سازگاری حرارتی باتوجه‌به آرای واقعی در مسکن بومی جزیره کیش

هدا مرتضوی علوی*، شاهین حیدری**، نیلوفر نیک‌قدم***

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۲/۲۱
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۰۲/۱۹

چکیده
احساس انسان نسبت به محیط اطرافش ازطریق بررسی هم‌زمان عوامل اقلیمی چون دما، رطوبت نسبی یا جریان هوا ممکن است. این متغیرها که موجودیت خود را از شرایط محیطی می‌گیرند بر آسایش تأثیرگذار بوده و پاسخ‌های حرارتی انسانی تحت تأثیر آن‌ها شکل می‌گیرد؛ لذا ترکیب این عوامل، تأثیر روانی و فیزیکی اجتناب‌ناپذیری بر شرایط آسایش انسان دارد. لذا هدف اصلی پژوهش، بررسی شرایط حرارتی محیط است که در همبستگی با پاسخ‌های انسانی بوده و می‌تواند پیش‌بینی قابل‌اعتمادی از شرایط راحتی داشته باشد. سازگاری حرارتی نیز به‌عنوان الگوی نظری ارزیابی پژوهش انتخاب و میزان اعتبار آن موردبررسی قرار گرفته است. مقاله حاضر، هماهنگ با پروژه اشری-۸۸۴، به تخمین دمای خنثی و حدود آسایش حرارتی ساکنین ساختمان‌های مسکونی جزیره کیش، در طول دو دوره فصلی معتدل رو به گرم و گرم می‌پردازد. داده‌های به‌دست‌آمده حاصل از مطالعات میدانی پژوهش در اقلیم گرم و مرطوب، برای پیش‌بینی آسایش حرارتی به کمک ترکیبی از متغیرها با استفاده از روش آماری به نام تحلیل همبستگی و تحلیل رگرسیون، ازطریق نرم‌افزار اکسل، مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفته است. بنا بر نتایج بر اساس آرای واقعی، ساکنین در دمای بالاتری نسبت به آنچه در استانداردهای بین‌المللی بیان شده است، احساس راحتی می‌کنند. همچنین مشاهده می‌شود که متوسط دمای داخل در همتایی با دمای آسایش بوده است و از آن مهم‌تر، همبستگی قابل قبولی بین دمای خنثی و متوسط دمای ماهیانه خارجی ساختمان برقرار است که این مسئله شاهدی بر نظریه سازگاری است. ازآنجایی‌که در پژوهش حاضر حدود ۴ درجه اختلاف بین دمای خنثی بر اساس آرای واقعی با دمای خنثی بر اساس آرای پیش‌بینی‌شده وجود دارد، و بر اساس مطالعات نیکل به ازای هر ۱ درجه اختلاف در دمای خنثی، ۷ درصد اختلاف در مصرف انرژی در همان فضا ایجاد می‌کند، لذا با کاربست نتایج به ۲۸ درصد صرفه‌جویی مصرف انرژی بخش مسکونی نائل می‌شویم. ازاین‌رو معماران به سمت طراحی منطقی هدایت و وزارتخانه‌های مربوطه بر اصول علمی مصرف انرژی یاری می‌شوند. در مطالعه حاضر ساختمان‌های معاصر به‌صورت شاهد مطالعه مطرح هستند.

کلمات کلیدی: نظریه سازگاری، دمای خنثی، محدوده آسایش، میانگین آرای واقعی، صرفه‌جویی مصرف انرژی.

* دانشجوی دکتری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، تهران، ایران.
** استاد، گروه معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. shheidari@ut.ac.ir
*** دانشیار، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، تهران، ایران.

مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری هدا مرتضوی علوی در دانشکده هنر و معماری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تحت عنوان «تأثیر دینامیکی رطوبت بر آسایش حرارتی» است که با راهنمایی آقای دکتر شاهین حیدری و مشاوره خانم دکتر نیلوفر نیک‌قدم در دست تهیه است.

[Downloaded from jhre.ir on 2025-07-06]
[DOI: 10.22034/42.181.87]

مقدمه

سازگاری را می‌توان هدف غایی تعامل انسان با محیط پیرامون دانست. انسان در گذشته تلاش داشت تا رفتار فردی خود را در جهت سازگاری با محیط پیرامونش تنظیم کند؛ اما با گذشت زمان و تحولات حاصل از توسعه فناوری، سبک معماری و سبک زندگی هم دچار تغییر شد، تا جایی که این تحولات در معماری و زندگی معاصر کاملاً آشکار است (افشاری، ۱۳۹۴). امروزه جهان معماری شاهد تغییرات مهمی در روند طراحی و رویکرد بیش‌ازپیش طراحان به نگرشی همه‌جانبه‌گرا است (Tang & Kim, 2004). درواقع در دنیای امروز تأمین نیازهای عملکردی و سازه‌ای ساختمان، تنها گوشه‌ای از اهداف طراحی است؛ مواردی چون کاهش مصرف انرژی و اتخاذ نگرشی مناسب برای تأمین رفتار حرارتی مناسب در طول طراحی نیز ضروری است (Bleil & Knight, 2007). بر طبق نظرسنجی‌ها، آسایش حرارتی یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر استفاده کاربران از سیستم‌های گرمایش و سرمایش طبیعی یا مکانیکی است (Delzendeh et al., 2017)، لذا امروزه کاربرد تأسیسات مکانیکی و الکتریکی به یکی از اصلی‌ترین ویژگی‌های ساختمان در جهت ایجاد و حفظ شرایط آسایش تبدیل شده است. این در حالی است که در شرایط یکسان افراد مختلف ممکن است احساس‌های حرارتی متفاوتی تجربه کنند. لذا به‌کارگیری دیدگاه سازگاری حرارتی موجب می‌گردد مفهوم آسایش حرارتی از صرفاً محصول تولیدی سیستم‌های تأسیسات مکانیکی فراتر رفته و در عوض زمینه‌ای فراهم شود تا ساختمان به‌گونه‌ای طراحی گردد که رفتار و عادات کاربران را نیز مدنظر قرار دهد؛ به‌طوری‌که بتوانند با اتکا به توانایی‌ها و قابلیت‌های فردی در طول زمان به آسایش دست یابند (بنازاده و همکاران، ۱۴۰۱)، چراکه افراد گیرنده‌های منفعل از محیط حرارتی خود نیستند؛ آن‌ها محیط را تغییر داده یا خود را با آن سازگار می‌کنند (Heidari & Sharples, 2002). به این دلیل اغلب به شیوه‌های مختلفی برای کاهش ناراحتی حرارتی رفتار می‌کنند که می‌تواند جابه‌جایی از فضایی به فضای دیگر، باز و بسته کردن پنجره، تغییر لباس، روشن یا خاموش کردن فن، سیستم گرمایش یا سرمایش، نوشیدن مایعات گرم یا سرد و غیره باشد. چنین رفتارهایی می‌تواند بر مصرف کلی انرژی ساختمان تأثیر بگذارد (Van Hoof et al., 2010: 766). ازاین‌رو امروزه پژوهش‌های آسایش حرارتی از مرزهای فضاهای داخلی ثابت و فعالیت‌های بی‌تحرک به محیط‌های پویا و شرایط حرارتی دینامیک که افراد در زندگی روزمره تجربه می‌کنند، تغییر یافته است. در کل تعداد محدودی از پژوهشگران قادر به نتیجه‌گیری معتبر از تجربیات حرارتی پویا هستند؛ زیرا آثار متغیرهای متعدد شرایط پیچیده‌ای را ایجاد می‌کند. ازاین‌رو، کمبود تحقیقات میدانی در زمینه آثار حرارتی بر زندگی واقعی افراد به‌وضوح دیده می‌شود.

پرسش‌های پژوهش

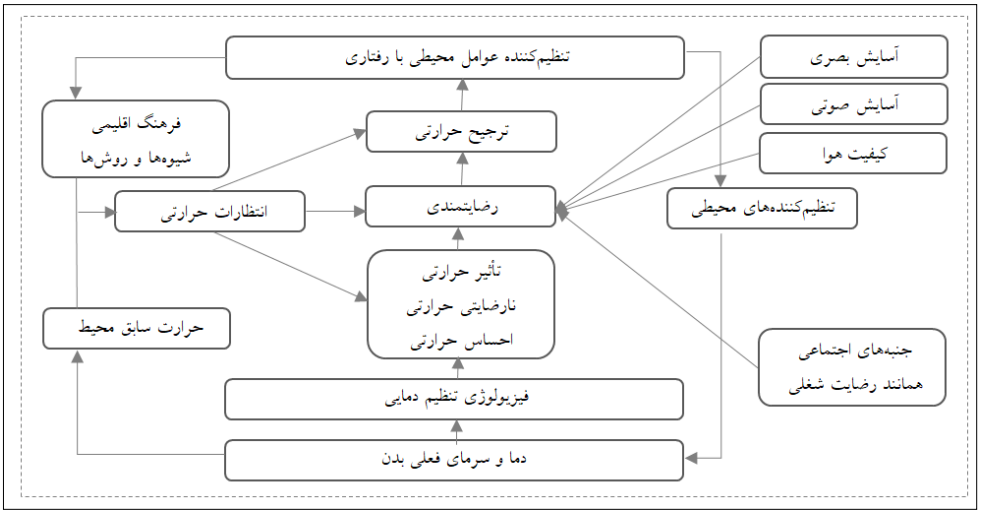
پرسش‌های مطرح‌شده در این مطالعه عبارت است از:

- دمای خنثی و حدود آسایش حرارتی قابل‌قبول برای ساکنین چه اندازه است؟
- چه رابطه‌ای بین دمای خنثی و میانگین دمای داخلی ساختمان برقرار است؟
- چه رابطه‌ای بین دمای خنثی و میانگین دمای خارجی ساختمان برقرار است؟
- چه میزان تفاوت بین ارزیابی آسایش حرارتی بر اساس آرای پیش‌بینی‌شده و آسایش حرارتی بر اساس آرای واقعی وجود دارد؟

[Downloaded from jhre.ir on 2025-07-06]
[DOI: 10.22034/42.181.87]

ادبیات موضوع

ساختار مباحث آسایشی به حوزه‌های فیزیکی، محیطی، اجتماعی، فرهنگی و روان‌شناختی تقسیم می‌شود (Gennusa et al., 2010). آسایش فیزیکی[1] در انسان با حداقل تلاش برای رسیدن به فعالیت موردنظر، آسایش روان‌شناختی[2] با رضایت ذهنی و آسایش فیزیولوژیکی[3] با عدم شرایط استرس‌زا حاصل می‌گردد (Sarkar, 2002). آسایش محیطی، احساس رضایت و راحتی حاصل از هماهنگی جنبه‌های مختلف انسان و محیط اطرافش است (Slater, 1985: 4) که طیف وسیعی از شرایط آسایش حرارتی[4]، صوتی، بصری، بویایی و کیفیت هوا تا زیبایی را شامل می‌گردد (Bradshaw, 1993: 5). حرارت یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر محیطی بر آسایش است که در پژوهش‌های مختلف به آن اشاره شده است (Sakurai et al., 1990; Filippi et al., 1997; Oral et al., 2004; Akbulut et al., 2006; Frontczak & Wargocki, 2011) (تصویر شماره ۱).



ت۱. الگو توسعه‌یافته ادراک آسایش حرارتی مبتنی بر ساختار روان‌شناختی – فیزیولوژیک. منبع: Centnerova & Boerstra 2010: 5

مطالعات آسایش حرارتی ازآن‌جهت اهمیت دارد که مهندس طراح را به استفاده از روش‌های غیرفعال و استفاده حداقلی از روش‌های فعال برای ایجاد سرمایش و گرمایش لازم در ساختمان راهنمایی می‌کند. اینکه چگونه باید حد آسایش را تخمین زد، موضوع مطالعاتی است که از یک قرن پیش آغاز و تا به امروز ادامه داشته، لیکن تکمیل نشده است (حیدری، ۱۳۸۸: ۵). در ایران نیز برای اولین‌بار شرکت ملی نفت در منطقه مسجد سلیمان این‌گونه مطالعات را انجام داد ولی نتایج درستی از آن حاصل نیامد. تعیین حدود آسایش حرارتی در الگوهایی چون نمودار بیوکلیماتیک اولگی و یا گیونی تمام تلاش محققین ایرانی در این راه بوده است. امروزه صحت چنین نمودارهایی زیر سؤال است و مهم‌تر آنکه روش پایه‌ای فانگر[5] (1970) که اساس استاندارد ایزو-۷۷۳۰[6] است نیز در ابهام فرو رفته و استاندارد اشری-۵۵[7] مجبور به تعریف پروژه اشری-۸۸۴[8] (De dear & Brager, 1998) گردیده است. اشری آسایش حرارتی را ویژگی ذهنی می‌داند که بیان‌کننده میزان رضایت افراد از حرارت محیط است (ASHRAE, 1966). کلمه ویژگی ذهنی در تعریف

[Downloaded from jhre.ir on 2025-07-06]
[DOI: 10.22034/42.181.87]

اشری دلالت بر آمیختگی ویژگی روحی و ویژگی فیزیولوژی در احساسی با عنوان آسایش حرارتی دارد. در کنار این مفهوم، محدوده آسایش نیز به‌عنوان موضوع ذهنی دیگری باید در کانون توجه قرار گیرد. ممکن است برخی افراد، در دفعات مشابه و در مکان‌های مشابه، از شرایط محیطی اطرافشان خشنود و راضی نباشند. دلیل آن موضوعات بیولوژیکی، احساسی و فیزیکی است. بنابراین محدوده آسایش را نمی‌توان به‌طور عینی اندازه گرفت (حیدری، ۱۳۸۸: ۶). اشری این محدوده را، دامنه‌ای قابل‌قبول از ویژگی حرارتی داخل فضا، برای بیشترین افراد مستقر در آن که به کمک متغیرهایی چون دما، تابش، جریان هوا و رطوبت معرفی می‌شود، تعریف می‌کند (حیدری، ۱۳۹۳: ۵). در این میان آسایش حرارتی داخلی از مهم‌ترین عواملی است که بر رفاه، سلامتی و بهره‌وری ساکنین در ساختمان‌ها تأثیر می‌گذارد (Frontczak & Wargocki, 2011). این موضوع مهم است، چون مردم بیش از ۹۰ درصد از وقت خود را، در داخل ساختمان‌ها می‌گذرانند (Klepeis et al., 2001) و باعث می‌شود تا بخش ساختمان به بزرگ‌ترین عامل تولید جهانی انرژی‌های فسیلی و تغییرات آب و هوایی تبدیل گردد. از دیرباز دو روش عمده در پژوهش‌های مطالعات آسایش حرارتی رایج بوده‌اند. اولین روش، مطالعات آزمایشگاهی در شرایط ایستا است که مبتنی بر تعادل حرارتی[۹] است (حیدری، ۱۳۹۳: ۵۹). دومین روش، مطالعات میدانی در شرایط دینامیک است که افراد در دنیای واقعی و بدون تغییر شرایط محیطی مورد سؤال هستند. در این حال و هم‌زمان، اندازه‌گیری کلیه متغیرهای آب و هوایی و اختصاصی با طرح سؤالات احساس حرارتی سنجیده می‌شوند (حیدری، ۱۳۸۸: ۷). در دنیای واقعی افراد فعال بوده و همواره شرایط خود را تغییر می‌دهند. نرخ فعالیت مردم قابل عوض شدن است، نرخ لباس باتوجه‌به شرایط خارجی تغییر می‌کند و از همه مهم‌تر شرایط متغیرهای آب‌وهوایی ثابت نبوده و از لحظه‌ای به لحظه دیگر تغییر می‌کنند (حیدری، ۱۳۹۳). از این زمان به بعد دو دسته مختلف از آرا شکل گرفت، یکی آنکه انسان‌ها خود به نحو ممکن در محیط حرارتی تغییر ایجاد کرده تا به آسایش حرارتی برسند و دوم افراد حالت غیرفعال داشته و باید شرایط راحتی در معماری برای آن‌ها به کمک طراحی یا با استفاده از تجهیزات مکانیکی و الکتریکی ایجاد شود. نظریه‌ای که ناظر بر آرای دسته اول است، نظریه سازگاری[۹] نامیده می‌شود. نیکل[۱۰] اختلاف در نتایج دو روش را در سال ۱۹۹۳ به‌صورت مبسوطی ارائه کرد. قبل از او و در مطالعه‌ای وسیع هیمفریز[۱۱] در سال ۱۹۷۲ و به دنبال آن در سال ۱۹۷۶ این اختلاف را گزارش کرده بود. دو نکته اساسی توسط آنان بیان شد: اول آنکه دمای خنثی واقعی افراد که در میدان مطالعاتی به دست می‌آید، با آنچه در آزمایشگاه و شرایط آزمایشگاهی کسب می‌شود، اختلاف دارد و دوم دامنه آسایش حرارتی به‌مراتب وسیع‌تر از دامنه‌ای است که در آزمایشگاه اندازه‌گیری می‌شود (حیدری، ۱۳۸۸: ۷). محققان علت اختلاف بین درصد میانگین آرای پیش‌بینی‌شده (PMV)[۱۲] و میانگین آرای واقعی (AMV)[۱۳] را حاصل از پرسش‌نامه‌ها در مطالعات میدانی می‌دانند (زمردیان و همکاران، ۱۳۹۵ :۱۹). مناقشه بین پژوهشگران این دو روش پژوهشی، ناشی از مفاهیم متفاوتی است که به دلیل اهداف مختلف موردنیاز هستند. شاید پیشنهاد منطقی، استفاده هم‌زمان از نتایج این دو روش و مقایسه با یکدیگر باشد. با کاربست این نتایج، صرفه‌جویی چشم‌گیری در مصرف انرژی ساختمان‌ها به وجود می‌آید، درحالی‌که به آسایش ساکنان لطمه‌ای وارد

[Downloaded from jhre.ir on 2025-07-06]
[DOI: 10.22034/42.181.87]

نمی‌شود (حیدری، ۱۳۹۳: ۶۰).

