نشریهٔ علمی باغ نظر، ۲۲(۱۴۲)، ۵۷-۷۰ / فروردین ۱۴۰۴
DOI: 10.22034/BAGH.2025.485720.5694

ترجمهٔ انگلیسی این مقاله نیز با عنوان:
The Influence of Enclosed and Semi-Open Transitional Spaces in Residential Houses on Human Thermal Comfort in the Hot and Arid Climate of Iran (Kerman)
در همین شمارهٔ مجله به‌چاپ رسیده است.

مقالهٔ پژوهشی

تأثیرات فضاهای بسته و نیمه‌باز انتقالی خانه‌های مسکونی بر آسایش حرارتی انسان در اقلیم گرم‌وخشک ایران (کرمان)*

رضوان خلیفه‌ای[۱]، مهناز محمودی زرندی[۲]**، فاطمه مهدیزاده سراج[۳]

۱. دانشجوی دکتری معماری،گروه معماری، واحد تهران شمال،دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲. دانشیار، گروه معماری، واحد تهران شمال،دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۳. استاد، گروه معماری، دانشکدهٔ معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۲۹ تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۱/۰۱

چکیده

بیان مسئله: در مناطق گرم‌وخشک مانند کرمان، طراحی معماری بومی با بهره‌گیری از استراتژی‌های غیرفعال اهمیت ویژه‌ای دارد؛ زیرا می‌تواند شرایط حرارتی مطلوب و آسایش بلندمدت ساکنان را در مقابل نوسانات دمایی فزاینده تضمین کند. ازاین‌رو، بررسی تأثیر فضاهای داخلی و نیمه‌باز در ساختمان‌های بومی کرمان از منظر محیط حرارتی و رفتارهای سازگاری حرارتی، اهمیت بالایی دارد.

هدف پژوهش: تعیین و بررسی تأثیر جامع فضاهای داخلی و نیمه‌باز ساختمان‌های بومی کرمان بر محیط حرارتی، رفتارهای سازگاری حرارتی و پاسخ‌های حرارتی ساکنان در اقلیم گرم‌وخشک.

روش پژوهش: در این تحقیق، با استفاده از روش‌های آماری پیشرفته، داده‌های یک مطالعهٔ میدانی یک‌ساله جمع‌آوری و تحلیل شد. ارزیابی‌های انجام‌شده شامل اندازه‌گیری‌های محیطی در فضاهای داخلی و نیمه‌باز به‌همراه تعیین شاخص‌های آسایش حرارتی بر مبنای استانداردهای موجود است.

نتیجه‌گیری: نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد، محیط‌های حرارتی فضاهای داخلی و نیمه‌باز به‌طور معناداری متفاوت هستند و در زمان‌های مختلف روز، شرایط متفاوتی از آسایش حرارتی را ارائه می‌کنند. همچنین، رفتارهای سازگاری حرارتی ساکنان به پیکربندی فضایی ساختمان‌ها وابسته است. ازجمله یافته‌های قابل توجه، اختلاف در شاخص‌های دمای خنثی، دمای قابل قبول (۸۰ درصد) و دمای ترجیحی است که به‌ترتیب در فصول انتقالی و تابستان به اندازه‌های ۱/۱ و ۰/۹ درجهٔ سانتی‌گراد (دمای خنثی)، ۲/۲ و ۲/۷ درجهٔ سانتی‌گراد (دمای قابل قبول) و ۱/۶ درجهٔ سانتی‌گراد (دمای ترجیحی) مشاهده شده است. یافته‌ها تأیید می‌کنند، تنوع محیط‌های حرارتی موجود در ساختمان‌های بومی کرمان به‌طور معناداری بر رفتارهای سازگاری حرارتی و سطح آسایش ساکنان تأثیرگذار است. طراحی هوشمند فضاهای داخلی و نیمه‌باز با ایجاد شرایط حرارتی متفاوت، موجب تحریک سازگاری حرارتی و بهبود آسایش ساکنان می‌شود که این امر نقش حیاتی معماری بومی در سازگاری با اقلیم گرم‌وخشک را برجسته می‌سازد.

واژگان کلیدی: *فضاهای نیمه‌باز،فضاهای انتقالی،خانه مسکونی،آسایش حراراتی،اقلیم گرم‌وخشک.*

مقدمه

در سال‌های اخیر، بحران‌های جهانی همچون کمبود انرژی، آلودگی محیط‌زیست و تغییرات اقلیمی به یکی از چالش‌های بنیادین جوامع معاصر تبدیل شده‌اند؛ چالشی که مستلزم ارائهٔ راهکارهای نوین و پایدار در حوزه‌های مختلف، ازجمله طراحی ساختمان است. این بحران‌ها تأثیرات عمیقی بر زندگی انسان‌ها و محیط‌زیست داشته و پایداری توسعهٔ اقتصادی و اجتماعی را به چالش کشیده‌اند. به‌ویژه در مناطقی که دارای اقلیم گرم‌وخشک هستند، مانند کرمان، ضرورت طراحی ساختمان‌هایی که بتوانند با شرایط اقلیمی شدید سازگار شوند و آسایش حرارتی مطلوبی را برای ساکنان فراهم آورند، بیش

* این مقاله برگرفته از رسالهٔ دکتری «رضوان خلیفه‌ای» با عنوان «تأثیرات فضاهای بسته و نیمه‌باز انتقالی خانه‌های مسکونی بر آسایش حرارتی انسان در اقلیم گرم‌وخشک ایران (کرمان)» است که به‌راهنمایی دکتر «مهناز محمودی زرندی» و مشاورهٔ دکتر «فاطمه مهدیزاده سراج» در سال ۱۳۹۹ در دانشکدهٔ معماری، دانشگاه آزاد اسلامی،واحد تهران شمال، تهران، ایران به انجام رسیده است.

** نویسندهٔ مسئول: M_mahmoodi@iau-tnb.ac.ir، ۰۹۱۲۳۱۱۵۸۰۳

از پیش احساس می‌شود. طبق طبقه‌بندی کوپن، اقلیم کرمان به‌عنوان یک اقلیم بیابانی گرم (BWh) شناخته می‌شود؛ این نوع اقلیم ویژگی‌هایی نظیر دمای بسیار بالا در تابستان، نوسانات دمایی فزاینده و رطوبت پایین را داراست که چالش‌های ویژه‌ای در طراحی معماری ایجاد می‌کند.

