض جغرافیایی ۳۱/۵۳ طول جغرافیایی ۵۴/۱۷ و ۱۲۳۰ متر ارتفاع از سطح دریا با اقلیم خشک و سرد فاقد ماه مرطوب است. همچنین اختلاف زیاد دما بین روز و شب از ویژگی‌های آن به حساب می‌آید. آمار ۱۷ ساله ایستگاه هواشناسی یزد در گرم‌ترین ماه سال یعنی تیر، ۳۳/۱۹ درجه سانتیگراد را برای میانگین دمای هوا نشان می‌دهد. در ماه دی دمای نسبی هوا پایین است. خود مردم اذعان دارند که شهرشان ۲ فصل دارد تابستان و زمستان. گرما و سرمای زیاد همراه با خشکی هوا و رطوبت نسبی پایین از ویژگی‌های اقلیمی یزد است که باعث به وجود آمدن معماری خاص آن اقلیم شده‌است. (شکل ۵)

تحلیل آب و هوای یزد بر اساس فرضیات اولیه

بر اساس طبقه بندی هفتگانه^۸ اشری آب و هوای یزد مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه به صورت پیش فرض شرایط خیلی سرد به شرایطی اطلاق می‌شود که دمای متوسط ماهیانه کمتر از ۱۵ درجه باشد. این پژوهش بر راست بودن این فرض اصراری نداشته، اما به عنوان معیاری اولیه آن را پذیرفته تا در پایان مطالعه به صحت و یا سقم آن پی برده شود. الگوی رطوبت نسبی یزد، منحنی درجه دومی است که نقطه تقعر و تحدبی آن بینابین ۱۲٪ و ۶۰٪ است. نکته قابل

خاص قابل توجه با طراحی منظر چندان مطرح شوند. اما تابش حاصل از خورشید و سطح زمین و همچنین باد می‌توانند به میزان زیادی تحت تأثیر منظرسازی قرار گیرند.

تأثیر درختان بر دمای هوا

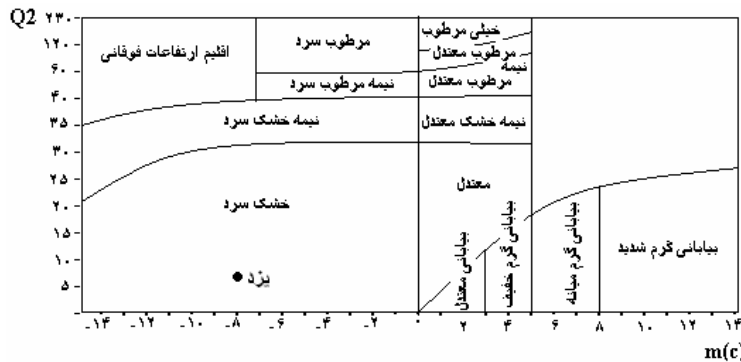
وجود درختان در مقیاس‌های فضایی مختلف می‌تواند بر دمای هوا تأثیرگذار باشد. با این حال این اثر ممکن است بر عوامل متعددی بستگی داشته باشد. درختان نه تنها از تابش خورشیدی بلکه از تابش امواج بلند زمین، سطوح ساختمان‌ها و آسمان نیز جلوگیری می‌کنند. گیاهان می‌توانند سرعت باد در نزدیکی ساختمان را کاهش دهند. این امر نفوذ ناخواسته در عین حال قابلیت تهویه را محدود می‌کند (قیابکلو، ۱۳۸۰، ۷۰). همچنین تبادل حرارت همرفتی در سطوح ساختمان را کاهش می‌دهد. در اقلیم گرم، گیاهان می‌توانند دمای سطح زمین را توسط تبخیر و تعرق، باد و پیامد کاهش دهند.

رطوبت نسبی

چنانچه بیان شد ملاحظات طراحی تأثیر کمتری بر رطوبت نسبی، نسبت به دیگر عوامل دارند. استفاده از آب در فضای باز نیز نقش مهمی در تعدیل رطوبت فضا دارد. به طور کلی آب در یک سطح صاف رو به جنوب می‌تواند اشعه خورشیدی را به فضا منعکس کند. در عمل هیچ تأثیری بر باد ندارد اگر در فضایی بسیار محصور که در آن تبادل هوا به صورت می‌تواند بر درجه حرارت هوا و رطوبت هوا تأثیرگذار باشد (قیابکلو، ۱۳۸۰، ۷۲).

