

بررسی سازگاری رفتار حرارتی ساکنان آپارتمان در راستای دستیابی به آسایش حرارتی در ماه‌های گرم

(مطالعه موردی: شهر شیراز)

حامد عیالی¹، هادی کشمیری² و خسرو موحد³

تاریخ دریافت: 97/03/03

تاریخ پذیرش: 98/05/10

چکیده: رفتار انسان‌ها نقش مهمی در تعامل حرارتی آن‌ها با محیط دارد. لذا بررسی رفتار حرارتی در راستای دستیابی به آسایش حرارتی ضروری به نظر می‌رسد. هدف از این پژوهش، تبیین رفتارهای بهینه غیر معمارانه در راستای سازگاری حرارتی بیشتر بدن انسان با محیط است. داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز این پژوهش حال‌نگر، بر اساس روش تجربی و میدانی به روش پرسشنامه محقق ساخته، از افراد ساکن در واحدهای آپارتمانی در شهر شیراز جمع‌آوری و سپس با توصیفات تحلیلی، استنباطی و طبقه‌بندی آن‌ها احکام لازم صادر شد. با بررسی اولویت‌های رفتاری از طریق میانگین وزنی مشخص نمود که در ماه‌های گرم، اولویت اول به روشن کردن پنکه یا کولر اختصاص دارد. همچنین مشخص شد که رابطه‌ای معنادار بین ارتباط پوشش با ارزیابی حرارتی افراد در ماه‌های گرم وجود دارد که در هر دو جنس مرد و زن به صورت مشابه اتفاق می‌افتد. می‌توان از تحلیل داده‌ها به این نتیجه رسید که هر فرد با انجام رفتاری حرارتی مناسب سعی می‌کند تا به هر نحو ممکن محدوده آسایش حرارتی را برای خویش مهیا نماید.

واژگان کلیدی: سازگاری، رفتار حرارتی، آسایش حرارتی، شیراز.

* این مقاله برگرفته از پایان‌نامه دکتری نگارنده اول تحت عنوان "تبیین مؤلفه‌های آسایش حرارتی ساختمان‌های مسکونی چند طبقه بر اساس رفتار حرارتی ساکنان در شهر شیراز" به راهنمایی نگارنده دوم و مشاوره نگارنده سوم در دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز است.

¹ دانشجوی دکتری معماری، گروه معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شیراز، شیراز، ایران.

² استادیار معماری، گروه معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شیراز، شیراز، ایران. (نویسنده مسئول) keshmirihadi@yahoo.com

³ دانشیار معماری، گروه معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شیراز، شیراز، ایران.

1- مقدمه

سازگاری انسان و محیط در همه تعاملات انسان با محیط قابل مشاهده است. این موضوع، از لحظه روبرویی و گزینش محیطی خاص، برای حضور دایم یا موقت تا انتخاب و ساماندهی اجزای محیط شامل عناصر ثابت، نیمه ثابت و غیر ثابت خود را نشان می دهد. پارسونز معتقد است که سازگاری، مجموعه اجزای کنش است که روابط میان نظام کنش و محیط بیرونی اش را تأمین کنند. با این حال، لنگ مفهوم سازگاری را به عنوان رابطه کیفی بین نظام های فعالیت انسانی و قابلیت های محیط با معانی دیدگاه انسان شناختی توصیف می کند، سازگاری به معنای تطابق انسان با محیط خود است که می تواند به دو حالت زیستی و فرهنگی صورت گیرد. سازگاری از مهمترین عوامل مؤثر بر آسایش حرارتی است که وقوع آن در مطالعات مربوط به فضاهای داخل بارها تأیید شده است (Kheir-al-din et al., 2017). از سویی دیگر، فراهم کردن آسایش حرارتی در فضاهای معماری به چگونگی عملکرد بنا در اقلیم و همچنین چگونگی رفتار انسان در فضاهای گوناگون بنا بسته است. عملکرد بنا در اقلیم با چگونگی تعامل آن با محیط از نظر کسب و اتلاف انرژی ارتباط دارد و درباره رفتار انسان، چگونگی استفاده او از فضاها معیاری برای تعامل به شمار می آید. اما این واقعیت را باید پذیرفت که معماری به تنهایی نمی تواند آسایش را برای انسان فراهم کند، بلکه مجموعه رفتار بنا همراه روش زندگی انسان در چگونگی استفاده از فضاهای باز و بسته به صورت یک سیستم در فراهم کردن آسایش حکم دارد و هم سازی هر دو، یعنی انسان و بنا، با اقلیم امکان آسایش را فراهم می کند (Pourdehimi, 2011). از آن جا که طراحی درست، ناخود آگاه موجب تأمین سلامت در فضای زیستی ساکنین می شود (Sadat et al., 2017) و با این که می بایست همه عوامل و عناصر معماری به گونه ای طراحی گردند که در زمان های مختلف پاسخگوی اقلیم و بستر خود باشند و شرایط آسایش حرارتی را برای افراد ساکن در ساختمان ها را فراهم آورند، لکن جهت ایجاد چنین شرایطی، در اولویت های نخست، نبایستی از تجهیزات مکانیکی و

الکترونیکی بهره گرفت و علاوه بر طراحی مناسب بنا در فرم، ساختار و انتخاب صحیح مصالح بر اساس اقلیم موجود که خود به تنهایی می تواند بخشی از شرایط مطلوب را برای ساکنان فراهم آورد، از رفتارهای غیر معمارانه و سازگاران با محیط استفاده کرد که معیار آن بدن انسان است. باید دریافت که افراد در چه محدوده و شرایطی احساس آسایش حرارتی می کنند تا مجبور به طراحی های نابخردانه و کورکورانه و استفاده اشتباه از وسایل و تجهیزات مذکور نباشند. هدف از ارایه این پژوهش، تبیین رفتارهای بهینه غیر معمارانه در راستای سازگاری حرارتی بیشتر بدن انسان با محیط است.