در این زمینه، معماری بومی به‌عنوان یکی از راهکارهای کارآمد مطرح شده است. ساختمان‌های بومی با بهره‌گیری از استراتژی‌های طراحی غیرفعال و استفاده از مصالح محلی، قادر به کاهش مصرف انرژی و بهبود آسایش حرارتی ساکنان هستند (Shao et al., 2018, 32; Fernandes et al., 2019, 45). این نوع معماری از طریق طراحی هوشمند فضاهای داخلی و نیمه‌باز مانند ایوان‌ها، امکان بهره‌مندی از تهویهٔ طبیعی و ایجاد جریان هوای مطلوب را فراهم می‌آورد؛ امری که نه‌تنها به کاهش دمای داخلی منجر شده است، بلکه در راستای پایداری محیط‌زیست نیز مؤثر است (Farnad et al., 2022, 67; Kamran Kasmaei et al., 2017, 53). بااین‌وجود، مطالعات انجام‌شده تاکنون تأثیر مستقیم این فضاهای معماری بر آسایش حرارتی و رفتارهای سازگاری حرارتی ساکنان مناطق روستایی به اندازهٔ کافی بررسی شده‌اند (Chen et al., 2020, 98; Zhang et al., 2018, 112). ازاین‌رو، انجام مطالعات جامع‌تر به‌منظور بررسی دقیق‌تر نقش معماری بومی در بهبود آسایش حرارتی و کاهش مصرف انرژی ضروری است. این پژوهش با هدف بررسی تأثیرات جامع فضاهای داخلی و نیمه‌باز در ساختمان‌های بومی کرمان بر محیط حرارتی، رفتارهای سازگاری حرارتی و پاسخ‌های حرارتی ساکنان انجام می‌شود. سؤالات اصلی پژوهش به شرح زیر است:

- چگونه فضاهای داخلی و نیمه‌باز در ساختمان‌های بومی کرمان بر محیط حرارتی و سطح آسایش حرارتی ساکنان تأثیرگذار هستند؟
- تفاوت‌های موجود در شاخص‌های دمای خنثی، دمای قابل قبول و دمای ترجیحی بین فضاهای داخلی و نیمه‌باز چگونه هستند و این تفاوت‌ها چه پیامدهایی برای طراحی معماری به‌همراه دارند؟

اهداف پژوهش

اهداف پژوهش در دو محور کلی خلاصه می‌شود:

- ارزیابی محیط حرارتی و تحلیل تفاوت‌های بین فضاهای داخلی و نیمه‌باز از طریق اندازه‌گیری و مقایسهٔ پارامترهای حرارتی نظیر دمای هوا، رطوبت نسبی، دمای تابش و سرعت باد به‌منظور درک دقیق تفاوت‌های حرارتی موجود در این فضاها.
- تحلیل رفتارهای سازگاری حرارتی و پاسخ‌های حرارتی ساکنان با شناسایی و بررسی تفاوت‌های دمای خنثی، دمای قابل قبول و دمای ترجیحی در فضاهای داخلی و نیمه‌باز، نقش سازگاری حرارتی در بهبود آسایش ساکنان مورد بررسی قرار می‌گیرد.

اهداف مذکور می‌توانند زمینه‌ساز توسعهٔ استراتژی‌های طراحی پایدار و بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های بومی شده و نقش حیاتی معماری بومی را در سازگاری با اقلیم‌های گرم‌وخشک برجسته سازند.

پیشینهٔ پژوهش

این پژوهش با تمرکز بر اقلیم گرم‌وخشک کرمان و بررسی جامع فضاهای داخلی و نیمه‌باز در ساختمان‌های بومی، به ارائهٔ یک مبنای علمی قوی برای طراحی ساختمان‌های پایدار و بهینهٔ حرارتی می‌انجامد (Rijal, 2021, 13; Farnad et al., 2022, 89). علاوه‌بر این، تحلیل رفتارهای سازگاری حرارتی و پاسخ‌های حرارتی ساکنان نشان می‌دهد که معماری بومی نقش کلیدی در تسهیل سازگاری انسان با تغییرات اقلیمی دارد (Chen et al., 2020, 105; Shao et al., 2018, 76). نوآوری این پژوهش در ارائهٔ یک بررسی جامع و یکپارچه از تأثیرات فضاهای داخلی و نیمه‌باز بر آسایش حرارتی و رفتارهای سازگاری حرارتی ساکنان در اقلیم خشک کرمان است؛ موضوعی که تاکنون به‌طور گسترده مورد توجه قرار نگرفته است (Zakaria et al., 2015, 97; Zhang et al., 2018, 123). با توجه به اهمیت سازگاری معماری با اقلیم‌های محلی و نقش حیاتی فضاهای داخلی و نیمه‌باز در افزایش آسایش حرارتی، این پژوهش می‌تواند به‌عنوان مرجعی مهم برای طراحان معماری و پژوهشگران در زمینهٔ طراحی ساختمان‌های پایدار و بهینهٔ حرارتی در اقلیم‌های گرم‌وخشک استفاده شود (Shao et al., 2018, 81; Soleymanpour et al., 2015, 65).

جهت درک بهتر نقش ساختمان‌های بومی در افزایش آسایش حرارتی و سازگاری با اقلیم‌های گرم‌وخشک، مرور ادبیات انجام‌شده در زمینهٔ سازگاری ساختمان‌های بومی با شرایط اقلیمی و تحلیل رفتارهای حرارتی ساکنان اهمیت ویژه‌ای دارد. این مرور ادبیات، به بررسی پژوهش‌های انجام‌شده در کشورهای مختلف و تأثیرات معماری بومی بر آسایش حرارتی می‌پردازد. جدول ۱ خلاصه‌ای از پژوهش‌های مرتبط را ارائه می‌دهد که نشان‌دهندهٔ تنوع استراتژی‌های معماری و نتایج به‌دست‌آمده در مناطق مختلف اقلیمی است.