تابش خورشید

از مهم‌ترین ویژگی فضای باز و تمایز آن از فضای داخل، تابش



شکل ۵. موقعیت اقلیمی شهر یزد بر مبنای اقلیم نمای آمیژه طی سال‌های ۱۹۹۷-۲۰۰۶

۱ میدان مطالعه در یزد

در اکثر مناطق دنیا نواحی وجود دارند که اقلیم مشابه به هم داشته و در عین تشابه اقلیمی، شرایط خاص منطقه‌ای حاکم بر آنها تفاوت‌های قابل توجهی را نمایان می‌کند که در معماری حائز اهمیت است و یک معمار برای طراحی باید آنها را مد نظر قرار دهد (مشیری، ۱۳۸۸، ۴۰). مطالعات میدانی با هدف تعیین محدوده آسایش در فضای باز مسکونی در شهر یزد در اوایل زمستان انجام گرفت. این مطالعه همراه پرسش‌نامه با مضمون آسایش حرارتی و اندازه‌گیری هم‌زمان متغیرهای اقلیمی - محیطی استفاده شد. به این صورت که وقتی افراد در حال تکمیل پرسش‌نامه بودند عوامل کالبدی محیط ثبت می‌شد. نمونه‌گیری به صورت تصادفی و از بازدیدکنندگان از خانه‌های تاریخی و افراد شاغل در محل انجام شد. بر این اساس مطالعات این پژوهش در سه خانه تاریخی عرب‌زاده، شکوهی و لاری‌ها صورت گرفت. دلایل انتخاب این سه خانه به دلیل پراکندگی منطقی جغرافیایی آنها در بافت سنتی شهر یزد و همچنین تنوع فضایی آنها به لحاظ دربرگیری تمامی گونه‌های موجود در بافت شهر بوده که می‌تواند این نتایج قابلیت گسترش و تسری به کل شهر و فضاهای باز مسکونی شهر یزد باشند. جدول ۵

ذکر دیگر آن است که اندازه متوسط ماهیانه دما، ولو تسری آن به تمام روزها موجه باشد، در طول شبانه روز معیار درستی نیست. به همین جهت باید اختلاف حداکثر و حداقلی را برای هر ماه قائل شد. با این فرض و استفاده از دمای ۱۷ ساله یزد می‌توان نتیجه گرفت که: از اول دی تا ۳۰ بهمن شرایط خیلی سرد بر شهر حاکم است ولی شرایط از اول اسفند تا اواسط آن و همچنین از اول آذر تا اواسط آن شرایط سرد یزد نامیده می‌شود. قبل از شروع آذر ماه، حدوداً ۱۵ روز این شرایط (کمی سرد) بر یزد حاکم است. مردم در اول مهر تا ۱۵ آبان و همچنین اول فروردین تا ۱۵ اردیبهشت از دمای هوا لذت برده و حاضر به تغییر آن با شرایطی گرم‌تر یا سردتر نیستند. نیمه دوم اردیبهشت شرایط کمی گرم و خرداد ماه گرم است. از اول تیر تا اواسط مرداد شرایط خیلی گرم حاکم می‌شود. به همین ترتیب شهریور ماه شرایط گرم خواهد بود. (جدول ۳)

به این ترتیب در یزد تعداد تقریبی روزها از نظر میزان گرمی و سردی به شرح جدول ۴ است. در بررسی ابتدایی جداول متوجه خواهیم گشت که ۱۲۲ روز شرایط گرم و خیلی گرم ۱۲۰ روز شرایط سرد و خیلی سرد و ۹۱ روز از سال شرایط متعادل حاکم است. (جدول ۴)

جدول ۳. تفکیک شرایط اقلیمی یزد بر اساس طبقه بندی هفتگانه اشری

خیلی گرم	گرم	کمی گرم	خنثی	گرم	خیلی سرد
اول فروردین	۱۵ اردیبهشت	۱۵ اردیبهشت	۳۱ اردیبهشت	اول خرداد	۳۱ خرداد
اول شهریور	۳۱ شهریور	اول مهر	۱۵ آبان	۱۵ آبان	۳۰ آذر
اول دی	۳۰ بهمن	اول اسفند	۳۰ اسفند	اول اسفند	۳۰ اسفند

جدول ۴. تفکیک شرایط حرارتی مختلف بر اساس روز/ سال

شرایط	خیلی سرد	سرد	کمی سرد	خنثی	کمی گرم	گرم	خیلی گرم
کد بندی بر اساس مقیاس اشری	-۳	-۲	-۱	۰	۱	۲	۳
تعداد روزها	۶۰	۶۰	۱۵	۹۱	۳۰	۶۲	۶۲

تاریخ ۳۰ آذر تا ۲ از ساعت ۹ تا ۱۵ هر ۵ دقیقه انجام شد. خانه‌های انتخابی در محله فهادان یزد با فاصله مناسب و از نظر مقیاس متفاوت انتخاب شدند. نتایج حاصل از اندازه‌گیری متغیرهای محیطی در جدول به تفکیک مکان آمده‌است. اطلاعات جدول نشان می‌دهد که متوسط دمای خشک در فضای باز، عددی مطلوب و در حدود آسایش حرارتی است. همچنین دخالت عوامل اختصاصی (رطوبت مطلق حوض آب و یا وجود گل و گیاه و درخت) نقش مهمی در رسیدن به آسایش حرارتی دارند. مقدار رطوبت در فضای باز نسبت به اقلیم گرم و خشک یزد قابل قبول دو استاندارد حرارتی اشری و آیزو می‌باشد. دما در ساعت ۹:۱۰ کمترین و در ۱۲:۵۵ بیشترین و رطوبت در ساعت ۱۳:۵۵ کمترین و ۹:۱۵ به بیشترین حد خود رسیده‌اند.