1-1- مبانی نظری تحقیق

1-1-1- رفتار

رفتار، عینی ترین و قابل مشاهده ترین واکنش انسان نسبت به محیطی است که در آن قرار گرفته است. به طوری که فرد می تواند تنها با رفتاری که در محیط نشان می دهد و بدون استفاده از کلام از ماهیت رفتار به عنوان ابزار غیر کلامی برای صدور پیام و یا ایجاد ارتباط با دیگران استفاده کند. به بیانی دیگر، نحوه انجام یک فعالیت را رفتار می گویند. رفتار انسانی برآیندی از انگیزه ها و نیازهای فرد، قابلیت محیط، تصویر ذهنی فرد از دنیای خارج، ناشی از ادراک او و معنایی که این تصویر برای او دارد، است (Lang, 1983). بنابراین رفتار ضمن آن که ماهیتی ملموس و شناخته شده دارد، دارای مکانیسم بسیار پیچیده است (Matlabi, 2001). رفتارها نیز برای ارضای نیازها که یکی از اصول معماری پایدار است، وارد عمل می شوند و از آن جایی که قلمرو ابزاری برای گذر از یک فضای ساده است، می توان آن را سازوکاری پشتیبان برای نیازهای اصلی زندگی دانست (Hanifeh et al., 2018). فرهنگ، اجتماع، زمان، فضا، بر بروز رفتارها اثر می گذارد. اجتماع از طریق تعریف حریم ها و هاله ها، دستگاه ارزشی و هنجارهای خود و توقع عانتش، رفتارها را تحت تأثیر قرار می دهد. هر اجتماعی الگوهای رفتاری خاص خود را دارد. همچنین زمان در مقاطع کوتاه مدت و یا دراز مدت بر تغییر رفتارها مؤثر است. فضا را نمی توان صرفاً برای یک



حرارتی، این ساختار شامل همه فرآیندهایی که مردم انجام می‌دهند تا بین محیط و نیازهایشان تناسب برقرار کنند، می‌شود. در چنین چارچوبی، فرصت سازگاری می‌تواند به سه گروه مختلف تقسیم شود: فیزیکی، فیزیولوژیکی و روان شناسی. سازگاری فیزیکی شامل همه تغییراتی است که یک فرد انجام می‌دهد تا خودش را با محیط مطابقت بدهد یا این که محیط را بر اساس نیازهای خودش تغییر بدهد و می‌توان آن را به دو دسته سازگاری فیزیکی واکنشی و غیر واکنشی تقسیم کنیم (Nikolopoulou et al., 1988). در سازگاری واکنشی، تغییرات حجم لباس، طرز حالت قرارگیری و یا موقعیت فرد، یا حتی گرمای متابولیک فرد با مصرف نوشیدنی‌های گرم یا سرد در واقع در فضای بیرونی مردم محدودیت‌های فضای درونی را ندارند و می‌توانند محیط خود را تغییر بدهند و آزاد هستند که وقتی خواستند، حرکت کنند. در سازگاری غیر واکنشی مردم، محیط را تغییر می‌دهند تا شرایط آسایش خودشان را فراهم کنند؛ مانند یک فضای بسته و باز کردن پنجره یا راه انداختن وسایل سرمایش و گرمایش یا در فضای بیرونی باز کردن چتر یا سایه بان. مردم محیط را در روش‌های مختلفی درک می‌کنند. پاسخ مردم به محرک‌های فیزیکی رابطه مستقیمی با اندازه آن محرک ندارد، اما به اطلاعاتی بستگی دارد که مردم برای یک موقعیت ویژه دارند. بنابراین فاکتورهای فیزیولوژیک بر درک گرمایی از فضا و تغییراتی که اتفاق می‌افتد در آن تأثیر دارند (Nikolopoulou et al., 2001). هر محیطی باعث مقداری تحریک در حواس انسان می‌شود. این اطلاعات حسی ممکن است شدید، متغیر، متوسط یا تکرار شونده باشند. تحریکات حسی محیط موجب برانگیختگی نظام عصبی افراد در محیط و پاسخ‌های رفتاری آن‌ها می‌شود. محیطی که مقدار زیادی اطلاعات حسی را ارائه می‌کند، اصطلاحاً محیط دارای بار بالا می‌نامند. محیط بار پایین محیطی است که اطلاعات تحریکی کمی دارد. بر اساس نظریه سطح سازگاری²، ممکن است افراد به صورت ناخودآگاه در مکان‌های با بار محیطی بالا خود را با محیط سازگار کنند؛ یعنی با استمرار حضور در محیط با بار بالا و در اثر سازگاری با

مقطع زمانی خاص طراحی کرد. اما فضا می‌تواند رفتارها را از طریق القاء یا حذف آن‌ها کنترل کند. البته می‌توان به کمک رواج دادن برخی رفتارهای دیگر در فضا، احساسی خاص در فرد برانگیخت. همچنین انسان‌ها و رفتارهایشان می‌توانند فضا را دگرگون کنند. بنابراین فضا را نمی‌توان بدون آن‌ها در نظر آورد (Pakzad, 2009). از سویی دیگر، باید توجه داشت که بخش اعظم رفتارهای اجتماعی انسان حاصل کنش متقابل عوامل فرهنگی - محیطی و بیولوژیکی است (Shahcheraghi et al., 2016). رفتار به طور واضح مهم است و در اغلب موارد اغلب نخستین پاسخ زمانی است که شرایط تغییر می‌کنند (Wong et al. 2014). رفتار ساکنان ساختمان‌های مسکونی در مصرف انرژی، پدیده‌ای پیچیده است که از طریق تعامل آن‌ها با عناصر و سیستم‌های کنترل کننده انرژی ساختمان جهت نیل به سلامتی، آسایش حرارتی، بصری و شنیداری، بهبود حس و حال فضا، حفظ حریم، امنیت و ... نمود می‌یابد (Rezaei et al., 2018).

1-1-2- سازگاری

در لغت‌نامه دهخدا، سازگاری، موافقت در کار، حسن سلوک و در مقابل ناسازگاری، بدسلوکی، بدرفتاری و سازگاری نکردن معنی شده است. البته سازگاری در روان‌شناسی بیشتر در بخش‌های اجتماعی و مسایل خانواده و تحصیل مطرح شده است؛ اما بنا بر نظریه فراز سین¹، سازگاری عبارت است از رفتار مفید و مؤثر آدمی در تطبیق با محیط فیزیکی و روانی به گونه‌ای که تنها با تغییرات محیطی هم‌رنگ نگردد بلکه خود نیز در محیط تأثیر گذاشته و آن را به گونه مناسب تغییر دهد؛ به عبارت دیگر، سازگاری به توانایی تغییر رفتار در پاسخ به تغییرات محیطی اشاره دارد به طوری که فرد بین آنچه که می‌خواهد و آنچه شرایط جدید در محیط برایش ایجاد کرده، توازن برقرار می‌کند (Kheir-al-din et al., 2017). واژه سازگاری به طور گسترده‌ای می‌تواند به عنوان کاهش تدریجی پاسخ ارگانیسم به محرک‌های در معرض و تکرار شونده باشد، شامل اقداماتی که در یک محیط زندگی را بهتر می‌کنند. در زمینه آسایش

جدول 1- انواع سازگاری حرارتی
Tab. 1- Types of thermal adaptability

رفتاری	فردی	تطبیق با محیط اطراف با تغییر متغیرهای شخصی
	تکنولوژیکی: محیطی	تغییر محیط زمانی که امکان کنترل آن وجود دارد
فیزیولوژیکی	فرهنگی	مانند فعالیت‌های برنامه‌ریزی شده
	زیستی	تغییراتی در بخشی از میراث ژنتیکی یک فرد یا گروهی از مردم است، اما در مقیاس زمانی، فراتر از زمان زندگی یک فرد ایجاد می‌شود.
روانشناسی	خودفرهنگی	تغییر در تنظیمات سیستم تنظیم حرارت فیزیولوژیکی بیش از یک دوره چند روزه یا چند هفته، در پاسخ به قرار گرفتن در معرض عوامل تنش‌آفرین حرارتی محیطی
		ادراک تغییر یافته و واکنش به سوابق حسی شامل تنظیمات آسایش ساکنان ساختمان است که ممکن است در طول زمان و فضا متفاوت باشد.