توصیف اقلیم

یکی از زیرمجموعه‌های آسایش محیطی، آسایش حرارتی بر پایه شرایط اقلیمی است که بحثی پایه‌ای و پیچیده قلمداد می‌شود (Brown, 2010: 19). اگر بپذیریم که اقلیم نقش محوری در تعریف فعالیت‌ها و اختصاص کاربری‌ها دارد، آنگاه باید به شناخت چگونگی تأثیر عوامل محیطی برای افزایش آسایش که از اهداف برنامه‌ریزی با رویکرد اقلیمی است، بپردازیم (حیدری و منعام، ۱۳۹۲: ۱۹۸). درواقع تنها یک خصوصیت اقلیم بیان‌کننده میزان آسایش حرارتی از محیط نیست، مانند بدن که برای درک دمای محیط، گیرنده‌ای جدا ندارد و همه متغیرهای اقلیمی با یکدیگر تلقی آدمی از شرایط محیطی را می‌سازند (Scudo, 2005: 259). ازاین‌رو احساس راحتی انسان تا حد قابل‌توجهی به فراسنج‌های اقلیمی و البته ویژگی‌های جغرافیایی بستگی دارد. بررسی آثار شرایط آب و هوایی و تغییرات آن بر فیزیولوژی بدن انسان از هزاران سال پیش مطرح بوده است. امروزه نیز این اثرگذاری با در نظر گرفتن شرایط آسایش برای زیست انسان در همه ابعاد سلامتی آن مطالعه و بررسی می‌شود (باعقیده و میوانه، ۱۴۰۱).

منطقه گرم و مرطوب ایران طبق دسته‌بندی اقلیمی، دارای یکی از بحرانی‌ترین اقلیم‌های جهان بوده و لحاظ کردن مؤلفه‌های اقلیمی در طراحی خانه‌ها در این منطقه امری ضروری است. به علت سختی زیادی که ازلحاظ شرایط آب و هوایی دارد، مسئله احساس راحتی حرارتی افراد در ساختمان‌ها و بحث مصرف انرژی در آن بسیار حائز اهمیت است. ازنظر صاحب‌نظران، اهداف معماری مناطق گرم و مرطوب، جهت تعدیل مهم‌ترین مؤلفه‌های اقلیمی این منطقه یعنی درجه حرارت و رطوبت بالا است (نیک‌قدم، ۱۳۹۲: ۷۱) و جریان هوا یا باد نیز بیشترین تأثیر را در احساس آسایش حرارتی افراد در اقلیم گرم و مرطوب دارد (سالم و همکاران، ۱۴۰۱: ۴۶۳). بحث تهویه طبیعی به‌خصوص در اقلیم گرم و مرطوب از ملزومات مهم تلقی می‌شود؛ زیرا رطوبت را از فضا دور کرده و باعث خنک شدن و مهیا شدن آسایش حرارتی در افراد می‌شود (شریفی و همکاران، ۱۴۰۱: ۳۱).

روش تحقیق

ارزیابی جامع از شرایط آسایش در فضای داخلی، نیازمند سنجش در دو بخش کمّی و کیفی با استفاده هم‌زمان از نظرسنجی‌های آسایشی و اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی است که از دو بخش مطالعات کتابخانه‌ای و مطالعات میدانی تشکیل شده است. در بخش مطالعات کتابخانه‌ای بعد از مروری بر ادبیات و پیشینه پژوهش، سازگاری حرارتی به‌عنوان الگوی نظری ارزیابی پژوهش انتخاب و میزان اعتبار آن در مطالعه حاضر موردبررسی قرار گرفته است. مطالعات میدانی آسایش حرارتی، عمدتاً یا در فضای باز یا در فضای داخل صورت می‌پذیرد. اما پژوهش‌های میدانی در فضای داخل با کاربری مسکونی، به دلیل ورود به حریم خصوصی زندگی ساکنین به‌خصوص در کشورهای دارای آداب‌ورسوم فرهنگ خاص مثل ایران، کاری بسیار دشوارتر است. بااین‌حال پژوهش حاضر مطالعات میدانی خود را به ارزیابی فضاهای داخلی بخش مسکونی، به علت اهمیت در تأمین بخش آسایش افراد و کاهش در مصرف انرژی، در دو گونه معاصر و بومی محدود کرده است. به‌منظور به دست آوردن فهم جامعی نسبت به شرایط موجود ازنظر آسایش حرارتی کاربران در خانه‌های اقلیم گرم و مرطوب و همچنین برای پیدا کردن نقاط بحرانی اقلیمی جزیره کیش، پژوهشی در

[Downloaded from jhre.ir on 2025-07-06]

[DOI: 10.22034/42.181.87]

۱۲۰ نمونه و در طول دو دوره فصلی معتدل رو به گرم (اواخر بهمن‌ماه تا اوایل اسفندماه ۱۳۹۸) و گرم (مردادماه ۱۳۹۹) صورت گرفته است که باتوجه‌به محوریت ارزیابی و مشخصه اقلیمی منطقه موردسنجش، مناسب‌ترین زمان برای ارزیابی کوتاه‌مدت است. انجام این نوع مطالعات در سه سطح متفاوت و اخذ پرسش‌نامه‌ها از دو روش طولی و متقاطع انجام می‌شود، لذا در این پژوهش از روش متقاطع در سطح سه استفاده شده است که افراد به‌صورت تصادفی در تمامی نقاط پراکنده جزیره کیش، در رنج ساعتی متفاوت، مورد پرسش قرار گرفته‌اند. سعی شد که نسبت برداشت خانه‌های معاصر و بومی همچنین نسبت زنان و مردان تا حدودی برابر و کلیه رده‌های سنی با توانایی پاسخ‌گویی به سؤالات، در نظر گرفته شود. هم‌زمان با تکمیل پرسش‌نامه‌ها و اندازه‌گیری متغیرهای اختصاصی، متغیرهای آب و هوایی نیز به‌دقت و بر اساس آخرین روش‌های مرسوم در دنیا، به کمک دستگاه‌های قابل‌حمل 405i Smart Probe و 605i Smart Probe مربوط به شرکت تستو[۱۳] آلمان که بر اساس استانداردهای DIN EN ISO 9001 کنترل شده است، در ارتفاع حدود ۱/۱ تا ۱/۶ متری از سطح زمین و در فاصله بیشتر از ۱ متر از هر دیوار، به‌صورت اتوماتیک و به فاصله زمانی ۱ ثانیه، اندازه‌گیری مستقیم گردیده است. داده‌های به‌دست‌آمده حاصل از انجام این پژوهش با استفاده از روش آماری به نام تحلیل همبستگی[۱۴] و تحلیل رگرسیون[۱۵]، ازطریق نرم‌افزار اکسل[۱۶]، مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفته است. تحلیل رگرسیون یکی از روش‌های شناخته‌شده برای پیش‌بینی آسایش حرارتی به کمک ترکیبی از متغیرها است. گرچه همبستگی و رگرسیون با یکدیگر ارتباط قوی دارند، اما اطلاعات متفاوتی را عرضه می‌کنند که در عین تفاوت مکمل یکدیگرند. ضریب همبستگی پیرسون شاخصی است که دقت پیش‌بینی را با استفاده از خط رگرسیون معین می‌کند و خط رگرسیون میزان تأثیر یک متغیر بر متغیر دیگر را معین می‌سازد. اگر ارتباط شدید بین دو متغیر باشد، مقدار ضریب همبستگی و یا به عبارت بهتر توان دوم آن (Rsq)، راهنمای ما برای درک آن است (حیدری، ۱۳۹۳).

پرسش‌نامه

هدف از ارزیابی افراد در این پژوهش سنجش سازگاری رفتاری، روان‌شناختی و فیزیولوژیکی آن‌ها بوده است. مشخصات فردی، خانوادگی و شخصیتی و ارزیابی شرایط محیطی، انتظارات و خواسته‌ها و آسایش ادراکی بر اساس پرسش‌نامه کسب گردید. ساختار پرسش‌نامه شامل پنج بخش مجزا است که مشخصات فردی، شرایط حرارتی و تمایلات و احساس آسایش، ارزیابی اجمالی از فضای زندگی و احساسات شخصی در آن لحظه و مکان، رفتارهای حرارتی و در انتها مشکلات فیزیکی از رطوبت که ساکنین در فضای خانه با آن مواجه هستند را در برمی‌گیرد. داده‌های شخصی شامل اشتغال، تحصیلات و زندگی خانوادگی به‌منظور ارزیابی اولیه جایگاه اجتماعی پرسیده شد. سنجش میزان سن، وزن و قد به‌منظور تعیین شاخصه‌های حرارتی و رابطه با این متغیرها با سایر عوامل آسایشی است. تأثیر مدت‌زمان اقامت در جزیره کیش و مدت‌زمان حضور در خانه در همان روز، به‌منظور ارزیابی تأثیر مکانی و زمانی در مقایسه با درک آسایش محیطی پرسیده شد. در بخش آسایش حرارتی، آسایش فرد در محیط فضای مسکونی موردسنجش قرار گرفته و میزان تأثیرگذاری عوامل محیطی و فردی در آسایش، انتظارات از شرایط و درمجموع آسایش کلی ارزیابی شد. به‌منظور یافتن تأثیر مصرف نوشیدنی یا خوراکی

[Downloaded from jhre.ir on 2025-07-06]
[DOI: 10.22034/42.181.87]

گرم و سرد در کنترل شرایط حرارتی بدن و احساس آسایش حرارتی، نوع حرارت خوراکی یا نوشیدنی مصرفی در ۳۰ دقیقه قبل پرسیده شد. همچنین در ادامه خواسته شد که شرایط کلی آسایش برای حضور در فضای داخلی خانه از منظر آسایش حرارتی و ارزیابی شخصی از احساس آسایش حرارتی را بیان نماید. ازآنجایی‌که ورود به فضاهای مسکونی و حریم شخصی افراد کاری دشوار است و امکان تغییر رفتار و لباس کاربران به‌محض ورود پژوهشگر به داخل خانه وجود دارد، ازاین‌رو تا حد مقدور تلاش شده است که پرسش‌نامه‌ها بدون اشکال تکمیل شوند تا از حذف آن‌ها جلوگیری شود. برای انجام درستی کار، در کنار مشاهده و اندازه‌گیری، مصاحبه نیز از کاربران شده است. در این مطالعه در قسمت پرسش‌نامه‌ای برای سنجش احساس حرارتی افراد، از مقیاس هفت‌گانه اشری[۱۷] بهره گرفته شده است.