۱۱ فانه عرب زاده (موزه سکه و مردم شناسی)

این بنا متعلق به دوره قاجار دارای یک حیاط مستطیل شکل می‌باشد اندازه‌گیری در ۳۰ آذر در وسط حیاط (بالای حوض) از ساعت ۹-۱۵ هر ۵ دقیقه یک بار انجام شد. هوا نسبت به بقیه روزهای نمونه‌گیری سردتر بود. در ساعت ۱۳/۴۰ بیشترین دما ۱۷/۳۷ و کمترین رطوبت ۲۸/۴۵ و در ساعت ۹/۱۵ کمترین دما ۶/۶۹ و بیشترین رطوبت ۵۲/۳۰ ثبت شد. میانگین دما ۱۲/۹۷ و رطوبت ۳۸/۶۸ می‌باشد. از ساعت ۱۱/۳۰ تا ۱۳/۴۰ دما رو به افزایش و از ساعت ۱۴/۲۰ دما رو به کاهش رفت. (شکل ۶ و ۷)

اطلاعات دقیقی از تاریخ و تعداد پرسش‌نامه‌های که در ۵ خانه افراد پاسخ دادند را نشان می‌دهد.

جدول ۵. اطلاعات پرسش‌نامه ای در طول دوره مطالعه

تاریخ	عدد پرسشنامه	تعداد خانه
۳۰ آذر تا ۳ دی	۵۰	۵

۱۲ اندازه‌گیری متغیرهای اقلیمی - ممیطی

هم‌زمان با انجام پرسش‌نامه متغیرهای اقلیمی مانند دمای خشک و رطوبت نسبی اندازه‌گیری شد تا روابط این عوامل کالبدی خرد اقلیم و احساس حرارتی واقعی افراد سنجیده شود. برای اندازه‌گیری متغیر دما و رطوبت هوا از دستگاه سنجش دیتالاگر^۹ استفاده شد. دستگاه در ارتفاع ۱/۱ متر قرار دمای هوا و رطوبت نسبی به فاصله ۵ دقیقه برداشت پس از جمع‌آوری و تکمیل اطلاعات مورد نیاز پرسش‌نامه و داده‌های کیفی حاصل با استفاده از جداول گوناگون و فرمول‌ها به اطلاعات کمی تبدیل شدند. (جدول ۶)

۱۳ دمای هوا، رطوبت نسبی در زمان مطالعات میدانی

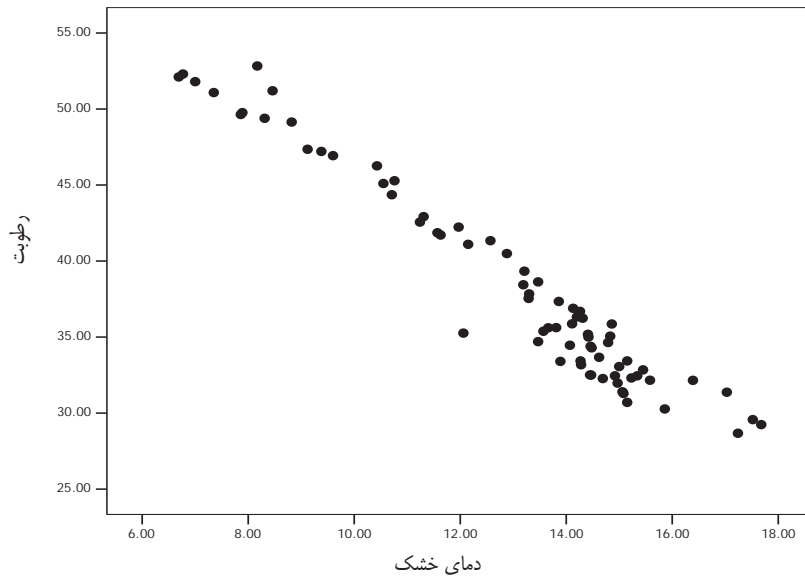
زمان انجام کار میدانی، در اوایل زمستان ۱۳۹۱ و در ۳ روز متوالی در

جدول ۶. متغیرهای به‌دست آمده از نتایج فعالیت میدانی

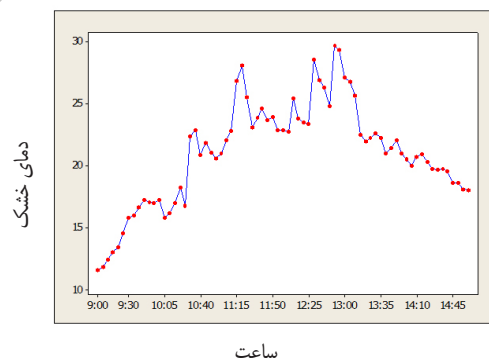
متغیرها	حداقل دما/ رطوبت	حداکثر دما/ رطوبت	میانگین دما/ رطوبت
دمای خشک	۱۳/۸۲	۳۱	۲۴/۳۳
رطوبت نسبی	۳۷/۴۷	۶۷/۹۱	۴۸/۸۷