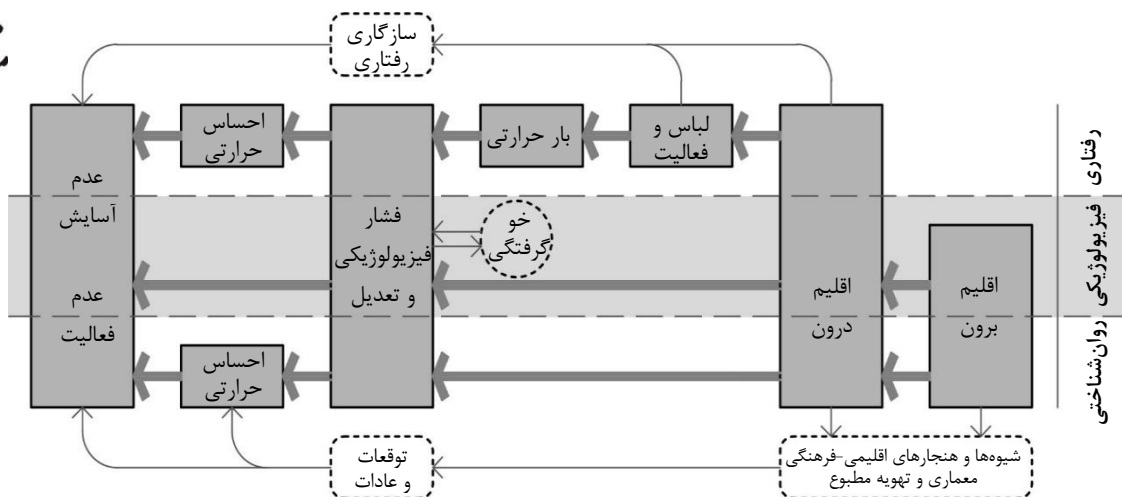
آن میزان حساسیت افراد به محرک‌های محیطی تغییر کند. در مورد فرآیند سازگاری، قانون وبر- فشنر³ نیز صدق می‌کند. طبق این قانون، تفاوت قابل مشاهده بین دو محرک تابع میزان محرک اصلی است. به طور مثال، اگر آلودگی هوا کم باشد، افزایش آلودگی کمتری لازم است تا تغییر قابل مشاهده شود. ولی اگر آلودگی زیاد باشد، افزایش بیشتری لازم است تا تغییر و افزایش قابل ادراک و شناخت شود (Shahcheraghi et al., 2016).

اصطلاح سازگاری به طور گسترده‌ای می‌تواند به عنوان کاهش تدریجی واکنش ارگانیسم، در راستای تحریک مکرر محیطی تفسیر شود. با سازگاری تمام مکانیزم‌های فیزیولوژیکی، به منظور بهبود شرایط آب و هوایی داخلی، انعطاف پذیری که به همراه تمام فرآیندهای رفتاری و روان‌شناختی، ساکنین ساختمان را تحت تأثیر قرار می‌دهد، به نیازهای شخصی یا جمعی آن‌ها نیز می‌پردازد. با این تعریف، می‌توان سازگاری حرارتی را در سه گروه طبقه‌بندی کرد: سازگاری رفتاری، سازگاری فیزیولوژیکی و سازگاری روان‌شناسی (de Dear et al., 1997).

فرضی مهم در مدل سازگاری، این است که ساکن ساختمان، صرفاً یک گیرنده منفعل از محیط حرارتی نیست بلکه عاملی فعال است که با تمام سطوح سیستم محیطی- فردی از طریق حلقه های بازخورد تعامل می‌کند. با این‌که در فرضیه تعادل حرارتی، با استفاده از تأثیر پارامترهای ورودی تعدیل و مداخلات زیست محیطی بخشی از انطباق را تشکیل می‌دهد، اما به روشنی هرگونه نظریه فیزیولوژیکی و سازگاری فیزیولوژیکی را رد می‌کند. در مقابل، مدل سازگاری که مبتنی بر دیدگاهی پدیدارشناختی⁴ است، بر چگونگی تعامل افراد و تغییر محیط آن‌ها، دانستن تجارب گذشته فرد، برنامه‌های آینده و تأثیر اهداف بر ادراک فرد تأکید دارد (Veitch et al., 1995). فرضیه سازگاری نشان می‌دهد که رضایت یک فرد از محیط داخلی با تطبیق صحیح بین شرایط واقعی محیط حرارتی و انتظارات حرارتی از آن‌چه که باید محیط داخلی باشد، به‌دست می‌آید.

انتظارات حرارتی از یکپارچگی تجربیات حرارتی فعلی و گذشته، عادت‌های فرهنگی و تکنولوژیکی حاصل می‌شود (Nicol, 1993). نمودار طراحی شده توسط اولیسیمز نشان می‌دهد مجموعه‌ای از شرایط اقلیمی داخل ساختمان می‌تواند سطوح مختلف آسایش و رضایت از ساکنان ساختمان را بر اساس فرهنگ، اجتماع، اقتصاد یا اقلیم و انتظارات تهویه مطبوع - معمارانه ارائه دهد.

فرضیه سازگاری نشان می‌دهد که درجه حرارتی که مردم در داخل خانه برای آسایش و رضایت انتظار دارند در زندگی روزمره خود در راستای شرایط متوسط با آن مواجه خواهند شد. بنابراین آب‌وهوای بیرونی به عنوان یک بازخورد منفی است و در نتیجه باعث کاهش خطای بار (نارضایتی یا عدم آسایش) در سیستم گرماسنجی



شکل 1- حلقه‌های بازخورد در سازگاری حرارتی
Fig. 1- Feedback loops in thermal adaptability

کنترل میزان حرارت دفع شده از بدن را دارند. این رفتارها با نام اعمال تنظیم حرارت شناخته می‌شوند. برخی از آن‌ها ناخودآگاه بوده برخی دیگر آگاهانه هستند؛ به عنوان مثال، تغییر مقدار خون در سطح پوست برای کاهش یا افزایش دفع حرارت، آغاز تعرق در شرایط گرم و یا لرزیدن در سرما، ناخودآگاه صورت می‌پذیرند و پوشیدن یا درآوردن لباس برای تغییر میزان دفع حرارت، روشن کردن آتش یا حرکت به یک مکان راحت‌تر، جزیی از اعمال آگاهانه تنظیم حرارت به شمار می‌روند (Parsons, 2014).