یافته‌ها

متغیرهای محیطی و اختصاصی

خلاصه‌ای از داده‌های آب و هوایی حاصل از اندازه‌گیری‌های میدانی شامل میانگین، حداکثر و حداقل دما، رطوبت و جریان هوا به تفکیک دو فصل برداشت‌شده، در جدول شماره ۱ نشان می‌دهد که دمای داخلی از ۲۴/۲ درجه سانتی‌گراد در برداشت اول تا ۴۰/۱ درجه سانتی‌گراد در برداشت دوم، متغیر است. همچنین رطوبت نسبی از حداقل ۳۶/۲ درصد تا حداکثر ۶۵/۷ درصد، متغیر است. به‌منظور محاسبه میزان نرخ لباس در هنگام تکمیل پرسش‌نامه، به کمک جداول راهنمایی از پیش تهیه‌شده، نوع لباس ظاهری مشخص و سپس مجموع نارسایی‌ها به‌عنوان مقاومت لباس در برابر انتقال حرارت ثبت شد. میانگین نرخ لباس افراد موردارزیابی بر حسب سی.ال.اُ در خانم‌ها در برداشت اول ۰/۶۲، در برداشت دوم ۰/۴۸ و درمجموع برابر ۰/۵۶ است. همچنین در آقایان در برداشت اول ۰/۴۹، در برداشت دوم ۰/۴۴ و درمجموع برابر ۰/۴۶ است. این میانگین در فصل گرم به‌مراتب کمتر از فصل معتدل رو به گرم، به‌خصوص در خانم‌ها است که این مسئله نشان از تطبیق و سازگاری مردم با شرایط حرارتی می‌دهد. میانگین نرخ فعالیت افراد برحسب مت که مطابق جداول راهنما نیز ثبت شده بود، برای خانم‌ها ۱/۰۸ و آقایان برابر ۱/۰۶ است که تفاوت چندانی در نرخ فعالیت بین زن و مرد در دو فصل، دیده نشده است. به نظر می‌رسد که متغیرهای محیطی بر نرخ فعالیت تأثیر چندانی ندارد و همچنین نوع فعالیت تابع فصل و شرایط حرارتی تغییری ندارد (جدول شماره ۲).

ج۱. عوامل محیطی برداشت‌شده به تفکیک دو دوره فصلی معتدل رو به گرم و گرم

متغیرهای محیطی		برداشت اول (فصل معتدل رو به گرم)	برداشت دوم (فصل گرم و خیلی گرم)	مجموع
دمای هوا °C	حداقل	۲۴/۲	۲۶/۱	۲۴/۲
	حداکثر	۳۳/۵	۴۰/۱	۴۰/۱
	میانگین	۲۸/۵	۳۳/۱	۳۰/۷
رطوبت نسبی ٪ RH	حداقل	۳۶/۵	۳۶/۲	۳۶/۲
	حداکثر	۶۱/۱	۶۵/۷	۶۵/۷
	میانگین	۵۱	۴۹/۸	۵۰/۵
جریان هوا m/s	حداقل	۰	۰	۰
	حداکثر	۰/۳۶	۰/۱۶	۰/۳۶
	میانگین	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۵

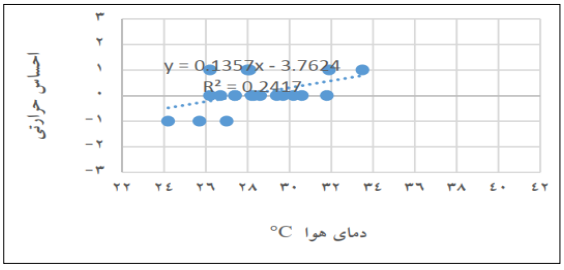
[Downloaded from jhre.ir on 2025-07-06]
[DOI: 10.22034/42.181.87]

ج۲. میانگین نرخ لباس و میانگین نرخ فعالیت افراد مورد ارزیابی

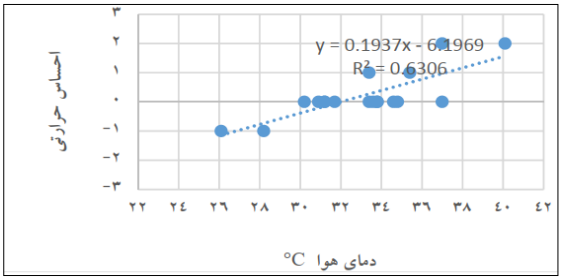
متغیرهای فردی		برداشت اول (فصل معتدل رو به گرم)	برداشت دوم (فصل گرم و خیلی گرم)	مجموع
نرخ لباس (سی‌ال)	زن	۰/۶۲	۰/۴۸	۰/۵۶
	مرد	۰/۴۹	۰/۴۴	۰/۴۶
نرخ فعالیت (مت)	زن	۱/۱	۱/۰۵	۱/۰۸
	مرد	۱	۱/۱۲	۱/۰۶

رابطه دمای هوا و احساس حرارتی

منظور از متوسط احساس حرارتی، همان احساس واقعی افراد است که در مطالعه میدانی ثبت شده است و بر اساس مقیاس هفت‌گانه اشری موردبررسی قرار گرفته است. تصاویر شماره ۲ تا ۴، رابطه بین دو متغیر دمای هوای داخلی و احساس حرارتی کاربران و منحنی رگرسیون ساده خطی را در دو فصل برداشت به‌صورت جداگانه و به‌صورت کلی در جزیره کیش نشان می‌دهد. همان‌طور که در تصاویر مشخص است، دمای هوا به‌عنوان متغیر مستقل (بر روی محور طول‌ها) و احساس حرارتی به‌عنوان متغیر وابسته (بر روی محور عرض‌ها) نمایش داده شده‌اند. خط رگرسیون این ارتباط، توسط نرم‌افزار اکسل ترسیم شده است که هرکدام دارای معادله رگرسیون یا معادله پیش‌بینی درجه یکی است که در نمودارها آماده است. در این معادله‌ها می‌توان هر دمای دلخواهی را قرار داد و احساس حرارتی را به دست آورد. شیب نمودار احساس حرارتی کاربران در سه حالت، برداشت اول (فصل معتدل رو به گرم) ۰/۱۳ و در برداشت دوم (فصل گرم و خیلی گرم) ۰/۱۹ و درمجموع دو برداشت ۰/۱۱ متغیر است. نیکل (۱۹۹۳) شیب ۰/۲۵ را شایع‌ترین شیب منحنی رگرسیون ساده خطی در مطالعات میدانی بیان می‌کند و هیمفریز (۱۹۷۶) در یک بررسی میدانی در سطح جهانی شیب ۰/۲۲ را قابل‌قبول اعلام می‌نماید. پس نتیجه می‌شود، شیب نمودار در مطالعه موردبررسی در تطابق با مطالعات جهانی در شرایط قابل قبولی قرار گرفته است. بر طبق نظر هیمفریز، شیب کم نمودار رگرسیون در مطالعات میدانی نشان از سازگاری افراد با محیط حرارتی آن‌ها دارد. با دقت در نمودارهای فوق مشاهده می‌شود که بین دمای هوا و احساس حرارتی ضریب همبستگی افزایشی و مثبت وجود دارد و ضریب آن در برداشت اول برابر با ۰/۴۹، در برداشت دوم برابر با ۰/۷۹ و درمجموع دو برداشت برابر با ۰/۵۷ است که حکایت از همبستگی نسبتاً قوی بین دو متغیر دارد. این بدان معنا است که هرچقدر دما بالا رود، احساس حرارتی نیز به همان میزان بالا می‌رود. همبستگی مثبت اگرچه خیلی غیرقابل‌پیش‌بینی به نظر نمی‌رسد، ولی نشان از موفقیت کار میدانی و درست بودن موضوع است.