شکل ۶. خانه عرب زاده



A



شکل ۷. پراکنندگی رطوبت - دمای خشک و دمای خشک - ساعت در خانه عرب زاده

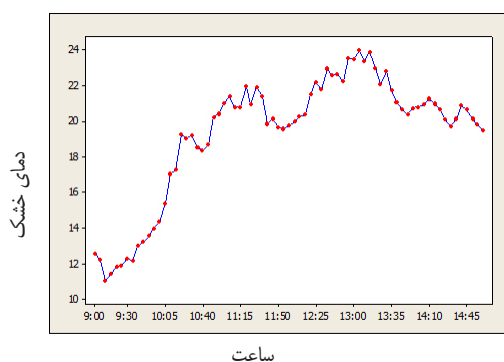
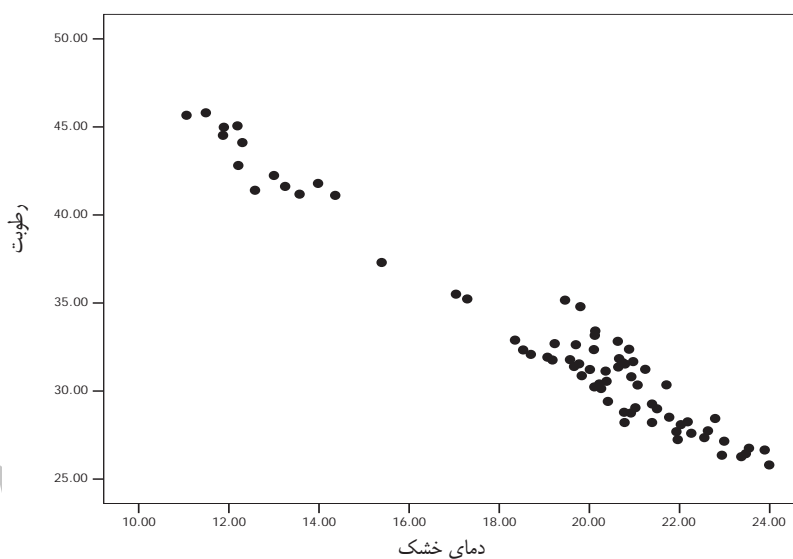
خانه لاری‌ها (یگان مفاظت میراث)

کمترین رطوبت ۲۵/۸۰ ساعت ۹/۱۵ کمترین دما ۱۱/۰۶ و بیشترین رطوبت ۴۵/۶۶ ثبت شد همچنین میانگین دما ۱۹/۲۹ و رطوبت ۳۲/۷۰ ثبت شد. از ساعت ۱۲/۰۵ - ۱۳/۱۵ دما در حال افزایش و ۱۳/۲۰ دما رو به کاهش رفت. (شکل ۸ و ۹)

این بنا متعلق به اواسط دوره قاجار و جمله خانه‌های چهار فصل دارای دو حیاط اندرونی و بیرونی می‌باشد. اندازه گیری در ۱ دی در حیاط اندرونی (بزرگ) انجام شد. ساعت ۱۳/۰۵ بیشترین دما ۲۳/۹۹ و



شکل ۸. خانه لاری‌ها



شکل ۹. پراکندگی رطوبت- دمای خشک و دمای خشک - ساعت در خانه لاری‌ها

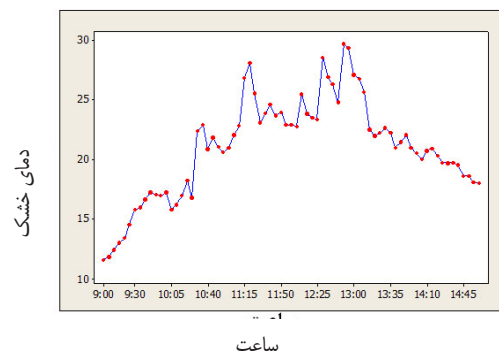
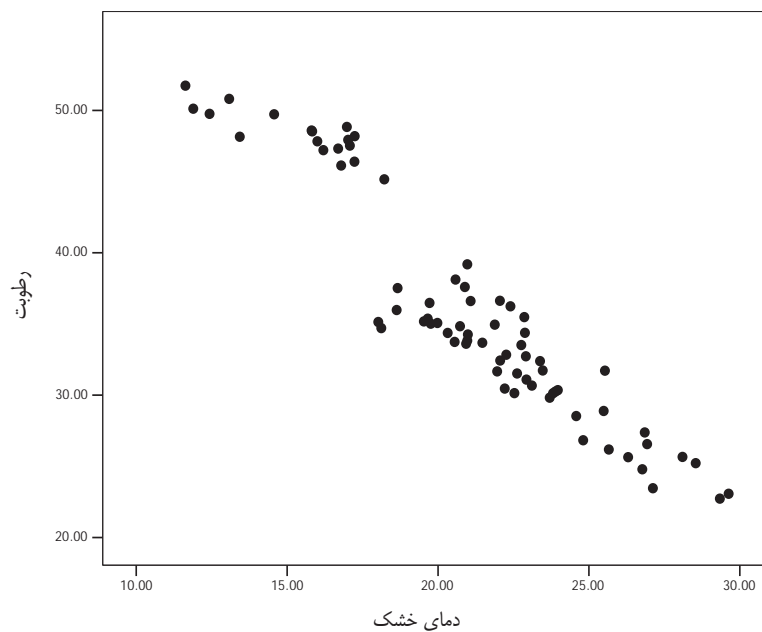
خانه شکوهی (میراث فرهنگی)