اگر در محیط، تغییر حرارتی رخ دهد، افراد به آن واکنش نشان می‌دهند و آسایش خود را حفظ می‌کنند (Oseland et al., 1998). افراد برای کاهش محرک‌های عدم آسایش، ویژگی‌های فردی و محیطی خود را انطباق می‌دهند (Haldi et al., 2008). تنظیم آگاهانه یا رفتاری حرارت عموماً به‌وسیله عدم آسایش حرارتی ایجاد می‌شود. عدم آسایش معمولاً نتیجه تغییری در دمای عمق بدن همراه با اطلاعات برگرفته از حس حرارتی پوست است که بدن خطر احتمالی استمرار عدم تعادل حرارتی را می‌پذیرد. به طور کلی، موقعیتی که به سمت بازگرداندن شرایط تعادل حرارتی است، خوشایند و لذت‌بخش تلقی می‌شود. رفتار نقش مهمی در تعامل حرارتی انسان با محیط ایفا می‌کند.

رفتاری انسان می‌شود. نتیجه اصلی این است که ساکنان ساختمان سازگار ممکن است در دمای بالاتر از استانداردهای توصیه شده مانند اشرفی 55 و ایزو 7730 کاملاً راحت باشند. دی‌دیر و همکارانش معتقدند که توسعه مدل پیش‌بینی سازگاری آسایش حرارتی می‌بایست ویژگی‌های هر دو نظریه ایستا و تطبیقی را ترکیب کرده حلقه‌های بازخورد⁵ می‌بایست از نظر تأثیر بر روابط خطی مرسوم توصیف شوند، همان‌طور که در مدل تعادل حرارتی موجود است (de Dear et al., 1997).

3-1-1 رفتار حرارتی

افراد مختلف محیط پیرامون را به صورت‌های مختلفی درک می‌کنند. پاسخ انسان به یک محرک فیزیکی، رابطه مستقیم با بزرگی و مقدار آن ندارد، بلکه به اطلاعاتی که افراد از یک موقعیت خاص دارند وابسته است. مطالعات کنز⁶ و تورسون⁷ در سال 2006، مشخص کرد که از نظر روانی اطلاعات و انتظارات از شرایط محیطی تأثیر زیادی در شرایط آسایش گرمایی فرد دارد. همچنین وضعیت روحی افراد در کنار احساسات، ادراکات و گرایش‌های فردی آن‌ان نقش عمده‌ای در نزدیک شدن به شاخص‌های آسایش حرارتی انسانی دارند (Kheir-al-din et al., 2017). به‌دلیل اهمیت تثبیت حرارت داخلی بدن، افراد راه‌های متعددی برای

جدول 2- رفتارهای حرارتی انسان در برابر سرما و گرما
 Tab. 2- Human thermal behaviors against cold and heat

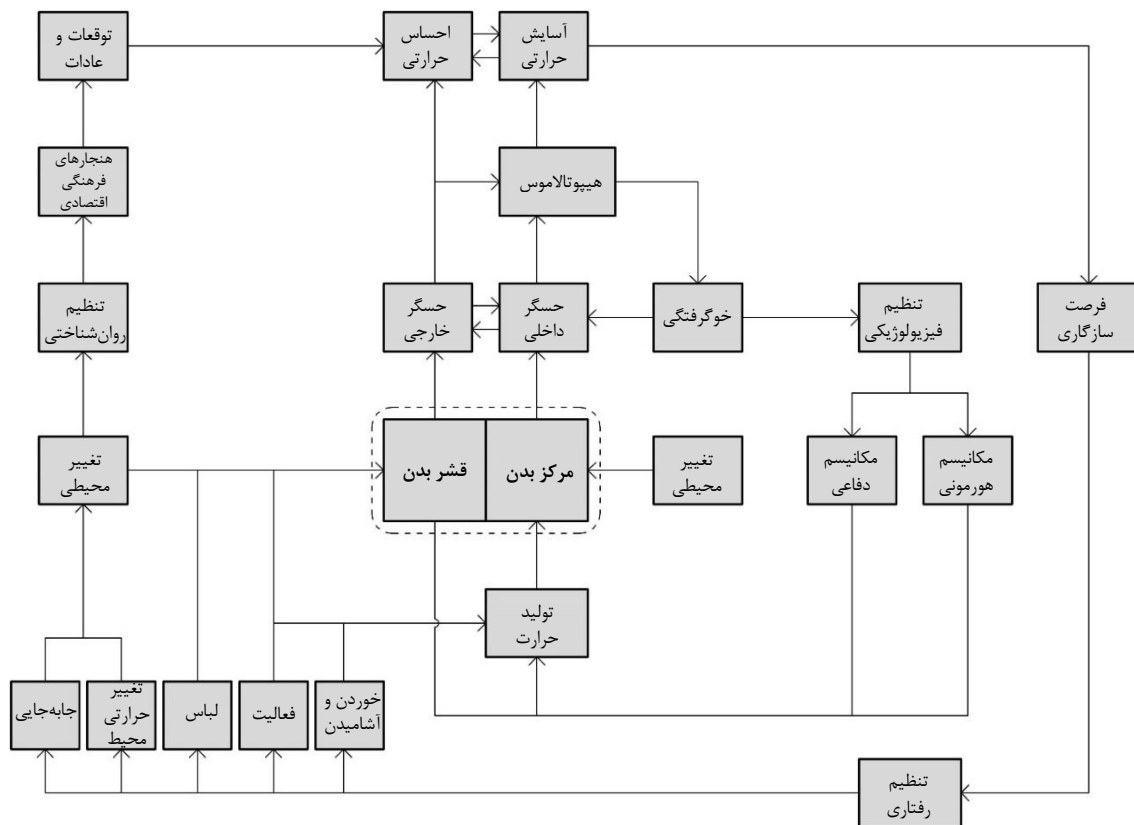
تغییر	سرما	گرما
مکانیسم هورمونی	افزایش آدرنالین و تیروکسین	کاهش آدرنالین و تیروکسین
	انقباض عضلات	شل شدگی عضلات
مکانیسم دفاعی	تنگی عروق	اتساع عروق
	افزایش ضربان قلب	کاهش ضربان قلب
مکانیسم پوشاک	انبساط راه‌های هوایی	انقباض راه‌های هوایی
	افزایش سوخت و ساز	کاهش سوخت و ساز
غیر ارادی	لرزیدن	عرق کردن
	افزایش تعداد یا ضخامت	کاهش تعداد یا ضخامت
ارادی	افزایش کشش عضلانی	دوش آب سرد
	در آغوش کشیدن آشامیدن نوشیدنی	خواب نیمروز آشامیدن نوشیدنی سرد
تغییر حرارتی محیط	وضع بدن و فعالیت	گرم خوردن غذای گرم (پر کالری) و یا بیشتر
	بالا بردن میزان فعالیت	سرد خوردن غذای سرد (کم کالری) و یا کمتر
جابه‌جایی بین محیط‌های حرارتی	بستن پنجره‌ها بالا بردن درجه شوقاژ یا بخاری	باز کردن پنجره‌ها روشن کردن پنکه یا کولر
	پیدا کردن نقاط گرمتر در خانه مهاجرت	پیدا کردن نقاط خنکتر در خانه مهاجرت

ایفا می‌کند به طوری که می‌توان چهار مقطع زمانی خاص را برای این تأثیرات در نظر گرفت؛ آنی، در طول روز، روز به روز و دوره طولانی تر (Saberi et al., 2002). به حساب آوردن تمامی این تغییرات برای توصیف کامل تجربیات گرمایی افراد مورد نیاز به نظر می‌رسد. تصویر کلی می‌بایست با اطلاعات در یافتی از فیزیک و فیزیولوژی انسان سازگار باشد با این که ممکن است در تعاملی پویا، بسته به اقلیم، مکان و زمان تغییر کند.