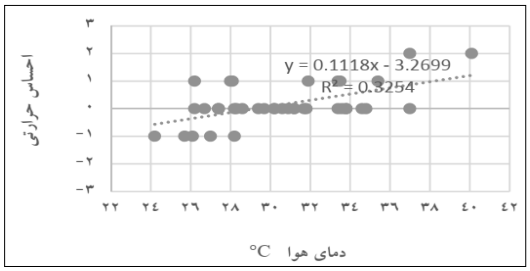


ت۲. نمودار رگرسیون بین دو متغیر دمای هوا و احساس حرارتی در برداشت اول



ت۳. نمودار رگرسیون بین دو متغیر دمای هوا و احساس حرارتی در برداشت دوم

[Downloaded from jhre.ir on 2025-07-06]
[DOI: 10.22034/42.181.87]



ت۴. نمودار رگرسیون بین دو متغیر دمای هوا و احساس حرارتی درمجموع دو برداشت

دمای خنثی و محدوده آسایش حرارتی

بر اساس نتایج کار میدانی و توضیحاتی که در مورد رگرسیون و همبستگی داده شد، محدوده آسایش و دمای خنثی را می‌توان برای هر دو فصل برداشت به‌صورت جداگانه تعیین کرد. ابتدا بدون توجه به تفکیک فصل، اندازه‌گیری این شرایط محاسبه می‌شود که چنین عملی یک بینش کلی‌تر به پژوهشگر می‌دهد. سپس برای دقت بیشتر، محاسبه محدوده آسایش و دمای خنثی بر اساس دو فصل معتدل رو به گرم و گرم باید مستقر شود. T_n همان دمای خنثی است که با استفاده از سیستم اشری در حدفاصل (T_n+۱ و T_n-۱) به کمک آن محدوده آسایش محاسبه می‌شود. جدول شماره ۳، معادلات رگرسیون ساده خطی را در سه حالت نام‌برده ارائه می‌دهد. در جدول شیب، عرض از مبدأ، دمای خنثی، حد بالا و پایین آسایش و دامنه قابل‌قبول آسایش معین شده‌اند. در تمامی سه حالت، شیب کمتر از ۲۰ درصد است. اما شیبی که فانگر در معادله‌ها برای چنین شرایطی قید می‌کند و اساس استاندارد ایزو-۷۷۳۰ نیز قرار گرفته است، بالاتر و حدود ۳۳ درصد است (حیدری، ۱۳۹۳: ۱۰۱). شیب معدلی، حدود ۱۱ درصد در مطالعه حاضر نشان می‌دهد که قدرت تطبیق مردم با شرایط آب و هوایی عالی است. آنچه بر اساس جدول شماره ۳ می‌توان نتیجه گرفت آن است که دمای خنثی در دامنه گسترده، بر اساس فرضیه‌های استاندارد اشری نتیجه‌ای تأمل‌برانگیز است. همان‌طور که از نتایج به‌دست‌آمده نیز مشخص است، اختلاف قابل‌توجه دمای خنثی و شرایط آسایش بین دو فصل متمایز وجود دارد. معدل دمای خنثی در فصل معتدل رو به گرم ۲۷/۷ درجه است، در دامنه ۱۴/۷ درجه سانتی‌گراد، درحالی‌که با یک جهش ۵ درجه‌ای (۳۲) دمای خنثی در فصل گرم است، در دامنه ۱۰/۴ درجه سانتی‌گراد. درحالی‌که استاندارد اشری، سه درجه و استاندارد ایزو دو درجه اختلاف را معین می‌کنند.

رابطه دمای خنثی با دمای داخل

یکی از موارد اثبات نظریه سازگاری حرارتی، ارتباط معنادار دمای خنثی با شرایط دمای داخلی است. هیمفریز و نیکل دلایل محکمی از ارتباط معنادار بین این دو متغیر، صرف‌نظر از آنکه این دما در مطالعات مختلف چه اندازه است، به دست آوردند. این نکته ارزنده نشان‌دهنده تطابق افراد با شرایط داخلی است (حیدری، ۱۳۹۳: ۶۷). در سال ۱۹۷۶، هیمفریز رابطه بین متوسط دمای داخلی و دمای راحتی را با معادله ساده رگرسیون زیر پیشنهاد داد که در این معادله T_n دمای خنثی و T_i متوسط دمای داخل است:

$$T_n = 0.831\ T_i + 2.6$$

درواقع هیمفریز نشان داد که دمای خنثی را می‌توان به سادگی به کمک میانگین دمای داخلی احساس‌شده توسط کاربران در طی فرایند مطالعات میدانی پیش‌بینی کرد. در ادامه حیدری (۱۳۹۳: ۱۰۶) بر اساس مطالعات هیمفریز معادله رگرسیون خطی زیر را متناسب با شرایط ایران ارائه داد که هر دو معادله، در مقایسه با معادله‌های مرجع نشان می‌دهند که متوسط دمای داخل در همتایی با دمای آسایش بوده است و این مسئله شاهدی بر نظریه سازگاری است:

$$T_n = 0.748\ T_i + 5.83$$

بر این اساس، نتایج به‌دست‌آمده از دمای خنثی

[Downloaded from jhre.ir on 2025-07-06]
[DOI: 10.22034/42.181.87]

محاسبه‌شده از معادلات مذکور و همچنین دمای خنثی به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر، در جدول شماره ۴ نشان داده شده است. مقایسه بین دمای خنثی از تحلیل رگرسیون ساده پژوهش حاضر با مدل رگرسیون هیمفریز و حیدری نشان داد، تفاوت بسیار اندکی بین آن‌ها وجود دارد. دلیل اختلاف با معادلات مذکور آن است که معادلات برای شهرهای مختلف در فصول گرم و سرد است؛ این در حالی است که پژوهش حاضر محدود به یک شهر و در زمان تغییر فصل معتدل رو به گرم و گرم است.

ج ۳. نتایج تجزیه‌وتحلیل رگرسیونی از دمای خنثی و حدود آسایش

مجموع دو فصل برداشت (فصل معتدل رو به گرم و فصل گرم)							
$S_{vot} = 0.1118\ T_a - 3.2699$							
شیب خط a	عرض از مبدأ b	توان دوم R_{sq}	ضریب همبستگی r	دمای خنثی T_n	حد پایین آسایش	حد بالای آسایش	دامنه قابل‌قبول
۰/۱۱۱۸	۳/۲۶۹۹	۰/۳۲۵۴	۰/۵۷۰۴	۲۹/۲	۲۰/۳	۳۸/۲	۱۷/۹
برداشت اول (فصل معتدل رو به گرم)							
$S_{vot} = 0.1357\ T_a - 3.7624$							
شیب خط a	عرض از مبدأ b	توان دوم R_{sq}	ضریب همبستگی r	دمای خنثی T_n	حد پایین آسایش	حد بالای آسایش	دامنه قابل‌قبول
۰/۱۳۵۷	۳/۷۶۲۴	۰/۲۴۱۷	۰/۴۹۱۶	۲۷/۷	۲۰/۴	۳۵/۱	۱۴/۷
برداشت دوم (فصل گرم)							
$S_{vot} = 0.1937\ T_a - 6.1969$							
شیب خط a	عرض از مبدأ b	توان دوم R_{sq}	ضریب همبستگی r	دمای خنثی T_n	حد پایین آسایش	حد بالای آسایش	دامنه قابل‌قبول
۰/۱۹۳۷	۶/۱۹۶۹	۰/۶۳۰۶	۰/۷۹۴۱	۳۲	۲۶/۸	۳۷/۲	۱۰/۴

ج ۴. مقایسه دمای خنثی به‌دست‌آمده بر اساس معادلات مختلف

گروه	معادله هیمفریز	معادله حیدری	معادله رگرسیون ساده
مجموع دو فصل برداشت (فصل معتدل رو به گرم و فصل گرم)	۲۸/۱	۲۸/۸	۲۹/۲
برداشت اول (فصل معتدل رو به گرم)	۲۶/۳	۲۷/۲	۲۷/۷
برداشت دوم (فصل گرم)	۳۰/۱	۳۰/۶	۳۲