۵۱/۱۲ ساعت بیشترین دما ۲۹/۳۶ و کمترین رطوبت ۲۲/۷۳ ثبت شد. همچنین میانگین دما ۲۱/۳۰ و رطوبت ۳۴/۵۷ می باشد. از ساعت ۱۱/۱۵ - ۱۳/۱۰ دما رو به افزایش و در ساعت ۱۳/۱۵ رو به کاهش رفت. (شکل ۱۰ و ۱۱)

این بنا متعلق به اواخر قاجار و اوایل پهلوی و دارای سه حیاط اندرونی، بیرونی و نارنجستان می باشد. اندازه گیری در ۲ دی در حیاط اندرونی (بزرگ) انجام شد. در ساعت ۹ کمترین دما ۱۱/۶۳ و بیشترین رطوبت



شکل ۱۰. خانه شکوهی ها



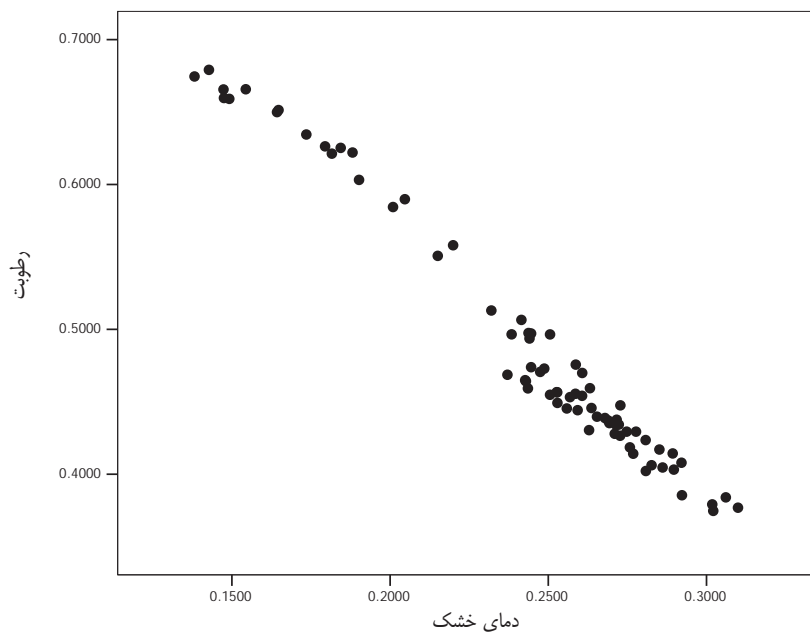
شکل ۱۱. پراکنده‌گی رطوبت- دمای حس و دمای حس ساعت در خانه شکوهی

ri تملیل همبستگی

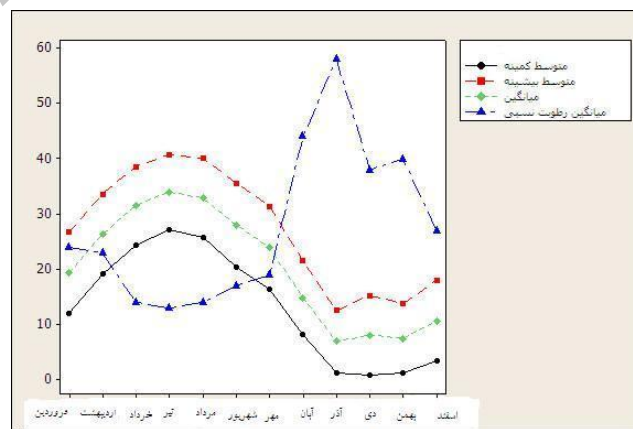
شرایط اقلیمی نشان از همبستگی بین رطوبت نسبی و دمای هوا دارد. هر چه دمای هوا بیشتر شود، رطوبت نسبی کمتر می‌شود. همبستگی منفی بین این دو متغیر در ساعت‌های مختلف و در فضای باز وجود دارد. نمودار پراکنندگی همبستگی قوی و با شیب منفی بین داده‌ها را نشان می‌دهد. میانگین داده‌ها حاکی از نمودار خطی با همبستگی بالا بین داده‌ها را نشان می‌دهد. (شکل ۱۲)

ri ممدود واقعی دمای آسایش در فضای باز مسکونی یزد

نمودار (شکل ۱۳) نشان دهنده شرایط آسایش حرارتی در ماه‌های مختلف سال در شهر یزد بر اساس مطالعه حاضر می‌باشد. از نمودار این نکته استنباط می‌شود که دمای آسایش کاملاً متغیر بوده و در هر ماه اندازه مختلفی را به خود اختصاص می‌دهد. نمودار ۱۰ خط مختلف را در خود دارد. رطوبت نسبی، متوسط بیشینه و کمینه دما و میانگین دما به تفکیک ماه برای سال ۹۰. مردم یزد در ۱۹-۲۳ درجه احساس آسایش می‌کنند (داده‌های سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۹۱).