مطالعات پیشین نشان داده‌اند که ساختمان‌های بومی با به‌کارگیری استراتژی‌های غیرفعال نظیر استفاده از دیوارهای ضخیم، بهره‌مندی از حیاط‌های داخلی و اجرای تهویهٔ متقابل، قادر به ایجاد شرایط حرارتی مطلوب برای ساکنان هستند (Li et al., 2018, 45; Fernandes et al., 2019, 52; Toe & Kubota, 2015, 37). افزون بر این، پژوهش‌های متعددی نشان داده‌اند که رفتارهای سازگاری حرارتی، ساکنان نقش کلیدی در بهبود آسایش حرارتی دارند (Zhang et al., 2018, 88; Chen et al., 2020, 67; Shao et al., 2018, 73). بااین‌وجود،

جدول ۱. خلاصه پژوهش‌های ساختمان‌های بومی، انسان و اقلیم. مأخذ: نگارندگان.

موضوع پژوهش	منطقه	نویسنده	یافته‌ها
تأثیر استراتژی‌های طراحی غیرفعال در ساختمان‌های خاکی	پرتغال	Fernandes et al. (2019)	استراتژی‌های ساختمان‌های خاکی با شرایط محلی ارتباط نزدیکی دارند و از طریق روش‌های غیرفعال دمای بالای تابستان را کاهش می‌دهند.
نقش حیاط‌های داخلی در خنک‌سازی ساختمان‌ها	عربستان سعودی	Al-Hemiddi & Al-Saud) (2001	حیاط‌های داخلی با استخر، چادر و اسپری آب خنک‌کنندهٔ قابل توجهی را برای فضاهای اطراف فراهم می‌کنند.
اثر دیوارهای ضخیم بر ثبات دمای داخلی در خانه‌های Yaodong	چین	Liu et al. (2011)	دیوارهای ضخیم در خانه‌های Yaodong به‌طور مؤثری نوسانات دمای خارجی را کاهش می‌دهند و دمای داخلی را ثابت نگه می‌دارند.
تأثیر سایه‌بان‌ها و تهویهٔ متقابل در حفظ محیط‌های خنک	مالزی	Toe et al. (2015)	خانه‌های سنتی مالایی با سایه‌بان‌ها و تهویهٔ متقابل، محیط‌های خنک در فضای باز را حفظ می‌کنند و ریزاقلیم داخلی را بهبود می‌بخشند.
کاهش دمای داخلی از طریق حیاط‌های مغازه‌های چینی	مالزی	Zakaria et al. (2015)	حیاط‌های مغازه‌های چینی در مالاکا می‌توانند دمای داخل خانه را ۰/۳ تا ۱/۷ درجهٔ سانتی‌گراد کاهش دهند.
افزایش آسایش حرارتی از طریق استراتژی‌های طراحی بومی	ایران	Soleymanpour et al. (2015)	استفاده از استراتژی‌های طراحی متأثر از شرایط محیطی بیرونی در ساختمان‌های بومی ایران، آسایش حرارتی را افزایش می‌دهد.
مقایسه آسایش حرارتی در خانه‌های سنتی و مدرن	کرالا	Dili et al. (2010)	خانه‌های سنتی محیط‌های داخلی راحت‌تری نسبت به خانه‌های مدرن ارائه می‌دهند و ساکنان رضایت بیشتری دارند.
سازگاری ساکنان روستایی با اقلیم گرم‌وخشک نپال	نپال	Rijal et al. (2010)	ساکنان خانه‌های بومی سنتی در نپال به‌خوبی با محیط گرمایی خود سازگار هستند و میانگین دمای آسایش آن‌ها ۱۰/۷ درجهٔ سانتی‌گراد است.
تعیین ضریب تطبیقی آسایش حرارتی در مناطق تبت	چین	Yu et al. (2017)	در تبت، ضریب تطبیقی k در مدل آسایش حرارتی ۰/۳۴ است که منطقهٔ آسایش حرارتی قابل قبولی را برای محیط‌های داخلی مشخص می‌کند.
تحمل حرارتی ساکنان روستایی در مقابل شرایط سرد	چین	Xiong et al. (2019)	ساکنان روستایی در چین تحمل بیشتری نسبت به شرایط سرد زمستانی در ساختمان‌های مدرن نشان می‌دهند.
تعیین دمای خنثی حرارتی در خانه‌های روستایی چین	چین	Zhang et al. (2018)	دمای خنثی حرارتی برای ساکنان روستایی ۲۶/۸ درجهٔ سانتی‌گراد است و با ۹۰ درصد محدودهٔ دمایی قابل قبول بین ۳۰/۷- ۲۲/۹ درجهٔ سانتی‌گراد قرار دارد.
تحلیل دمای خنثی و قابل قبول حرارتی در آب‌وهوای گرم	چین	Han et al. (2017)	در یک آب‌وهوای گرم و مرطوب، دمای خنثی حرارتی برای ساکنان ۲۸/۶۱ درجهٔ سانتی‌گراد است، با محدودهٔ قابل قبول ۲۵/۹۱-۲۲/۰ درجهٔ سانتی‌گراد.
هماهنگی اقلیم و معماری در میراث بومی یزد	ایران	Keshtkaran (2011)	«هماهنگی اقلیم و معماری در میراث بومی: مطالعه موردی در یزد، ایران» نشان داد که طراحی‌های بومی با شرایط اقلیمی هماهنگ، آسایش حرارتی را افزایش می‌دهند.
تطبیق معماری بومی با اقلیم معتدل و مرطوب دشت‌های گیلان	گیلان	Kamran Kasmaei et al. (2017)	بررسی تطبیقی معماری بومی سازگار با هوای معتدل و مرطوب دشت‌های غربی گیلان نشان داد که طراحی‌های بومی با استفاده از مصالح محلی، آسایش حرارتی را افزایش می‌دهند.
پیکربندی فضایی و آسایش حرارتی در خانه‌های سنتی کرمان	کرمان	Kamlipour et al. (2012)	«طبقه‌بندی رسمی و پیکربندی فضایی در مسکن بومی: مطالعه تطبیقی پهنه‌بندی محوطه پذیرایی در خانه‌های سنتی استان کرمان» نشان داد که فضاهای نیمه‌باز نقش کلیدی در آسایش حرارتی دارند.
تأثیر دیوارهای ضخیم و فضاهای نیمه‌باز در یزد	یزد	Keshtkaran (2011)	مطالعه موردی در یزد نشان داد که طراحی‌های بومی با استفاده از دیوارهای ضخیم و فضاهای نیمه‌باز، آسایش حرارتی را در تابستان‌های گرم افزایش می‌دهند.
تأثیر فضاهای نیمه‌باز بر آسایش حرارتی در گوانگژو	گوانگژو، ایران چین	Zhang et al. (2018)	بررسی میدانی آسایش حرارتی یک‌ساله در گوانگژو، ایران- چین نشان داد که ساکنان دمای خنثی حرارتی و محدوده دمای قابل قبولی در فضاهای نیمه‌باز نسبت به فضاهای داخلی در تابستان و غیر تابستان دارند.
نقش فعالیت‌های روزانه در پذیرش حرارتی ساکنان	چونگ کینگ، ایران چین	Du et al. (2014)	آسایش حرارتی ساکنان روستایی در چونگ کینگ، ایران- چین نشان داد که فعالیت ساکنان در فضاهای باز و نیمه‌باز می‌تواند پذیرش حرارتی آن‌ها را در تابستان بهبود بخشد.