رابطه دمای خنثی با دمای خارج

دومین و اصلی‌ترین یافته در نظریه سازگاری آن است که متوسط دمای ماهیانه با دمای خنثی در ارتباط مستقیم است. هیمفریز در سال ۱۹۷۸ ارتباط بین دمای راحتی و دمای خارج را به‌عنوان نظریه‌ای جدید بیان کرد. مطالعه او بر اساس دو گروه بنا بود؛ بناهایی با سامانه‌های تهویه مطبوع و بناهایی که هیچ‌گونه سامانه خاصی در آن‌ها نبود که هردو گروه حکایت از ارتباطی خطی بین دمای راحتی و دمای خارج داشتند. ازآنجایی‌که خو گرفتن نیازمند زمان است، هیمفریز متوسط دمای ماهیانه را به‌عنوان معیار برای دمای خارج در نظر گرفته بود. در هر دو معادله ارائه‌شده توسط هیمفریز، T_o دمای خارجی و T_n دمای راحتی، به درجه سانتی‌گراد است. او دمای خنثی را به ترتیب در ساختمان‌های با سیستم گرمایشی، سرمایشی و تهویه‌ای و همچنین در ساختمان‌های بدون سیستم، با تهویه طبیعی، تحت معادلات رگرسیون زیر ارائه کرد:

$$T_n = 23.9 + 0.295\ (T_o - 22)\ \exp\ \{-[(T_o - 22) / (24\ V^{1/2})]^2\}$$

$$T_n = 0.534\ T_o + 11.9$$

حیدری (۱۳۹۳: ۱۰۹) بر اساس مطالعات گستره خود، با در نظر گرفتن متوسط دمایی و شرایط رطوبت، دو معادله نهایی ایران را در دو فصل گرم و سرد به شرح زیر ارائه کرد:

$$T_{n\ Hot\ Condition} = 17.6 + 0.36\ T_o$$

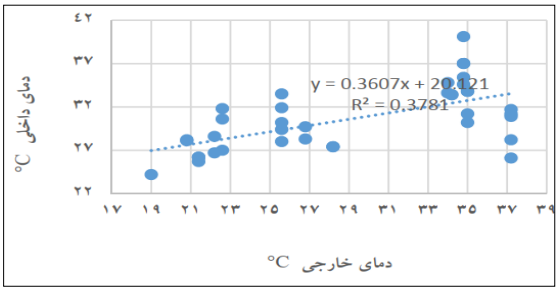
$$T_{n\ Cold\ Condition} = T_{n\ Hot\ Condition} - 1.2\ K$$

در پژوهش حاضر بر اساس ارتباط دمای خارج با دمای داخل معادله زیر برای اقلیم گرم و مرطوب جزیره کیش به‌دست آمده است. در نمودار مشخص است که ارتباط بسیار قوی و مستقیم بین دو متغیر وجود دارد و

[Downloaded from jhre.ir on 2025-07-06]
[DOI: 10.22034/42.181.87]

ضریب همبستگی بین آن‌ها ۰/۶۱ است (تصویر شماره ۵).

$T_n = 20.1 + 0.36\ T_o$



ت ۵. رابطه دمای خارج با دمای داخل درمجموع دو فصل برداشت

همان‌گونه که در نمودار مشخص است، با افزایش دمای خارجی، دمای داخلی و همچنین بر اساس آن دمای راحتی نیز افزایش پیدا می‌کند. شیب معادله حاصل از انجام این پژوهش در اقلیم گرم و مرطوب ایران کاملاً برابر با پژوهش مرجع ایران است. تفاوت در عرض مبدأ می‌تواند ناشی از تفاوت‌های خاص اقلیمی منطقه موردنظر و مجموع دو فصل متفاوت برداشت‌شده باشد.

تحلیل همبستگی بین دیگر متغیرهای پژوهش

جدول شماره ۵، همبستگی بین دیگر متغیرهای اندازه‌گیری‌شده درمجموع دو فصل برداشت جزیره کیش را نشان می‌دهد. رابطه میان رطوبت نسبی به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های اصلی محیطی در اقلیم گرم و مرطوب به احساس حرارتی بر اساس مقیاس هفت‌گانه اشری بررسی شده است. این دو متغیر با هم همبستگی معنادار از نوع معکوس دارند و ضریب همبستگی بین آن‌ها ۰/۱۷ است. ازآنجایی‌که برای مهیا کردن آسایش حرارتی داخلی در فصل گرم برداشت، نیاز به تجهیزات الکتریکی و مکانیکی برای کاهش دما و زدایش رطوبت به‌صورت هم‌زمان افزایش پیدا می‌کند، لذا افزایش رطوبت نسبی داخلی که همراه با کاهش دمای هوا صورت می‌پذیرد، بر کاهش احساس حرارتی افراد تأثیر گذاشته و باعث رضایت بیشتر کاربران نسبت به محیط شده است. همچنین بر طبق بررسی‌های صورت‌گرفته مشخص شده است که متغیر جریان هوا، ارتباط مستقیم و معناداری با احساس حرارتی دارد. ضریب همبستگی بین این دو متغیر معادل ۰/۳۶ است که نشان می‌دهد، هر چه احساس حرارتی افراد رو به گرم‌تر شدن پیش رود، نیاز به جریان هوا در فضای داخلی نیز افزایش پیدا می‌کند. در شاخصه‌های آب و هوایی، متغیری به نام باد وجود دارد که قابل‌کنترل و قابل‌تولید است. چنین عامل قابل‌کنترلی شاخصه‌ای خطی و تأثیرگذار در تعیین مرز واقعی شرایط داخلی است. یک متر بر ثانیه شدت وزش هوا، ۳ درجه آستانه تحمل را افزایش می‌دهد. اما جریان هوا به‌خودی‌خود عامل تعیین‌کننده اقلیمی به‌اندازه متغیری چون دمای هوا یا رطوبت نیست (حیدری، ۱۳۸۸)؛ بلکه ترکیبی مناسب از دما و جریان هوا، افراد را در معرض محیطی راحت قرار می‌دهد. نباید فراموش کرد که دمای محیط توسط جریان هوا کاهش نمی‌یابد، بلکه دمایی که فرد تجربه می‌کند کاهش پیدا می‌کند (حیدری، ۱۳۹۳: ۴۱). بر طبق بررسی‌ها مشخص شده است که متغیر دمای هوا در ارتباط مستقیم و معناداری با متغیر جریان هوا قرار گرفته است. بین آن دو ضریب همبستگی قوی معادل ۰/۳۳ برقرار است و معادله امکان پیش‌بینی یک متغیر از متغیر دیگر را فراهم می‌کند. ضریب همبستگی صعودی نشان‌دهنده آن است که هر چه دمای هوای داخلی افزایش می‌یابد، نیاز به جریان هوا در فضای داخلی نیز بیشتر شده و ازاین‌رو افزایش پیدا می‌کند. همچنین دو متغیر رطوبت نسبی داخلی به جریان هوا با هم همبستگی معنادار از نوع معکوس دارند و ضریب همبستگی بین آن‌ها معادل ۰/۲۷ است. ازآنجایی‌که جریان هوا یکی از بهترین راهکارها برای

[Downloaded from jhre.ir on 2025-07-06]
[DOI: 10.22034/42.181.87]

زدایش رطوبت در اقلیم گرم و مرطوب به حساب می‌آید، لذا باتوجه‌به چنین رابطه‌ای، پیش‌بینی رطوبت نسبی ازطریق جریان هوا یا برعکس مقدور می‌شود. به این معنی که هرچه میزان جریان هوا در فضای داخلی کاهش پیدا کند باعث می‌شود که رطوبت نسبی در فضای خانه بیشتر شده و افزایش پیدا کند. همچنین می‌توان این‌طور بیان کرد که دلیل افزایش رطوبت نسبی در فضای داخلی ممکن است به علت کاهش جریان هوا باشد.

یکی از دلایل سازگاری که در مطالعات میدانی آسایش حرارتی مورد رجوع است، بررسی عوامل فردی است. درواقع افراد به انعطاف‌پذیری نیاز دارند تا با تغییر متغیرهای شخصی، شرایط آسایش خود را بهبود بخشند. لباس مهم‌ترین رفتار فردی برای نیل به آسایش است (حیدری، ۱۳۹۳: ۷۱). رابطه بین دمای هوا به نرخ لباس در پژوهش حاضر نشان می‌دهد که ضریب همبستگی بین دو متغیر، منفی ($r = ۰/۲۹$) و در حد قابل‌قبول است و معادله مربوط به آن، به‌وضوح امکان پیش‌بینی را فراهم می‌کند. ضمن آنکه همبستگی معکوس، با کاهش محسوس لباس همراه با افزایش دما است. نرخ لباس درمجموع دو فصل بین ۰/۳۱ و ۰/۸۴ کلو[18] متغیر است. اگرچه پوشش تحت تأثیر فرهنگ است، اما ارتباط مقدار لباس با دمای بیرون و انواع لباس‌های محلی، نشان از انطباق فرهنگ با اقلیم دارند. از بررسی رابطه میان نرخ لباس به احساس حرارتی درمی‌یابیم که این دو متغیر با هم همبستگی مستقیم دارند و ضریب بین آن‌ها ۰/۱۳ است. به این معنی که با افزایش نرخ لباس، احساس حرارتی افراد هم به سمت گرم‌تر شدن پیش می‌رود. نرخ سوخت‌وساز نیز تابعی از سطح بدن بوده و از فردی به فرد دیگر متفاوت است. از طرف دیگر، مجموع حرارت تولیدشده بدن ناشی از فعالیت فردی است که مقدار مصرف اکسیژن در نوع فعالیت متفاوت و درنتیجه مقدار M متفاوت خواهد بود. از بررسی رابطه میان نرخ فعالیت به احساس حرارتی بر اساس مقیاس هفت‌گانه اشری درمی‌یابیم که هرچند این دو متغیر باهم ارتباطی مثبت و مستقیم دارند، ولی ضریب همبستگی بین آن‌ها بسیار اندک و نزدیک به صفر است ($r = ۰/۰۵$).