2- روش تحقیق

از میان عرصه‌های مختلفی که مبین تأثیر اقلیم بر معماری محسوب می‌شوند، پژوهش حاضر جهت تعیین مرزهای آسایش حرارتی که در مدیریت بهینه مصرف انرژی به‌ویژه مصرف سوخت‌های فسیلی تأثیر به‌سزایی خواهد داشت، تمرکز نموده است. هدف از این پژوهش، تبیین رفتارهای بهینه غیر معمارانه در جهت سازگاری حرارتی بیشتر بدن انسان با محیط است تا در سایه آن، طراحی مناسب با تکیه بر صرفه‌جویی انرژی توسط معماران انجام پذیرد. این تحقیق سعی در اثبات این فرضیه را دارد که محدوده آسایش حرارتی در آپارتمان متأثر از رفتار حرارتی و پوشش ساکنان آن است. مراحل اجرایی پژوهش در دو بخش گردآوری داده و اطلاعات تجزیه و تحلیل جداسازی می‌شود. داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز این پژوهش حال‌نگر، بر اساس روش تجربی جمع‌آوری شد که شامل روش اصلی پرسشنامه همراه با روش‌های کمکی مانند مشاهدات و مصاحبه است. پرسشنامه در این پژوهش به عنوان یک ابزار اصلی برای بررسی رفتار ساکنان آپارتمان‌ها با تمرکز بر آسایش حرارتی استفاده شد. پس از دسته‌بندی داده‌ها، تجزیه و تحلیل متغیرها و روابط بین آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت و واکاوی این داده‌ها با نرم‌افزار SPSS انجام شد. سپس یافته‌ها به روش‌های تحلیل توصیفی و استنباطی بررسی و در پایان نتیجه حاصل از یافته‌ها بیان شد. این پژوهش پاسخگویی به پرسش زیر را هدف قرار داده است:

تمامی روش‌های انتقال حرارت انسان با محیط نشان می‌دهند که محیط در مقابل انسان به ایفای نقش پرداخته و انسان نیز در حالتی پذیرا به آن واکنش نشان می‌دهد. این رفتار حرارتی می‌تواند اشکال مختلفی داشته باشد: تغییرات در پوشاک، تغییرات در وضع بدن و میزان فعالیت، استفاده از کنترل‌کننده‌های حرارتی برای تغییر شرایط فعلی محیط و جابه‌جایی بین محیط‌های حرارتی مختلف. همه این رفتارها به‌طور آگاهانه است و سبب افزایش واکنش‌های ارجاع شده به آن می‌شود. همچنین زمان نقشی دیگر در این تعامل



شکل 3- نمودار رفتار حرارتی انسان
Fig. 3- Human Thermal Behavior Chart

پاسخگو، نرخ نسبی لباس در پرسشنامه‌ها به شرح جدول 3 بوده است. همچنین در بررسی‌ها، سه بخش اصلی و مشترک بین واحدهای مسکونی مورد بررسی قرار گرفت؛ آشپزخانه، اتاق نشیمن و اتاق خواب. روایی پرسشنامه مذکور از طریق مشاوره با چندین تن از استادان برجسته تأیید شد. همچنین به منظور تعیین پایایی پرسشنامه، از آلفای کرونباخ⁸ استفاده شد که مقدار آن 0.796 به دست آمد. با این حساب میزان اعتبار پرسشنامه یاد شده در سطح بالاتر از 0.6 قرار می‌گیرد که گویای روایی بالای پرسش‌هاست.

3- نتایج و بحث

همان‌گونه که بیان شد، رفتار نقش مهمی در تعامل حرارتی انسان با محیط ایفا می‌کند به گونه‌ای که تمامی روش‌های انتقال حرارت انسان با محیط نشان می‌دهد که محیط در برابر انسان به ایفای نقش پرداخته و انسان نیز در حالتی پذیرا به آن واکنش نشان می‌دهد.

- چگونه می‌توان با بهبود رفتار حرارتی ساکنان در ماه‌های گرم به آسایش حرارتی دست یافت؟
اطلاعات مورد نیاز این پژوهش، از طریق پرسشنامه محقق ساخته از نمونه‌های مورد مطالعه به دست آمد. همچنین برای تعیین حجم نمونه در این فرضیه نیز از فرمول کوکران استفاده شد. با توجه به این که آماری مشخص و دقیق از تعداد افراد ساکن در واحدهای مسکونی در محل اجرای پژوهش (شیراز) وجود ندارد و همچنین میزان خطای اندازه‌گیری در این فرضیه به 7 در صد محدود شد، تعداد جامعه آماری 196 نفر تعیین شد. پس از پاسخ‌گویی نمونه‌ها به پرسشنامه، اطلاعات مورد نیاز ثبت شد. با این حال، تعداد 11 مورد از پرسشنامه‌ها به دلایل نقصان در برخی پارامترها از تعداد نمونه‌ها حذف و تعداد نمونه‌ها به 185 نفر محدود شد. در طراحی پرسشنامه، سعی بر آن شد که اطلاعات در سه بخش کلی تقسیم شود؛ اطلاعات فردی، بررسی محدوده آسایش و بررسی اولویت رفتار حرارتی از نظر

جدول 3- نرخ نسبی لباس مورد استفاده در فضای داخل واحد مسکونی (برحسب Clo)

Tab. 3- Relative rate of clothing used in the interior of the residential unit (Clo)

نوع پوشش	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
نرخ نسبی لباس	0.11	0.15	0.17	0.26	0.47	0.67	0.69	0.22	0.34	0.24

از این طریق اولویت‌بندی رفتارها در ماه‌های گرم به طور دقیقتر مشخص می‌گردد. با بررسی جدول 5 مشخص شد که در ماه‌های گرم، اولویت اول به روشن کردن پنکه یا کولر، اولویت دوم به کاهش تعداد یا ضخامت پوشاک و اولویت سوم به باز کردن پنجره‌ها اختصاص دارد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، اولویت دادن به صورت معمول که از طریق پرسشنامه به دست آمده است با اولویت دادن به صورت میانگین وزنی تفاوت دارد و با توجه به جدول 6 اولویت‌بندی به صورت میانگین وزنی واقعی‌تر به نظر می‌رسد.