مطالعات اندکی به بررسی مستقیم تأثیر طراحی فضاهای داخلی و نیمه‌باز بر رفتارهای حرارتی ساکنان پرداخته‌اند؛ موضوعی که این پژوهش به‌منظور پرکردن این خلأ انجام می‌شود. این مطالعه با بررسی جامع فضاهای داخلی و نیمه‌باز در ساختمان‌های بومی کرمان، تلاش دارد تا تأثیرات این فضاها بر محیط حرارتی و رفتارهای سازگاری حرارتی ساکنان را به‌طور دقیق‌تر بررسی کند. این پژوهش، علاوه‌بر کمک به توسعهٔ استراتژی‌های طراحی پایدار، می‌تواند به‌عنوان مرجعی مهم برای طراحان معماری و پژوهشگران در حوزهٔ طراحی ساختمان‌های پایدار و بهینهٔ حرارتی در اقلیم‌های گرم‌وخشک به کار رود. ارتباط مستقیم این مطالعه با پژوهش‌های پیشین، نقش کلیدی معماری بومی در تسهیل سازگاری انسان با تغییرات اقلیمی و افزایش آسایش حرارتی را نشان می‌دهد؛ امری که تاکنون به‌طور گسترده مورد توجه قرار نگرفته است (Zakaria et al., 2015, 90; Zhang et al., 2018, 123).

مبانی نظری

چارچوب نظری این پژوهش، ستون‌فقرات تحلیل و تفسیر نتایج به‌دست‌آمده در این مطالعه را تشکیل می‌دهد. این چارچوب مبتنی‌بر مفاهیم و نظریه‌های مرتبط با آسایش حرارتی، سازگاری حرارتی انسان با محیط و استراتژی‌های طراحی معماری بومی در اقلیم‌های گرم‌وخشک است. هدف از تدوین این چارچوب، ایجاد بستری برای توضیح رابطهٔ مستقیم بین طراحی فضاهای داخلی و نیمه‌باز در ساختمان‌های بومی کرمان و میزان آسایش حرارتی ساکنان و همچنین تبیین چگونگی بهبود سازگاری حرارتی در مواجهه با تغییرات اقلیمی است.

• مفهوم آسایش حرارتی

آسایش حرارتی به حالتی اطلاق می‌شود که فرد بدون نیاز به تنظیمات اضافی (مانند تغییر پوشش یا استفاده از وسایل گرمایشی/سرمایشی) احساس راحتی حرارتی کند (ASHRAE, 2017, 29; Li et al., 2018, 41). این مفهوم ناشی از تعادل میان تولید حرارت بدن و تبادل حرارتی با محیط و شامل دو جنبهٔ فیزیکی و روانی است. جنبهٔ فیزیکی شامل پارامترهایی مانند دمای هوا، رطوبت نسبی، سرعت باد و دمای تابش است؛ درحالی‌که جنبهٔ روانی به انتظارات و تجربیات فردی نسبت به محیط حرارتی مرتبط می‌شود (Dili et al. , 2010, 55; Indraganti, 2010, 63). نظریه‌های متعددی به تبیین آسایش حرارتی پرداخته‌اند که ازجمله می‌توان به مدل‌های فیزیکی (مانند مدل آنشتاین) و مدل‌های تطبیقی اشاره کرد (Chen et al., 2020, 68; Yu et al., 2017, 70).

• مدل آسایش حرارتی تطبیقی

مدل آسایش حرارتی تطبیقی، که در استاندارد ASHRAE 55 (ASHRAE, 2017) معرفی شده، بر این اصل استوار است که آسایش حرارتی انسان همزمان تحت‌تأثیر شرایط محیطی فعلی، تجربیات گذشته و میزان سازگاری فرد با محیط قرار دارد. براین‌اساس، افراد قادرند دمای خنثی حرارتی خود را در پاسخ به تغییرات اقلیمی تنظیم کنند؛ امری که در مناطقی مانند کرمان -که طبق طبقه‌بندی کوپن به‌عنوان اقلیم بیابانی گرم (BWh) شناخته می‌شود- اهمیت ویژه‌ای دارد (Li et al., 2018, 47; Xiong et al., 2019, 52). به‌عبارت‌دیگر، آسایش حرارتی وابسته به توانایی سازگاری با تغییرات محیطی است و افزایش تجربیات مثبت حرارتی می‌تواند دامنهٔ آسایش را گسترش دهد (Yu et al., 2017, 59). این مدل به‌ویژه در مناطقی با تغییرات شدید اقلیمی کاربرد دارد و نشان می‌دهد که سازگاری حرارتی چگونه می‌تواند به کاهش استرس حرارتی و بهبود کیفیت زندگی کمک کند (Rijal, 2021, 64).

• سازگاری حرارتی انسان با محیط

سازگاری حرارتی به مجموعه‌ای از رفتارها و واکنش‌هایی اطلاق می‌شود که افراد در مواجهه با تغییرات دما و شرایط محیطی به‌منظور حفظ آسایش حرارتی خود اتخاذ می‌کنند (Chen et al., 2020, 72; Yu et al., 2017, 61). این سازگاری شامل اقدامات فیزیکی نظیر استفاده از پنکه‌ها و تنظیم باز/بسته‌بودن درها، پنجره‌ها و تغییرات رفتاری مانند تنظیم پوشش و تغییر فعالیت‌های روزانه است (Shao et al., 2018, 66; Zhang et al., 2018, 80). به‌ویژه در اقلیم‌های گرم‌وخشک، رفتارهای سازگاری حرارتی به‌عنوان عاملی کلیدی در کاهش استرس حرارتی و افزایش آسایش ساکنان مطرح می‌شوند (Chen et al., 2020, 74). مطالعات نشان داده‌اند که ساکنان روستایی در پاسخ به افزایش دما از راهکارهایی نظیر استفاده از فن‌ها، انتقال فعالیت‌ها به فضاهای نیمه‌باز و انتخاب پوشاک سبک‌تر بهره می‌برند (Zhang et al., 2018, 84; Shao et al., 2018, 69).