شکل ۱۲. میانگین پراکنندگی متوسط رطوبت- متوسط دمای خشک



شکل ۱۳. حدود تغییرات دما و متوسط رطوبت ماهیانه شهر یزد

احساس حرارتی و ترجیح حرارتی

مقایسه آراء ترجیح حرارتی افراد ساکن و غیرساکن شهر یزد نشان می‌دهد که درصد بیشتری از ساکنان یزد (۵۴٪) نسبت به غیرساکن یزد (۲۰٪) تمایل به حفظ شرایط موجود داشته‌اند علاوه بر این در میان آراء افراد ساکن یزد، رأی «تغییر نکند» بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده است. در حالی که در میان آراء افراد غیرساکن یزد رأی «گرم‌تر شود» بیشترین فراوانی را دارد مهم‌ترین دلیل این تفاوت را می‌توان تأثیر سازگاری فیزیولوژیکی به صورت اقلیم‌پذیری دانست. به نظر اینکه بیشتر افراد غیرساکن یزد در درجه اول از مناطق سرد و پس از آن معتدل کشور بوده‌اند. (جدول ۷ و ۸)

دمای فنثی و محدوده آسایش حرارتی

مقایسه نتایج با ISO-۷۷۳۰+
جامعه آماری (پرسش‌نامه)

این بخش شامل ارزیابی ویژگی‌های جامعه آماری بر حسب خصوصیات فردی، ویژگی‌های ظاهری، فعالیت‌های مورد انتظار، تناوب و مدت زمان حضور افراد و فضاهای قبل از آمدن به فضای باز مسکونی می‌باشد. این ویژگی‌ها بر اساس پرسش‌نامه و یا مشاهده برداشت شده است. خصوصیات جامعه آماری شامل جنسیت، گروه‌بندی سنی برای جامعه آماری ۵۰ نفره که از الزامات اولیه استاندارد ISO-۷۷۳۰ است، در تصویر زیر نشان داده شده است. داده‌ها نشان می‌دهد که بیش از نیمی از افراد را مورد ارزیابی را جوانان تشکیل می‌دهند و توزیع جنسیتی به

بر اساس مقیاس هفتگانه اشری، افراد مورد سؤال قرار گرفته تا احساس حرارتی خود را بیان کنند. آیین نامه اشری -۵۵ احساس حرارتی بین منفی یک و مثبت یک شرایط قابل قبول و محدوده آسایش برای حداقل ۸۰ در صد افراد می‌داند. در واقع حالت ایده آل برای شخص ایجاد شده است. از طرفی ترجیح حرارتی نیز مورد سؤال قرار گرفت. برای آن از مقیاس سه گانه مکین تایر (McIntyre, 1982, 44) استفاده شد. زمانی که از شرایط حرارتی عدم رضایت وجود ندارد، ممکن است حالتی ترجیح داده شود که ممکن است آن حالت پیش نیاید. به طور فرض در شرایطی فرد احساس آسایش حرارتی می‌کند، اما میل دارد اندکی هوا گرم‌تر یا سردتر باشد. اگر حالت خواسته شده ایجاد شود، در واقع حالت ایده آل برای شخص ایجاد شده است. فاصله احساس حرارتی و ترجیح حرارتی نباید زیاد باشد. آنچه که مبنای آسایش حرارتی و یا ترجیح حرارتی است طبق استاندارد اشری باید مورد تأیید ۸۰ در صد افراد جامعه باشد. جدول ۶ نتایج مطالعات میدانی در یزد را گزارش کرده‌بود. جدول ۷ پراکندگی آراء احساس حرارتی تمامی افراد مصاحبه شونده (۵۰ نفر) را در این مقیاس نشان می‌دهد. چنانچه انتظار می‌رود از آنجا که مطالعات میدانی در فصل سرد سال انجام شده است. با در نظر گرفتن مقدار میانگین احساس حرارتی اغلب افراد در شرایطی میان «خنثی» و «کمی سرد» قرار داشته‌اند. این احساس رضایت که در شرایط سرد زمستان انتظار آن می‌رود، می‌تواند ناشی از دلایل کالبدی، زیستی و روانی متفاوتی باشد.