ج ۵. رابطه بین متغیرهای مختلف اندازه‌گیری شده درمجموع دو فصل برداشت

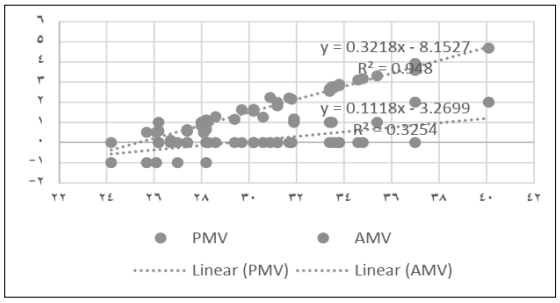
متغیرها	معادله رگرسیون خطی	توان دوم	ضریب همبستگی
رطوبت نسبی به احساس حرارتی	$S_{vot} = -0.0168\ RH + 1.0042$	۰/۰۳۱۲	۰/۱۷
جریان هوا به احساس حرارتی	$S_{vot} = 3.8064\ V - 0.0364$	۰/۱۳۲۶	۰/۳۶
دمای هوا به جریان هوا	$V = 0.0063\ T_i - 0.1429$	۰/۱۱۳۸	۰/۳۳
رطوبت نسبی به جریان هوا	$V = -0.0025\ RH + 0.177$	۰/۰۷۵۵	۰/۲۷
دمای هوا به نرخ لباس	$I_{clo} = -0.0067\ T_o + 0.697$	۰/۰۸۴۱	۰/۲۹
نرخ لباس به احساس حرارتی	$S_{vot} = 0.6675\ I_{clo} - 0.1764$	۰/۰۱۸۱	۰/۱۳
نرخ فعالیت به احساس حرارتی	$S_{vot} = 0.2491\ M_{met} - 0.1063$	۰/۰۰۳۱	۰/۰۵

مقایسه متوسط آرای پیش‌بینی‌شده و متوسط آرای واقعی

در پژوهش حاضر، به‌منظور مقایسه بین متوسط آرای پیش‌بینی‌شده و متوسط آرای واقعی، ابتدا مقادیر متوسط آرای پیش‌بینی‌شده بر اساس اطلاعات به‌دست‌آمده از نظرسنجی‌ها و با کمک ابزار پیش‌بینی قابل‌اطمینان "CBE"[19] تعیین شده است. ازاین‌رو در مرحله اول، اطلاعات حاصل از انجام پژوهش میدانی و اطلاعات استخراج‌شده از جداول، به نرم‌افزار آنلاین محاسبات آسایش حرارتی انتقال داده شده است. تمام متغیرهای

[Downloaded from jhre.ir on 2025-07-06]
[DOI: 10.22034/42.181.87]

محیطی به‌صورت مستقیم توسط دستگاه‌ها، اندازه‌گیری و ثبت شده است. متغیرهای اختصاصی نیز به‌صورت مشاهدات مستقیم ضبط و سپس محاسبه شده است. در ادامه به کمک مقادیر به‌دست‌آمده آرای پیش‌بینی‌شده، به همراه مقادیر آرای واقعی، منحنی رگرسیون ساده خطی همراه با معادلات خاص آن توسط نرم‌افزار اکسل ترسیم شده است (تصویر شماره ۶). همان‌طور که در تصویر شماره ۶ مشخص است، منحنی رگرسیون خطی متوسط آرای واقعی حاصل از انجام پژوهش (AMV) با منحنی رگرسیون خطی متوسط آرای پیش‌بینی‌شده (PMV) مقایسه شده است. شیب خط آرای پیش‌بینی‌شده برابر با°C/ ۰/۳۲ است که در مقایسه با شیب خط نظرات واقعی که برابر با °C/ ۰/۱۱ است، بسیار بیشتر است. این اختلاف حدود آسایش را نیز کم می‌کند. همچنین دمای خنثی بر اساس معادله رگرسیون آرای پیش‌بینی‌شده، برابر با ۲۵/۳ درجه سانتی‌گراد به دست آمده است که در مقایسه با دمای خنثی بر اساس معادله رگرسیون آرای واقعی برابر با ۲۹/۲ درجه سانتی‌گراد، در حدود ۴ درجه اختلاف دارد (جدول شماره ۶). ازآنجایی‌که بر اساس مطالعات نیکل می‌توان گفت، به ازای هر ۱ درجه اختلاف در دمای خنثی، ۷ درصد اختلاف در مصرف انرژی برای همان فضا ایجاد می‌کند، لذا چنین اختلافی می‌تواند در پژوهش حاضر، تا ۲۸ درصد مصرف انرژی را افزایش دهد. از مقایسه آرای پیش‌بینی‌شده و آرای واقعی می‌توان به این نتیجه رسید که مردم در شرایط واقعی به دامنه وسیع‌تری از آسایش می‌رسند تا در شرایط محدود آزمایشگاهی. در این صورت میزان رضایت پیش‌بینی‌شده بسیار کمتر از رضایت واقعی کاربران بوده است. این تفاوت، ناشی از توانایی تطبیق‌پذیری نسبی کاربران با شرایط حرارتی فضای داخلی ساختمان است که باتوجه‌به ساختار فیزیولوژیکی و اقلیم منطقه موردپژوهش نسبتاً زیاد است.



ت ۶. پراکندگی میانگین آرای پیش‌بینی‌شده و میانگین آرای واقعی با درجه حرارت هوا

ج ۶. مقایسه نتایج تجزیه‌وتحلیل رگرسیونی آرای پیش‌بینی‌شده با آرای واقعی

گروه	معادله رگرسیون خطی	شیب خط	دمای خنثی
میانگین آرای واقعی (AMV)	$S_{vot} = 0.1118\ T_a - 3.2699$	۰/۱۱۱۸	۲۹/۲
میانگین آرای پیش‌بینی‌شده (PMV)	$S_{vot} = 0.3218\ T_a - 8.1527$	۰/۳۲۱۸	۲۵/۳

نتیجه

نتایج این پژوهش برگرفته از یافته‌های ارزیابی روابط متغیرهای محیطی و فردی مؤثر بر آسایش حرارتی و میزان تأثیر آن‌ها بر این مؤلفه آسایشی است. نتایج کلی نشان می‌دهد که الگوی نظری سازگاری حرارتی، در پژوهش حاضر معتبر است. بر اساس نتایج کار میدانی و معادله خطی ساده به‌دست‌آمده ازطریق تجزیه‌وتحلیل رگرسیونی، محدوده آسایش و دمای خنثی برای هر دو فصل برداشت به‌صورت جداگانه تعیین شده است. آنچه بر اساس یافته‌ها می‌توان نتیجه گرفت آن است که، ساکنین در دمای بالاتری نسبت به آنچه در استانداردهای بین‌المللی مثل ایزو-۷۷۳۰ منتج‌شده از نظریه متوسط آرای پیش‌بینی‌شده فانگر بیان شده است، احساس راحتی می‌کنند و دمای خنثی در دامنه گسترده بر اساس فرضیه‌های استاندارد اشری نتیجه‌ای

[Downloaded from jhre.ir on 2025-07-06]

[DOI: 10.22034/42.181.87]

تأمل‌برانگیز است. به‌طور متوسط دامنه تطبیق افراد در اقلیم گرم و مرطوب ۱۸ درجه است که دست‌کم دو برابر آنچه است که امروزه در طراحی ساختمان در ایران به کار می‌بریم؛ این در شرایطی است که مردم در جزیره کیش تا ۳۷ درجه گرما را با وسایل اختصاصی می‌توانند تحمل کنند. این مسئله نشان می‌دهد که افراد مناطق گرم، قدرت تطبیق گرمایی بالا و دامنه آسایشی به‌مراتب بالاتری نسبت به پیشنهاد استانداردها دارند. درست است که نتایج حکایت از دامنه نفوذ نظریه سازگاری در این مطالعه و در سطح جهانی دارد ولی با وجود چنین توافقی در نتایج، نباید این نکته فراموش شود که وجود چنین معادله‌هایی به تنهایی قابل‌استفاده نیست، مگر آنکه ازطریق مطالعات میدانی در هر منطقه‌ای با به دست آوردن معادله خاص آن و سپس مقایسه با معادله‌های مرجع چه در ایران و چه در سطح جهانی. یکسان نبودن میزان احساس حرارتی با شاخصه‌های آسایش حرارتی در یافته‌های پژوهش، بر تفاوت‌های روان‌شناختی شامل انتظارات، تجربیات، مدت‌زمان حضور و غیره می‌تواند دلالت داشته باشد. از مقایسه دمای خنثی محاسبه‌شده معادله مرجع هیمفریز و معادله ایران حیدری با دمای خنثی به‌دست‌آمده از تحلیل رگرسیون ساده پژوهش حاضر، می‌توان نتیجه گرفت که تفاوت بسیار اندکی بین آن‌ها وجود دارد و در تمامی معادلات، متوسط دمای داخل در همتایی با دمای آسایش بوده است. همچنین بر اساس معادله خاص جزیره کیش $T_n = 20.1 + 0.36\ T_o$، مشاهده می‌شود که همبستگی قابل قبولی بین دمای خنثی و متوسط دمای ماهیانه خارجی ساختمان برقرار است که هر دو مسئله شاهدی بر نظریه سازگاری است. ازآنجایی‌که در پژوهش حاضر حدود ۴ درجه اختلاف بین دمای خنثی بر اساس معادله رگرسیون خطی متوسط آرای پیش‌بینی‌شده (PMV) با دمای خنثی بر اساس معادله رگرسیون خطی متوسط آرای واقعی (AMV) وجود دارد و به ازای هر ۱ درجه اختلاف در دمای خنثی، ۷ درصد اختلاف در مصرف انرژی در همان فضا ایجاد می‌کند، لذا با کاربست نتایج، به ۲۸ درصد صرفه‌جویی مصرف انرژی در بخش ساختمان‌های مسکونی نائل می‌شویم. ازاین‌رو وزارتخانه‌های مربوطه در هدفمند کردن یارانه انرژی و محدود نمودن آن با تکیه بر اصول علمی یاری و معماران به سمت طراحی منطقی هدایت می‌شوند.