• معماری بومی و استراتژی‌های طراحی غیرفعال

معماری بومی به طراحی ساختمان‌هایی اطلاق می‌شود که با استفاده از مصالح محلی و به‌کارگیری استراتژی‌های غیرفعال به نحوی بهینه‌سازی شده‌اند تا با شرایط اقلیمی محلی سازگار باشند (Fernandes et al., 2019, 50; Li et al., 2018, 47). در مناطق گرم‌وخشک، به‌ویژه در کرمان که طبق طبقه‌بندی کوپن به‌عنوان اقلیم بیابانی گرم (BWh) شناخته می‌شود، استفاده از دیوارهای ضخیم، حیاط‌های داخلی، سایه‌بان‌ها و تهویهٔ متقابل به‌عنوان استراتژی‌های معمول استفاده می‌شود تا دمای داخلی تنظیم شود و نیاز به سیستم‌های مکانیکی کاهش یابد (Toe & Kubota, 2015, 36; Farnad et al., 2022, 55). این رویکردها علاوه‌بر کاهش مصرف انرژی، به ایجاد محیطی پایدار و سازگار با شرایط اقلیمی نیز منجر می‌شوند (Zakaria et al., 2015, 92). مطالعات متعدد نشان داده‌اند که استفاده از مصالح محلی با ویژگی‌های حرارتی مطلوب، می‌تواند به حفظ دمای ثابت در فضاهای داخلی کمک کند؛ افزون‌بر این، فضاهای نیمه‌باز مانند ایوان‌ها با ایجاد جریان‌های هوایی طبیعی موجب کاهش دمای داخلی در ساعات ابتدایی روز می‌شوند (Li et al., 2018, 49; Zhang et al., 2018, 85).

• تأثیر فضاهای داخلی و نیمه‌باز بر آسایش حرارتی

طراحی‌وفناوری‌به‌کارگرفته‌شده‌درفضاهای‌داخلی‌ونیمه‌بازدرمعماری بومی‌نقش‌اساسی‌درایجادآسایش‌حرارتی‌ایفامی‌کند.فضاهای‌نیمه‌باز مانندایوان‌ها،بافراهم‌آوردن‌امکان‌تهویهٔ‌طبیعی‌وجریان‌هوایی‌مناسب، به کاهش دمای داخلی و افزایش آسایش حرارتی کمک می‌کنند (Du et al., 2014, 59; Kamran Kasmaei et al., 2017, 62). افزون‌بر این، استفاده از مصالح محلی با ویژگی‌های حرارتی مطلوب می‌تواند موجب حفظ دمای ثابت در فضاهای داخلی شود (Li et al., 2018, 51; Zhang et al., 2018, 87). این فضاها با ایجاد جریان‌های هوایی طبیعی در کاهش گرمای تابستانی و افزایش خنکی در ساعات ابتدایی روز مؤثر هستند و در ساعات اوج حرارت، فضاهای داخلی با تنظیم دمای کنترل‌شده جایگزین می‌شوند (Farnad et al., 2022, 70). علاوه‌بر این، مطالعات نشان می‌دهند که طراحی بهینهٔ فضاهای داخلی و نیمه‌باز می‌تواند رفتارهای سازگاری حرارتی ساکنان را تحت‌تأثیر قرار دهد و موجب افزایش سطح آسایش حرارتی آنان شود (Zhang et al., 2018, 90; Shao et al., 2018, 68).

چارچوب نظری این پژوهش بر مبنای مدل آسایش حرارتی تطبیقی و مفاهیم سازگاری حرارتی انسان با محیط شکل گرفته است. این چارچوب، امکان تحلیل تأثیر فضاهای داخلی و نیمه‌باز بر آسایش حرارتی ساکنان را فراهم کرده است و ارتباط مستقیمی با استراتژی‌های طراحی معماری بومی در اقلیم‌های گرم‌وخشک دارد (ASHRAE,2017,33;Lietal.,2018,45;Chenetal.,2020,62). افزون‌بر این، چارچوب نظری مورد نظر به بررسی رفتارهای سازگاری حرارتی ساکنان و تأثیر آن‌ها بر سطح آسایش حرارتی می‌پردازد (Zhang et al., 2018, 79; Shao et al., 2018, 68). به‌عبارت‌دیگر، این چارچوب نشان می‌دهد که چگونه طراحی بهینهٔ فضاهای داخلی و نیمه‌باز می‌تواند به بهبود آسایش حرارتی و افزایش سازگاری ساکنان با شرایط اقلیمی گرم‌وخشک یاری رساند.

این چارچوب نظری شامل موارد زیر است:

- مدل تطبیقی آسایش حرارتی به‌عنوان پایه‌ای برای درک چگونگی سازگاری ساکنان با تغییرات حرارتی.
- مفاهیم سازگاری حرارتی که رفتارها و واکنش‌های ساکنان در مواجهه با شرایط محیطی مختلف را تبیین می‌کند.
- استراتژی‌های طراحی معماری بومی که شیوهٔ بهینه‌سازی فضاهای داخلی و نیمه‌باز به‌منظور ایجاد آسایش حرارتی مطلوب و کاهش مصرف انرژی را نشان می‌دهد.

این چارچوب نظری با اهداف پژوهش هم‌راستا است و به تحلیل نتایج ارائه‌شده در بخش نتایج کمک می‌کند تا نشان دهد چگونه طراحی بهینهٔ فضاهای داخلی و نیمه‌باز در ساختمان‌های بومی کرمان می‌تواند به بهبود آسایش حرارتی و افزایش سازگاری ساکنان با اقلیم گرم‌وخشک کمک کند (تصویر ۱).