پس از به دست آوردن داده‌ها از طریق پرسشنامه، داده‌ها در نرم‌افزار SPSS⁹ ثبت شد تا امکان توصیف مناسب، تنظیم و تحلیل یا تفسیر داده‌های پژوهش فراهم شود. از این رو با توجه متغیرهای پرسشنامه که اغلب به صورت کیفی بود، جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها در این فرضیه از آزمون آماری مربع کای اسکوتر¹⁰ (خی 2) که از نوع ناپارامتر است و برای ارزیابی همقواری متغیرهای اسمی به کار می‌رود، جهت ارزیابی اولویت اول تا سوم رفتار حرارتی بر اساس جدول 6 استفاده شد.

بر اساس آزمون مربع کای اسکوتر، بین استفاده از پنکه یا کولر به عنوان اولویت اول رفتار حرارتی و ارزیابی حرارتی دمای آشپزخانه، نشیمن و اتاق خواب در ماه گرم، ارتباطی قوی وجود دارد؛ به گونه‌ای که با مقایسه سطح معناداری¹¹ با خطای آزمون به میزان 0.05، مشخص شد که بین استفاده از پنکه یا کولر و ارزیابی دمای آشپزخانه، نشیمن و اتاق خواب ارتباط وجود دارد.

در پژوهش حاضر، از تحلیل و بررسی نمونه‌های مطالعاتی مشخص شد که بیشترین محدوده سنی پاسخ‌دهندگان به پرسشنامه‌ها بین 26 تا 45 سال قرار دارد. در ماه‌های گرم، اغلب افراد در کلیه فضاهای مورد مطالعه احساس گرما و یا کمی گرم بودن داشته‌اند. بیش از نیمی از افراد مورد مطالعه، وزن نسبی لباس مورد استفاده در فضای داخل واحد مسکونی در ماه‌های گرم کمتر از یا مساوی 0.15 کیلو داشته‌اند که دلالت بر کم کردن پوشش به منظور وفق دادن بدن با محیط بوده است.

همچنین علاوه بر موارد فوق، بررسی رفتار حرارتی افراد ساکن در آپارتمان در ماه‌های گرم نیز مورد بررسی قرار گرفت بدین صورت که می‌بایست افراد، رفتار و واکنش خود را در ماه‌های گرم بر اساس اولویت 1 تا 8 مشخص کنند. جدول 5 نشان دهنده رفتار حرارتی در ماه‌های گرم سال است. با بررسی این جدول نخست مشخص می‌شود که در ماه‌های گرم، اولویت اول به روشن کردن پنکه یا کولر، اولویت دوم به کاهش تعداد یا ضخامت پوشاک، اولویت سوم به باز کردن پنجره‌ها و اولویت چهارم به استفاده از دوش آب سرد اختصاص دارد.

با بررسی اولویت‌های رفتاری در نگاه اول به نظر شاید صحیح انگاشته شود اما بهتر است با اختصاص دادن اعداد 1 تا 8 به اولویت‌های اول تا هشتم، به گونه‌ای که عدد 8 به اولویت اول و عدد 1 به اولویت هشتم اختصاص یابد، به هر رفتار امتیاز داده شود. سپس جمع امتیازهای داده شده به هر رفتار مشخص شده و بر تعداد کل نمونه‌ها تقسیم گردد تا میانگین وزنی هر یک از رفتارها در ماه‌های گرم به صورت مجزا معلوم شود.

جدول 4- اطلاعات ساختاری از نمونه‌های موردی

Tab. 4- Structural information of case studies

65.4%		مرد		34.6%		زن	جنسیت
بیشتر از 65	65 تا 56	55 تا 46	45 تا 36	35 تا 26	25 تا 16	کمتر از 15	محدوده سنی
1.6%	1.6%	7.0%	39.5%	38.9%	10.8%	0.5%	
بیشتر از 46		45 تا 26		کمتر از 25			
10.2%		78.4%		11.3%			

J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	نحوه پوشش لباس
5.9%	0.5%	13.5%	0.0%	0.0%	0.0%	13.5%	8.1%	25.4%	33.0%	
-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	احساس گرمایی			ارزیابی حرارتی از فضاهای داخلی
0.0%	0.0%	0.0%	22.7%	30.8%	31.4%	15.1%	آشپزخانه			
0.0%	0.0%	4.3%	36.2%	32.4%	24.9%	2.2%	اتاق نشیمن			
0.0%	0.0%	9.2%	38.4%	28.6%	18.4%	5.4%	اتاق خواب			

جدول 5- بررسی رفتار حرارتی در ماه‌های گرم

Tab. 5- Study of thermal behavior in warm months

اولویت	کاهش میزان فعالیت	دوش سرد	کاهش تعداد یا ضخامت پوشاک	روشن کردن پنکه یا کولر	پیدا کردن نقاط سرد خانه	خوردن غذای سرد یا کمتر	آشامیدن نوشیدنی سرد	باز کردن پنجره‌ها
اول	4.9%	2.7%	27.0%	37.8%	3.2%	0.0%	2.2%	22.2%
دوم	5.9%	3.8%	25.9%	17.3%	10.3%	1.1%	15.7%	20.0%
سوم	5.4%	14.6%	14.1%	22.2%	14.1%	1.1%	20.0%	8.6%
چهارم	5.9%	25.4%	8.1%	13.0%	15.7%	2.7%	23.8%	5.4%
پنجم	9.7%	18.9%	10.3%	1.1%	24.3%	2.2%	15.7%	17.8%
ششم	15.1%	21.6%	9.2%	1.6%	20.5%	3.2%	14.6%	14.1%
هفتم	34.1%	9.2%	4.3%	4.9%	8.6%	20.5%	7.6%	10.8%
هشتم	18.9%	3.8%	1.1%	2.2%	3.2%	69.2%	0.5%	1.1%

جدول 6- اولویت رفتار حرارتی در ماه‌های گرم بر اساس میانگین وزنی

Tab. 6- Thermal behavior priority in warm months based on weighted average

میانگین وزنی	کاهش میزان فعالیت	دوش سرد	کاهش تعداد یا ضخامت پوشاک	روشن کردن پنکه یا کولر	پیدا کردن نقاط سرد خانه	خوردن غذای سرد یا کمتر	آشامیدن نوشیدنی سرد	باز کردن پنجره‌ها
3.14	7	4.25	6.01	6.43	4.40	1.56	4.88	5.32
اولویت	7	6	2	1	5	8	4	3

جدول 7- بررسی ارتباط اولویت‌های اول تا سوم رفتار حرارتی با ارزیابی حرارتی ساکنان در ماه‌های گرم

Tab. 7- Investigation of the relationship between the first and third priority of thermal behavior with thermal assessment of residents in warm months