جدول ۷. احساس حرارتی بر اساس مقیاس هفتگانه اشری

۱	۲	۳	خنثی	۵	۶	۷
دمای فعلی هوا						
وضعیت باد	٪۶	٪۱۴	٪۲۲	٪۲۴	٪۲۸	
ارزیابی هوا	٪۱۲		٪۲۲	٪۲۰	٪۴۴	
از نظر حرارتی	٪۶		٪۱۴	٪۲۴	٪۲۸	

جدول ۸. ترجیح حرارتی بر اساس مقیاس مکین تایر

کمتر	بدون تغییر	بیشتر
٪۱۲	٪۸۴	٪۴
٪۸	٪۹۲	٪۲
٪۴	٪۶۶	٪۳۰
٪۶	٪۷۶	٪۱۸

جدول ۹. ویژگی شغلی، تحصیلی و خانوادگی جامعه آماری

تحصیلات	زیر دیپلم	دیپلم	کاردانی	کارشناسی	کارشناسی ارشد	دکتری
درصد	-	۱۶٪	۱۶٪	۴۲٪	۲۲٪	۴٪
وضعیت اشتغال	شاغل	مشغول تحصیل	بازنشسته	بیکار	خانه دار	
درصد	۳۶٪	۵۰٪	۲٪	۴٪	۸٪	
وضعیت خانواده	تنها	همسر	همسر و فرزندان	به همراه والدین	با دوستان	
درصد	۱۰٪	۱۴٪	۱۸٪	۱۴٪	۴۴٪	

جدول ۱۰. پراکندگی سن جامعه آماری

۲۰-۳۰ سال	۳۰-۴۰ سال	۴۰-۵۰ سال	۵۰ سال به بالا
۳۰٪	۳۸٪	۲۲٪	۴٪

جدول ۱۱. مدت زمان سکونت در یزد بر حسب روز / ماه / سال

کمتر از ۱۰ روز	کمتر از یک سال	کمتر از ۵ سال	۵-۱۰	۱۰-۱۵	۱۵-۲۰	۲۰-۲۵	بیش از ۳۰ سال
۳۲٪	۸٪	۱۲٪	۸٪	۲٪	۱۶٪	۶٪	۸٪

کننده آسایش حرارتی تعیین کننده هستند که با توجه به بررسی های میدانی در فضاهای باز مسکونی شهر یزد آسایش محیطی فرد به طور کامل متأثر از آسایش حرارتی افراد است.

- به عنوان پاسخ به دومین سؤال پژوهش مؤلفه های روانشناختی سازگاری حرارتی متناظر با عوامل مؤثر بر شاخصه پیش بینی کننده (به عنوان مناسب ترین شاخصه آسایش حرارتی) آسایش محیطی شامل: انتظارات، ترجیح زمینه ای به فضاهای طبیعی، تجربیات فرد از فضا، مدت زمان حضور در فضا، حق انتخاب و شرایط قبل از حضور در فضای باز مسکونی و ویژگی های احساسی، در، آسایش محیطی افراد در فضا مؤثر می باشند. همچنین تفاوت چندانی بین آسایش حرارتی پیش بینی شده بر اساس شاخصه های ارزیابی حرارتی پیش بینی شده به عنوان شاخص مناسب و احساس آسایش حرارتی وجود نداشت. شایان ذکر است که عوامل مؤثر بر آسایش حرارتی افراد در فضای باز از نظر میزان همبستگی و درجه اهمیت، متفاوت با سطح جهانی است.

- معماران و طراحان بدون شک می بایست تمام اصول معماری کویری که در خانه های نمونه مانند تابش، فرم مناسب، محور کاشت، ایجاد

صورت نسبی نرمال می باشد. (جدول ۹)

جمع بندی مدت زمان حضور افراد در فضای باز نشان می دهد که ۱۴٪ آنها کمتر از یک ساعت در فضای باز بودند. (جدول ۱۰ و ۱۱)

نتیجه گیری

نتایج مقاله بر گرفته از یافته های ارزیابی روابط متغیرهای محیطی و فردی مؤثر بر آسایش حرارتی است. بر این اساس نتایج کلی نشان می دهد که:

- به عنوان پاسخ به سوال اول پژوهش طبق نتایج کار میدانی و تحلیل انحراف معیار، محدوده شرایط حرارتی ۲۶/۴۹ - ۲۲/۱۷ با میانگین دمای خشک ۲۴/۳۳ و رطوبت نسبی میانگین ۴۸/۸۷ بر آورد شد. رعایت آن ضمن تأمین شرایط مناسب بیرونی از اتلاف انرژی یا به عبارتی از مصرف ناپایدار انرژی جلوگیری می کند. همچنین عواملی چون میزان نورگیری فضا، دمای خشک و رطوبت نسبی محیطی، طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا، ضریب دید به آسمان، ضریب پوشش، سن و جنسیت کاربران در تعیین شاخصه پیش بینی

۱۱. مشیری، شهریار. (۱۳۸۸). طراحی پایدار بر مبنای اقلیم گرم. هویت شهر، ۳ (۴)، ۳۹-۴۶.

۱۲. منعم، علی رضا. (۱۳۹۰). آسایش محیطی در فضاهای باز شهری، ارزیابی آسایش حرارتی در پارک های منتخب شهر تهران. رساله دکتری، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران.