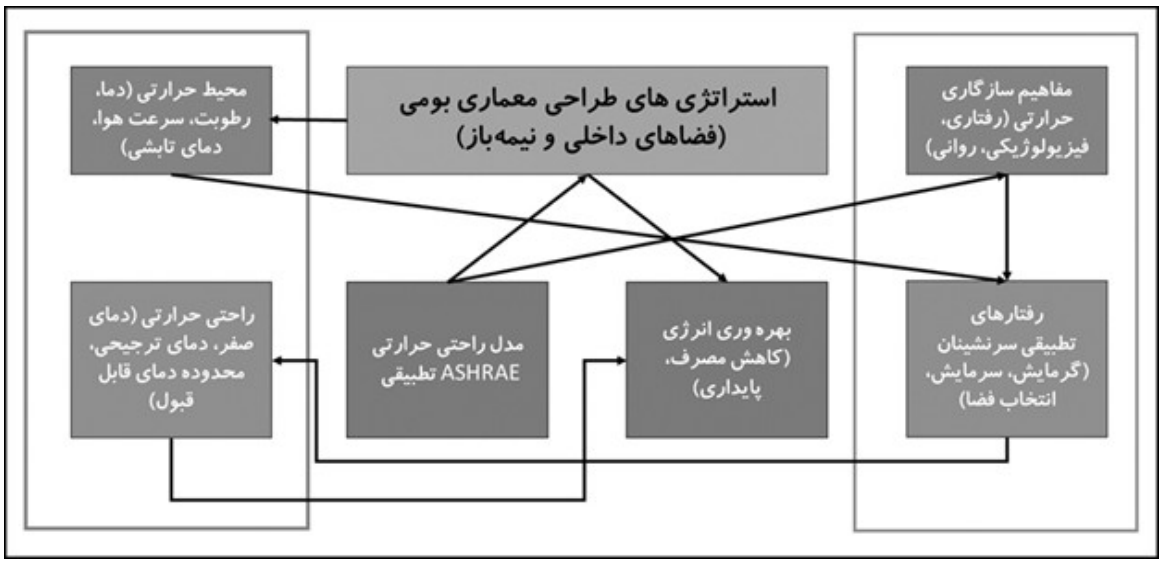
روش پژوهش

در این بخش، روش‌های پژوهش به‌کارگرفته‌شدهٔ جهت بررسی تأثیر فضاهای داخلی و نیمه‌باز در ساختمان‌های بومی کرمان بر آسایش حرارتی ساکنان به تفصیل تشریح می‌شود. این روش‌ها شامل موارد زیر است:

تحلیل اقلیم منطقهٔ کرمان: جهت بررسی دقیق تأثیرات اقلیمی بر معماری بومی و آسایش حرارتی ساکنان.

بررسی ویژگی‌های معماری بومی: تحلیل دقیق الگوها و ویژگی‌های ساختاری.

اجرای پژوهش میدانی: از طریق توزیع پرسشنامه‌ها و انجام اندازه‌گیری‌های محیطی.



تصویر ۱. چارچوب نظری پژوهش. مأخذ: نگارندگان.

تحلیل داده‌ها: بهره‌گیری از نرم‌افزارهای آماری مناسب برای تجزیه‌وتحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده.

تعیین حجم نمونه و شاخص‌های ارزیابی آسایش حرارتی: این رویکرد علمی شامل مشخصات ساکنان و پارامترهای محیطی است و امکان بررسی دقیق و جامع تأثیر فضاهای داخلی و نیمه‌باز بر آسایش حرارتی ساکنان را فراهم آورده و نتایج قابل اعتمادی را به دست داده است. استفاده از روش‌های دقیق، تحلیل عمیق شرایط اقلیمی کرمان، یکنواختی در استفاده از تقویم شمسی و ارائهٔ توضیحات کامل در جداول و نمودارها، اعتبار علمی این بخش را به‌شدت افزایش داده است.

• تحلیل اقلیم منطقهٔ کرمان

تحلیل جامع اقلیم منطقهٔ کرمان به‌منظور فراهم‌آوردن زمینه‌ای دقیق برای بررسی تأثیرات اقلیمی بر معماری بومی و آسایش حرارتی ساکنان انجام شده است. کرمان، که از نظر جغرافیایی در ۳۰/۲۹ درجهٔ شمالی و ۲۷/۰۶ درجهٔ شرقی واقع شده، دارای اقلیم گرم‌وخشک است. طبق طبقه‌بندی کوپن (Köppen climate classification)، اقلیم کرمان از نوع اقلیم بیابانی گرم (BWh) محسوب می‌شود؛ به‌عبارت‌دیگر، این منطقه ویژگی‌هایی نظیر دمای بسیار بالا در تابستان، نوسانات شدید دمایی و بارش کم دارد که نیازمند به‌کارگیری استراتژی‌های طراحی خاص جهت تأمین آسایش حرارتی ساکنان است. میانگین بارش سالانه در این منطقه حدود ۱۳۲/۴ میلی‌متر گزارش شده است که نشان‌دهندهٔ شرایط اقلیمی نیمه‌کویری است. دماهای تابستانی در کرمان به‌طور متوسط بیش از ۲۲ درجهٔ سانتی‌گراد و در زمستان به زیر ۱۰ درجهٔ سانتی‌گراد می‌رسد. این نوسانات شدید دمایی، مستلزم طراحی معماری‌ای است که بتواند به‌طور مؤثر با شرایط اقلیمی سازگار شود و آسایش حرارتی ساکنان را تضمین کند (Farnad et al., 2022, 74; Kamran Kasmaei et al., 2017, 58).

بنابراین، تحلیل دقیق شرایط اقلیمی کرمان به‌عنوان پیش‌نیاز اصلی پژوهش انتخاب شده است تا تأثیر مستقیم شرایط اقلیمی بر طراحی ساختمان‌های بومی و در نهایت آسایش حرارتی ساکنان به‌طور جامع بررسی کند (جدول ۲).