اولویت رفتاری		1			2			3		
متغیر		پنکه یا کولر			پوشش			پنجره		
فضا		آشپزخانه			اتاق خواب			اتاق خواب		
ارزیابی کلی		0.001	0.001	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.011
جنس	زن	0.003	0.007	0.032	0.006	0.10	0.024	0.013	0.038	
	مرد	0.006	0.030	0.044	0.007	0.041	0.047	0.046	0.049	
محدوده سنی	کمتر از 25	0.278	0.157	0.079	0.501	0.285	0.137	0.285	0.137	
	بین 26 تا 45	0.000	0.001	0.028	0.000	0.001	0.037	0.003	0.043	
	بیشتر از 46	0.184	0.322	0.468	0.265	0.538	0.546	0.621	0.688	

با توجه به این که مقدار سطح معناداری کوچکتر از 0.05 است، فرض استقلال رد می شود و می توان نتیجه گرفت که جهت تنظیم درجه حرارت داخل به همراه تنظیم حرارت ساکنان و افزایش سرعت هوای داخل از این روش بهره گرفته می شود. همچنین با انجام آزمون مربع کای، بین نوع پوشش افراد (اولویت دوم رفتار حرارتی) و ارزیابی حرارتی دمای آشپزخانه، نشیمن و اتاق خواب در ماه گرم، ارتباط مستقیم وجود دارد. در واقع با مقایسه مقدار سطح معناداری با خطای آزمون به میزان 0.05، می توان نتیجه گرفت که بین پوشش و ارزیابی دمای آشپزخانه، نشیمن و اتاق خواب ارتباط وجود دارد. با توجه به این که مقدار سطح معناداری کوچکتر از 0.05 است، فرض استقلال رد می شود و می توان پذیرفت که هر چقدر ضخامت پوشش افراد بیشتر باشد، افراد ساکن داخلی آپارتمان (اعم از آشپزخانه، نشیمن و اتاق خواب) را گرم تر ارزیابی می کنند. حال ممکن است ساکنان با سلاقی مختلف به خصوص در زمانها و یا شرایط خاص، ممکن است افراد در تنظیم لباس خود محدود شوند. با این حال، ساکنان در زمانهای غیر رسمی می توانند میزان پوشش خود را بدون محدودیت نسبی تنظیم کنند. بر اساس آزمون مربع کای، بین باز کردن پنجره به عنوان اولویت سوم رفتار حرارتی و ارزیابی حرارتی دمای آشپزخانه، نشیمن و اتاق خواب در ماه گرم، ارتباط قدرتمندی وجود دارد؛ در این راستا با مقایسه مقدار سطح معناداری با خطای آزمون به میزان 0.05، نتیجه گرفته شد که بین پنجره و ارزیابی دمای آشپزخانه، نشیمن و اتاق خواب ارتباط وجود دارد. با توجه به این که مقدار سطح معناداری کوچکتر از 0.05 است، فرض استقلال رد می شود و می توان دریافت که جهت تنظیم درجه حرارت و ارتقای خنک کردن فضای داخل به همراه رقیق کردن آلاینده های داخلی و افزایش سرعت هوای موضعی از این روش بهره گرفته می شود.

آزمون مربع کای بین هر یک از اولویت های اول تا سوم رفتار حرارتی (استفاده از پنکه یا کولر، نوع پوشش افراد و باز کردن پنجره) و ارزیابی حرارتی فضاهای داخلی بر اساس جنس (مرد یا زن) انجام شد و مشخص گردید

که با در نظر گرفتن خطای آزمون به میزان 0.05، به دلیل آن که میزان سطح معناداری کلیه افراد، اعم از زن و مرد، در ماه های گرم کوچکتر از 0.05 است، بنابراین می توان گفت که بین اولویت های مذکور و ارزیابی حرارتی فضاهای داخلی برای کلیه افراد در ماه های گرم ارتباط وجود دارد.

در پرسشنامه تحقیق حاضر، گروه های سنی در 7 بخش دسته بندی و داده های آنها دریافت و ثبت شد. اما با توجه به استفاده بهتر از آزمون های آماری، محدوده سنی به سه گروه کمتر از 25، بین 26 تا 45 و بیشتر از 46 سال تفکیک شد. همان طور که در جدول 7 نیز مشاهده می شود، اغلب پاسخ گویان به پرسشنامه ها در گروه سنی بین 26 تا 45 قرار دارند. مطابق با آزمون مربع کای با خطای آزمون به میزان 0.05، بین هر یک از اولویت های اول تا سوم رفتار حرارتی (استفاده از پنکه یا کولر، نوع پوشش افراد و باز کردن پنجره) و ارزیابی حرارتی فضاهای داخلی بر اساس تفکیک گروه های سنی سه گانه فوق به طور جداگانه انجام شد و فقط در گروه سنی بین 26 تا 45 در ماه های گرم، بین اولویت های مذکور و ارزیابی حرارتی فضاهای داخلی (اعم از ارزیابی حرارتی آشپزخانه، نشیمن و اتاق خواب) به دلیل آن که مقدار سطح معناداری کوچکتر از 0.05 است، فرض استقلال رد می شود؛ بدین معنی که بین استفاده از پنکه یا کولر، نوع پوشش افراد و باز کردن پنجره با ارزیابی حرارتی فضاهای داخلی در گروه سنی بین 26 تا 45 در ماه های گرم هر کدام به طور جداگانه دارای ارتباط است اما در گروه های سنی دیگر در ماه های گرم، استقلال وجود دارد.

4- نتیجه گیری

برای درک نحوه رفتارهای حرارتی ساکنان در آپارتمانها، طبق تحلیل و بررسی نمونه های مطالعاتی در این فرضیه، در ماه های گرم، اغلب افراد در کلیه فضاهای مورد مطالعه احساس گرم و یا کمی گرم بودن در مقیاس اشری داشته اند و بیش از نیمی از افراد مورد مطالعه به دنبال کم کردن پوشش به منظور وفق دادن بدن با محیط بوده اند. با بررسی جدول 6 که به محاسبه



زمان‌ها و یا شرایط خاص اشاره کرد که ممکن است افراد در تنظیم لباس خود محدود شوند. حال آن که ساکنان می‌توانند در زمان‌های غیر رسمی، میزان پوشش خود را بدون محدودیت نسبی تنظیم می‌کنند و یا جهت تنظیم در جه حرارت و ارتقای خنک کردن فضای داخل به همراه رقیق کردن آلاینده‌های داخلی و افزایش سرعت هوای موضعی بدون استفاده از پنکه یا کولر، اقدام به باز کردن پنجره‌ها نمایند. با توجه به بررسی‌های انجام شده، می‌توان گفت که رفتار حرارتی افراد ساکن در فضاهای داخلی ساختمان‌های مسکونی چند طبقه در ماه‌های گرم متأثر از عدم دستیابی ایشان به محدوده آسایش حرارتی است.

پی‌نوشت

- ¹ Francine
- ² Adaption Level Approach
- ³ Weber-Fechner Law
- ⁴ Phenomenological Perspective
- ⁵ Feedback Loop
- ⁶ Kenz
- ⁷ Thorsson
- ⁸ Cronbach's Alpha
- ⁹ SPSS (Statistical Package for Social Science)
- ¹⁰ chi-squared test
- ¹¹ Significant (Sig.)