پی‌نوشت

1. Physical Comfort
2. Psychological Comfort
3. Physiological Comfort
4. Thermal Comfort
5. Fanger
6. ISO-7730, the International Organization for Standardization
7. ASHRAE Standard 55, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy
8. ASHRAE RP-884, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
9. Heat Balance
10. Adaptive Theory
11. PMV, Predicted Mean Votes
12. AMV, Actual Mean Votes
13. Testo Smart App
14. Correlation analysis
15. Regression analysis
16. Excel
17. 7-Point ASHRAE Scale
18. Clo
19. CBE, Center for the Built Environment

فهرست منابع

– افشاری، محسن. (۱۳۹۴). سازگاری محیط با روش زندگی انسان، مطالعه موردی ایل قشقائی. رساله دکتری، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده معماری و شهرسازی.
– باعقیده، محمد؛ میوانه، فاطمه. (۱۴۰۱). کاربرد دمای احساسی مبتنی بر تئوری نسبت طلایی در ارزیابی شرایط آسایش انسانی کلان‌شهرهای ایران. مجله جغرافیا و توسعه

[Downloaded from jhre.ir on 2025-07-06]
[DOI: 10.22034/42.181.87]

ناحیه‌ای. سال ۲۰، شماره ۴۰، ۱۶۳-۱۱۹.
- بنازاده، بهاره؛ حیدری، شاهین؛ هادیان‌فرد، حبیب. (۱۴۰۱). شناسایی و ارزیابی اثر مؤلفه‌های محیطی، فردی، اجتماعی بر ادراک حرارتی جهت بهبود وضعیت در فضای اداری. نشریه علمی معماری و شهرسازی ایران، دوره۱۳، شماره۱، ۲۷۹-۲۵۹.
- حیدری، شاهین. (۱۳۸۸). دمای آسایش حرارتی مردم شهر تهران. نشریه هنرهای زیبا، معماری و شهرسازی، شماره (۳۸)، ۱۴-۵.
- حیدری، شاهین. (۱۳۹۳). سازگاری حرارتی در معماری، نخستین قدم در صرفه‌جویی مصرف انرژی. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ اول. تهران، ایران.
- حیدری، شاهین؛ منعام، علی‌رضا. (۱۳۹۲). ارزیابی شاخصه‌های آسایش حرارتی در فضای باز. نشریه جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، ۲۰، ۲۱۶-۱۹۷.
- زمردیان، زهرا سادات؛ امینیان، سعید؛ طاهباز، منصوره. (۱۳۹۵). ارزیابی آسایش حرارتی در کلاس درس در اقلیم گرم و خشک، مطالعات میدانی: دبستان دخترانه در شهر کاشان. نشریه هنرهای زیبا، معماری و شهرسازی، دوره ۲۱، شماره ۴، ۲۸-۱۷.
- سالم، محمد دانا؛ مرادخانی، ایوب؛ قائدی، حجت. (۱۴۰۱). تحلیل آسایش و ادراک زیسته حرارتی در فضای باز شهری مناطق گرم و مرطوب؛ مطالعه موردی شهر بندرعباس. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، دوره ۳۷، شماره ۴، ۴۶۴-۴۵۷.
- شریفی، منیر؛ صابرنژاد، ژاله؛ قدوسی‌فر، سید هادی. (۱۴۰۱). تبیین ساختار بادگیر در ایجاد تهویه طبیعی در اقلیم گرم و مرطوب؛ مطالعه موردی: بندر پهل، استان هرمزگان. فصلنامه مسکن و محیط روستا، شماره ۱۸۰، ۴۲-۳۱.
- نیک‌قدم، نیلوفر. (۱۳۹۲). الگوی فضاهای نیمه‌باز خانه‌های بومی دزفول، بوشهر و بندرلنگه در ارتباط با مؤلفه‌های اقلیم محلی. نشریه هنرهای زیبا، دوره ۱۸، شماره ۳، ۸۰-۶۹.
- Akbulut, M. Tolga; Akbulut, Dilek Eksi&Oral, Guel Koclar.(2006). The parameters effect on sustainable built environment design. The 1st International CIB Endorsed METU, Ankar. 471-481.
- ASHRAE Standard 55-66 (1966). Thermal Comfort Conditions.American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, New York.
- Bleil de Souza, C., Knight, I. (2007). Thermal Performance Simulation from an Architectural Design Viewpoint. Tenth International IBPSA Conference.
- Bradshaw, V. (1993). Building Control Systems. New York, Wiley.
-Brown, R. (2010). Design with Microclimate: The Secret to Comfortable Outdoor Space. Island Press.
- Centnerova, L H; Boersta, A. (2010). Comfort Is More Than Just Thermal Comfort. Adapting to Change: New Thinking on Comfort. Windsor, UK. Network for Comfort and Energy Use in Buildings.
- CBE Thermal Comfort Tool. Center for the Built environment. https://comfort.cbe.berkeley.edu/
- De Dear, R. J. and G. S. Brager (1998). Developing an adaptive model of thermal comfort and preference. Field studies of Thermal Comfort and Adaptation, ASHRAE Technical Data Bulletin. 14 no. 1, pp. 27-49.
- Delzendeh, E. Wo, S. Lee, A. Zhou, Y. (2017). The impact of occupant behavior on building energy analysis. 80, pp 1061-1071.
-Fanger, P.O. (1970). Thermal Comfort. Danish Technical Press, Copenhagen.
- Filippi, M.; Astolfi, A & Piccablotto, G. (1997). A hyper textual tool for comfort design. The 6th International Congress CLIMA 2000, Bruxelles.
- Frontczak, M; Wargocki, P. (2011). Literature survey on how different factors influence human comfort in indoor environments. Building and Environment, 46: 922-937.
- Gennusa, M. La; Marino, C.; Nucara, A.; Pietrafesa, M.; Pudano, A. & Scaccianoce, G. (2010). Multi-Agent Systems as Effective Tools for the User-Based Thermal Comfort: An Introduction. World Applied Sciences, 10: 179-195.
- Heidari, S., Sharples, S. (2002). A comparative analysis of short-term and long-term thermal comfort surveys in Iran. Energy and Buildings, 34, 607-614.
- Humphreys, M.A. (1972). Clothing and comfort of secondary school children in summertime. Proceedings CIB Commission W45 Symposium-Thermal Comfort and Moderate Heat Stress. HMSO, London.
- Humphreys, M.A. (1976). Field Studies of Thermal Comfort, Compared and Applied. Building Service Engineer, 44, pp.5-27.
- Klepeis, N.E. Nelson, W.C. Ott, W.R. Robinson, J.P. Tsang, A.M. Switzer, P. Behar, J.V. Hern, S.C. Engelmann, W.H. (2001). The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants. J. Expo. Anal. Environ, Epidemiol. 11 (3): 231-252.
- Nicol, J.F. (1993). Thermal Comfort, a Handbook for Field Studies toward an Adaptive Model. School of Architecture, University of East London, London. P.3.
-Oral, G K; Yener, A K & Bayazit, N T. (2004). Building Envelope Design with the Objective to Ensure Thermal, Visual and Acoustic Comfort Conditions. Building and Environment, 39: 281-287.

[Downloaded from jhre.ir on 2025-07-06]
[DOI: 10.22034/42.181.87]

- Sakurai, Y.; Noguchi, T.; Horie, G. & Matsubara, N. (1990). Quantification of the synthesized evaluation of the combined environment. 14: 169-173.
- Sarkar, S. (2002). Qualitative Evaluation of Comfort Needs in Urban Walkways in Major Activity Centers. Transportation Quarterly, 57: 39-59.
- Scudo, G. (2005). Environmental Comfort in Green Urban Spaces: An Introduction to Design Tools. In: WERQUIN, ANN CAROLL; DUHEM, BERNARD; LINDHOLM, GUNILLA; OPPERMANN, BETTINA; PAULEIT, STEPHAN; TJALLINGIL, SYBRAND (eds). Green Structure and Urban Planning. Belgium, COST Office: 259-265.
- Slater, K. (1985). Human Comfort. Springfield, III., U.S.A., C.C. Thomas.
- Tang, D., Kim, J. (2004). Simulation Support for Sustainable Design of Buildings. University of Strathclyde, Glasgow, UK.
- Van Hoof, J. Mazej, M. Hensen, Jan. (2010). Thermal Comfort: research and practice. Frontiers in bioscience : a journal and virtual library, (15) 765-788.
DOI: 10.22034/42.181.87

[Downloaded from jhre.ir on 2025-07-06]

[DOI: 10.22034/42.181.87]