• ویژگی‌های ساختمان‌های بومی کرمان

ساختمان‌های بومی کرمان با بهره‌گیری از مصالح محلی و استفاده از استراتژی‌های طراحی غیرفعال، به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که کاملاً با شرایط اقلیمی گرم‌وخشک منطقه سازگار باشند. طبق طبقه‌بندی کوپن، اقلیم کرمان به‌عنوان یک اقلیم بیابانی گرم (BWh) شناخته می‌شود؛ به این معنا که این منطقه با دمای بسیار بالا در تابستان، نوسانات شدید دمایی و بارش کم، نیازمند استفاده از تکنیک‌های طراحی متناسب با شرایط اقلیمی است. ساختمان‌های سنتی کرمان معمولاً به سه ناحیه اصلی تقسیم می‌شوند:

جدول ۲. اطلاعات اقلیمی کرمان شامل میانگین دماهای بیش‌ترین، روزانه، کم‌ترین و بارندگی ماهانه. مأخذ: سازمان هواشناسی کشور، ۱۴۰۲.

ماه	میانگین بیش‌ترین دما (C°)	میانگین دمای روزانه (C°)	میانگین کم‌ترین دما (C°)	بارندگی (میلی‌متر)
فروردین	۱۱/۸	۴/۴	-۴۰/۰	۲۹/۰
اردیبهشت	۱۴/۲	۷/۱	-۱/۱	۲۶/۷
خرداد	۱۸/۶	۱۲/۱	۳/۴	۳۲/۰
تیر	۲۳/۸	۱۷/۲	۷/۹	۱۹/۵
مرداد	۲۹/۸	۲۲/۹	۱۲/۰	۸/۶
شهریور	۳۴/۸	۲۸/۰	۱۵/۶	۰/۵
مهر	۳۵/۵	۲۸/۹	۱۷/۰	۰/۷
آبان	۳۴/۰	۲۶/۹	۱۴/۲	۰/۶
آذر	۳۱/۰	۲۳/۳	۹/۸	۰/۳
دی	۲۵/۷	۱۷/۴	۴/۸	۰/۷
بهمن	۱۹/۲	۱۰/۸	-۰/۷	۵/۱
اسفند	۱۴/۱	۶/۲	-۳/۶	۱۸/۴

فضاهای داخلی: این فضاها با استفاده از دیوارهای ضخیم ساخته‌شده از آجر گلی یا خاک به ضخامت بین ۵۰۰ تا ۷۰۰ میلی‌متر، به‌عنوان یک عایق حرارتی مؤثر عمل می‌کنند و دمای داخلی ساختمان را در برابر تغییرات دمایی خارجی تثبیت می‌کنند (Farnad et al., 2022, 63; Kamlipour et al., 2012, 54).

فضاهای نیمه‌باز: فضاهایی نظیر ایوان‌ها که با ایجاد تهویهٔ متقابل و جریان هوای طبیعی در ساعات ابتدایی روز، به کاهش دمای داخلی کمک می‌کنند و امکان استفاده از فضای باز را برای ساکنان فراهم می‌آورند. این ناحیه‌ها به‌عنوان بخشی از سیستم تهویهٔ طبیعی ساختمان، نقش مهمی در بهبود انتقال حرارت دارند (Tayari & Nikpour, 2022, 42).

فضاهای باز: این فضاها عمدتاً برای فعالیت‌های کمکی مانند باغبانی و استفاده از اتاق‌های خدماتی و بهداشتی به کار می‌روند و علاوه‌بر کاربری‌های عملی، در تنظیم میکروکلایم محیطی نیز مؤثر هستند.

علاوه‌بر این، سقف‌های مسطح با پوشش‌های خاکی یا حصیری نقش حیاتی در کاهش جذب حرارت خورشیدی و افزایش فرآیند خنک‌سازی طبیعی ساختمان ایفا می‌کنند (Memarian & Brown, 2003, 47). استفاده از مواد محلی و تکنیک‌های سنتی در این ساختمان‌ها، محیطی پایدار و سازگار با اقلیم بومی کرمان ایجاد می‌کند که در نهایت به بهبود کیفیت زندگی ساکنان کمک می‌کند (Keshtkaran, 2011, 55).

• **روش پژوهش میدانی**

- **پرسشنامه و اندازه‌گیری**

برای جمع‌آوری داده‌های ذهنی و عینی، از دو روش پرسشنامه‌ای و اندازه‌گیری محیطی استفاده شد. ابتدا، پرسشنامه‌ای با محوریت ارزیابی آسایش حرارتی ساکنان روستایی کرمان طراحی و توزیع شد. این پرسشنامه شامل سؤالاتی در خصوص احساسات حرارتی، رفتارهای سازگاری حرارتی، وضعیت پوشاک و فعالیت‌های روزانه ساکنان است (Farnad et al., 2022, 64; Kamran Kasmaei et al., 2017, 57). سپس، با استفاده از ابزارهای اندازه‌گیری دقیق نظیر دماسنج‌های دیجیتال و رطوبت‌سنج‌ها، پارامترهای محیطی ازجمله دمای هوا، رطوبت نسبی، دمای تابش و سرعت باد در فضاهای داخلی و نیمه‌باز ساختمان‌های بومی اندازه‌گیری شد.

- **تست محیط حرارتی**

برای بررسی دقیق‌تر محیط حرارتی، یک ساختمان نمونه در شهر کرمان انتخاب شد. این ساختمان به‌صورت **U** شکلی طراحی شده و شامل فضاهای داخلی و نیمه‌باز متصل به یکدیگر است. دیوارهای داخلی این ساختمان از آجر گلی با ضخامت ۴۰۰ میلی‌متر و دیوارهای خارجی از آجر گلی با ضخامت ۵۰۰ میلی‌متر ساخته شده‌اند. همچنین، سقف به‌صورت چوبی با پوشش خاکی به ضخامت ۲۰۰ میلی‌متر و پنجره‌هایی با ابعاد ۱۵۰۰×۱۵۰۰ میلی‌متر طراحی شده‌اند. اندازه‌گیری‌های محیطی در این ساختمان در دوره‌های تابستان، بهار و زمستان انجام شد. برای جمع‌آوری داده‌ها از دستگاه‌های دمایی و رطوبتی TESTO 175H2 و بادسنج TESTO 425 استفاده شده است.