13. Ashrae Handbook. (2001). *American society of Heating Refrigerating and Air- conditioning Engineers*. U.S: Porthmoutsch Pub.

14. Campbell, K. (2001). *Rethinking Open Space, Open space Provision and Management: AWay Forward*. UK, Edinburgh. Scotland: Scottish Executive Central Research Unit.

15. Fanger. P. o. (1970). *Thermal Comfort Copenhagen*. Denmark: Danish Technical Press.

16. Girling, C., & Helphand, K. (1994). *Yard, Street, Park: The Design of Suburban Open Space*. New York: John Wiley and Sons.

17. Givoni B. M. (1976). *Climateand Architecture*. London: Applied Science publishers.

18. Heijs, W.J.M. (1994). *The dependent variable in thermal comfort researchsome psychological considerations*. In N. Oseland & M. Humphreys (Eds.), *Thermal comfortpast present and future*, Proceedings of the conference of june 1993, (pp. 40-51). Garston: Watford Building Research Establishment.

19. Huang, C. J., & Wang, W. (2007), Climate Variability in the Equatorial Pacific Ocean Induced by Decadal Variability of Mixing Coefficient. *Journal of Physical Oceanography*, (37), 3-16.

20. Kok, G. (2001). Health education and health promotion. *Journal of Behaviour sciences*, (24), 4-18.

21. Matzarakis, A., & Mayer, H. (2000). Atmospheric conditions and human thermal comfort in urban areas. In: 11th Seminar on Environmental Protection. *Environment and Health*, (18), 10-24.

22. McIntyre D. A (1982). Chamber studies – reductioad absurdum?. *Energy and Buildings*, (5), 89-96.

23. Memarian, G.H., Brown, F. E, (2000). *The Shared Characteristics of Iranian and Arab Courtyard Houses. First International Arab Courtyard Houses*. Homs University(Syria) and Huddersfield University of U.K,(2), 33-51.

سایه، باد آسایش را در همه فصول در فضای باز خود ایجاد می کنند را به عنوان اصول زیربنایی طراحی های آتی خود مورد تدقیق قرار دهند. در واقع معماری و شهرسازی سنتی ایران مؤید این مطلب است که در مناطق کویری که دمای هوا تا ۴۵ درجه سانتیگراد افزایش می یابد، در حیاط مرکزی با حوض و گل و گیاه، شرایط مناسبی حاکم است. بی شک این راهکارهای اقلیمی باعث صرفه جویی در مصرف انرژی خواهند شد.

پی نوشتها

1. ASHRAE
2. M.J.Limb
3. S.McIntyre
4. V.Olgyay
5. M.Giovoni
6. Tmrt
7. S.L.Halpdin
8. Ashrae-7 point scale
9. Data Logger

فهرست مراجع

۱. پاکزاد، جهانشاه. (۱۳۸۶). مبانی نظری و فرایند طراحی شهری. تهران: وزارت مسکن و شهرسازی.
۲. پوردیهیمی، شهرام. (۱۳۸۲). فضاهای باز در مجموعه های مسکونی. صفه، (۱۳)، ۵۶-۱۳.
۳. پیرنیا، محمد کریم. (۱۳۷۱). آشنایی با معماری اسلامی ایران. (غلامحسین معماریان: تدوین و گرد آوری). تهران: دانشگاه علم و صنعت ایران.
۴. حائری، محمدرضا. (۱۳۸۸). خانه، فرهنگ، طبیعت (بررسی معماری خانه های تاریخی و معاصر به منظور تدوین فرایند و معیارهای طراحی خانه). تهران: مرکز مطالعاتی و تحقیقاتی شهرسازی و معماری.
۵. حیدری، شاهین. (۱۳۸۸). دمای آسایش حرارتی مردم شهر تهران. هنرهای زیبا، (۳۸)، ۱۴-۵.
۶. داده های سازمان هواشناسی کشور. (۱۳۹۱). سالنامه هواشناسی کشور، آمار ایستگاه سینوپتیک یزد. تهران: انتشارات سازمان هواشناسی.
۷. سیفیان، محمد کاظم؛ و محمودی، محمدرضا. (۱۳۸۶). محرمیت در معماری سنتی ایران. هویت شهر، (۱۱)، ۱۴-۳.
۸. صادقی روش، محمد حسن؛ و طباطبائی، سید مهدی. (۱۳۸۸). تعیین محدوده آسایش حرارتی در شرایط آب و هوای خشک. هویت شهر، ۳ (۴)، ۳۹-۴۶.
۹. قاضی زاده، سیده ندا. (۱۳۹۰). تأثیر طراحی فضای باز مجتمع مسکونی در ایجاد حس دل بستگی به مکان، نمونه موردی: مجتمع های مسکونی منتخب شهر تهران. رساله دکتری. دانشگاه تهران، تهران.
۱۰. قیابیکلو، زهرا. (۱۳۸۰). روش های تخمین محدوده آسایش حرارتی. هنرهای زیبا، (۱۰)، ۷۴-۶۸.