منابع

- ASHRAE (2013) Standard 55: Thermal Comfort Conditions, American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers, New York.
- Brunton. L.L, Lazo. J.S, Parker. K.L. (2006) Goodman and Gilman's the Pharmacological Basis Of Therapeutics, 11th Ed, New York: McGraw Hill.
- Clark. R.P, Edholm. O.G. (1985) Man and His Thermal Environment, London: Edward Arnold.
- De Dear. R, Brager. G, Cooper. D. (1997) ASHRAE RP- 884: Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference, Final Report, Results of Cooperative Research between the American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers Inc. and Macquarie Research Ltd.

اولویت‌های رفتار حرارتی از طریق میانگین وزنی اختصاص دارد، مشخص شد که در ماه‌های گرم، اولویت اول به روشن کردن پنکه یا کولر، اولویت دوم به کاهش تعداد یا ضخامت پوشاک و اولویت سوم به باز کردن پنجره‌ها اختصاص دارد.

همچنین مشخص شد مطابق با آزمون آماری مربع کای با خطای آزمون به میزان 0.05، رابطه‌ای معنادار بین ارتباط هر یک از اولویت‌های اول تا سوم رفتار حرارتی (استفاده از پنکه یا کولر، نوع پوشش افراد و باز کردن پنجره) با ارزش‌یابی حرارتی افراد در ماه‌های گرم وجود دارد که در هر دو جنس مرد و زن به صورت مشابه اتفاق می‌افتد. نیز بین این اولویت‌ها و ارزش‌یابی حرارتی فضاهای داخلی بر اساس تفکیک گروه‌های سنی سه‌گانه آزمون آماری مربع کای انجام شد و مشخص گردید که فقط در گروه سنی بین 26 تا 45 در ماه‌های گرم، بین اولویت‌های مذکور و ارزش‌یابی حرارتی فضاهای داخلی ارتباط و وابستگی وجود دارد. اما در گروه‌های سنی دیگر در ماه‌های گرم، بین استفاده از پنکه یا کولر، نوع پوشش افراد و باز کردن پنجره با ارزش‌یابی حرارتی فضاهای داخلی، استقلال وجود دارد.

می‌توان از تحلیل داده‌ها به این نتیجه رسید که هر فرد با انجام رفتاری حرارتی مناسب با حالات خود که می‌تواند منبث از سن و عادات فرهنگی و ... باشد، سعی در ایجاد تعادل حرارتی برای خویش در فضای مسکونی چند طبقه دارد و سعی می‌کند تا به هر نحو ممکن محدوده آسایش حرارتی را برای خویش مهیا کند، هر چند به قیمت افزایش مصرف انرژی در تابستان باشد؛ بدین معنی که با اولویت‌زایی انتخاب خویش رو در مرحله اول با استفاده از پنکه یا کولر، بر استفاده از حامل‌های انرژی در ایجاد تعادل حرارتی برای خویش می‌گذارد و با مصرف بیش از اندازه، انرژی را فدای احساس راحتی خویش می‌کند؛ به عبارت دیگر، اولویت نخست رفتارهای حرارتی ساکنان آپارتمان‌ها به گونه‌ای ساماندهی شده است که به قیمت مصرف نامتعرف انرژی، محدوده آسایش حرارتی برای آن‌ها فراهم آید. یکی از دلایل این رفتار را می‌توان به سلاقی مختلف و ساختارهای فرهنگی متفاوت ساکنان به خصوص در



Pakzad, Jahanshah (2009) *the Evolution of Thoughts in Urbanism (3): From Space to Place*, Tehran: Shahidi Press.

Parsons. K.C. (2014) *Human Thermal Environments: The Effect of Hot, Moderate and Cold Environments on human Health, Comfort and Performance*, 3rd Edition, Taylor and Francis Group, London.

Pourdeihimi, Shahram (2011) *Climate language in sustainable environmental design: Application of climatology in architectural programming and design, V. II: Micro scale*, Tehran: Shahid Beheshti University Press.

Rezaei, S., Sharghi, A., motalebi, G. (2018) A framework for analysis affecting behavioral factors of residential buildings' occupant in energy consumption. *Journal of Sustainable Architecture and Urban Design*, 5(2), 39-58.

Sabri, Omid. Sanei, Parisa (2002) *Architecture with minimal energy*, Tehran: Negah Sharghi Sabz Press.

Sadat, S., Taher Tolou Del, M. (2017) the factors contributing to the livability of inhabitants of residential spaces. *Journal of Sustainable Architecture and Urban Design*, 5(1), 47-60.

Shahcheraghi, Azadeh. Bandarabad, Alireza (2016) *Inscribed on the environment: Application of Environmental Psychology in Architecture and Urbanism*, Tehran: Sid Press.

Veitch, R, Arkkelin, D. (1995) *Environmental psychology - an interdisciplinary perspective*, Englewood Cliffs NJ: Prentice Hall.

Wonga B., Candolin U. (2014) Behavioral responses to changing environments, *Behavioral Ecology*: pp. 1-9.

Haldi F., Robinson, D. (2008) on the behavior and adaptation of office occupants, *Building and Environment*, 43: pp. 2163-2177.

Hanifeh, F., Rashid Kolvir, H., Kasehgar Mohammadi, S., Abolghasemi, A. (2018) Predicting Social Tendencies Based on Territoriality Indices in Inhabitants of Residential Complexes in Rasht. *Journal of Sustainable Architecture and Urban Design*, 6(2), 85-96.

Kheir-al-din, Reza. Zabetian Elham (2017) A comparative study of experiences in the field of psychological adjustment in the perception of thermal comfort in urban public spaces, *Urban Management*, 43, pp. 77-98.

Lang, J. (1987) *Creating Architectural Theory: the role of the Behavioral Sciences in Environmental Design*, Van Nosterand Reenhold.

Matlabi, Ghasem (2001) *Environmental psychology; new knowledge in urban architecture and design*, *Honar-ha-ye-Ziba*, 10: pp. 52-67.

Nicol, J.F. (1993) *Thermal Comfort - A Handbook for Field Studies toward an Adaptive Model*, London, University of East London.

Nikolopoulou, M, Baker, N, Steemers, K. (1998) *Thermal Comfort in Outdoor Urban Spaces*, Proc. PLEA, Environmentally Friendly Cities, Lisbon: PP. 179-182.

Nikolopoulou, M, Baker N, Steemers K. (2001) *Thermal comfort in outdoor urban spaces: understanding the human parameter*, *Solar Energy*;70: pp 227-235.

Oseland N.A., Humphreys M.A., Nicol J.F., Baker N.V., Parsons K.C., (1998) *Building design and management for thermal comfort: BRE Client Report CR 203/98*, Building Research Establishment Ltd, Watford, United Kingdom.