• **حجم نمونه و پاسخ‌دهندگان**

در این مطالعه، ۱۱۷۰ پرسشنامه مؤثر از ساکنان روستایی کرمان جمع‌آوری شد که از آن‌ها ۴۷۰ پرسشنامه مربوط به فضاهای داخلی و ۷۰۰ پرسشنامه مربوط به فضاهای نیمه‌باز بودند. پاسخ‌دهندگان به‌صورت تصادفی انتخاب و براساس سکونت اولیه خود در فضاهای سرپوشیده یا نیمه‌باز دسته‌بندی شدند. تحلیل داده‌ها نشان داد که بیش از ۷۵ درصد پاسخ‌دهندگان در فصول انتقالی و تابستان از فضاهای نیمه‌باز استفاده می‌کردند، در حالی که بیش از ۹۵ درصد در زمستان فضاهای داخلی را ترجیح می‌دادند. برای تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۲ استفاده شد و آزمون‌های **t** و رگرسیون خطی برای بررسی تفاوت‌ها و ارتباط‌ها به کار گرفته شدند.

• **شاخص ارزیابی آسایش حرارتی**

برای ارزیابی آسایش حرارتی در بناهای سنتی کرمان، از پارامترهای محیطی شامل دمای هوا، دمای تابش، رطوبت نسبی و سرعت باد استفاده گردید. انتخاب این پارامترها براساس استاندارد ASHRAE 55 (ASHRAE, 2017, 31) انجام شده است. دمای عملیاتی، که تأثیر ترکیبی این پارامترها بر آسایش حرارتی را منعکس می‌کند، با استفاده از فرمول‌های استاندارد محاسبه شد. علاوه‌بر این، مقادیر دمای خنثی و دمای قابل قبول براساس تحلیل‌های تجربی و تطبیقی تعیین شدند (Farnad et al., 2022).

• **تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها**

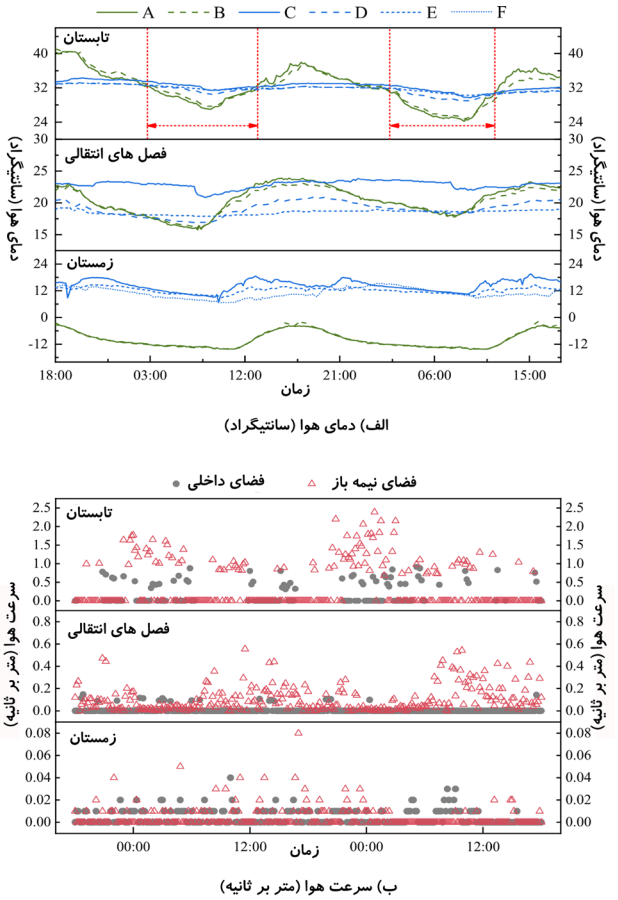
برای تحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده، از روش‌های آماری مختلفی استفاده شد. در ابتدا، با به‌کارگیری آزمون **t**، تفاوت‌های میانگین دما و سایر پارامترهای محیطی بین فضاهای داخلی و نیمه‌باز بررسی شد. سپس، با استفاده از رگرسیون خطی و چندجمله‌ای، رابطهٔ بین دمای عملیاتی و احساسات حرارتی ساکنان تحلیل شد. همچنین، از روش بخش‌بندی (binning) برای دسته‌بندی داده‌ها براساس فواصل دمایی ۰/۵ درجهٔ سانتی‌گراد بهره‌مند شد تا روندهای کلی و تأثیرات مختلف دما بر آسایش حرارتی به‌وضوح مشخص شد. تمامی تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شده است و نتایج در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ بررسی شدند (Farnad et al., 2022).

یافته‌ها

در این بخش، نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل‌های انجام‌شده برای بررسی تأثیر فضاهای داخلی و نیمه‌باز در ساختمان‌های بومی کرمان بر آسایش حرارتی ساکنان ارائه می‌شود. نتایج به‌ترتیب در سه حوزهٔ محیط حرارتی، رفتار حرارتی و پاسخ‌های ذهنی بررسی شده‌اند. هر یک از نمودارها و جداول مربوطه به‌ترتیب مورد بحث قرار می‌گیرند تا خواننده بتواند به راحتی ارتباط بین داده‌ها و یافته‌ها را درک کند.

• **محیط حرارتی**

توزیع دمای هوا در فضاهای داخلی و نیمه‌باز در کرمان به‌وضوح در تصویر ۲-الف نشان داده شده است. در ماه‌های تابستان، میانگین دما در فضاهای داخلی بین ۳۱/۵ تا ۳۲/۰ درجهٔ سانتی‌گراد و در فضاهای نیمه‌باز بین ۳۲/۲ تا ۳۲/۵ درجهٔ سانتی‌گراد مشاهده شد. این تفاوت نشان می‌دهد که دمای داخل فضاهای نیمه‌باز نسبت به فضاهای داخلی دارای نوسانات بیشتری است. به‌ویژه، در بازهٔ زمانی ۰۳:۰۰ تا ۱۴:۰۰، دمای هوا در فضاهای نیمه‌باز پایین‌تر از فضاهای سرپوشیده است و این امر منجر به ترجیح استفاده بیشتر ساکنان از این فضاها در ساعات اولیه روز می‌شود. در مقابل، در بازهٔ زمانی ۱۵:۰۰ تا ۱۷:۰۰، فضاهای داخلی دمای خنک‌تری ارائه می‌دهند که برای استفاده مناسب‌تر به حساب می‌آیند (Tayari & Nikpour, 2022, 42; Keshtkaran, 2011, 40). توزیع سرعت هوا نیز در تصویر ۲-ب نشان داده شده



تصویر ۲. توزیع پارامترهای محیطی. مأخذ: نگارندگان.

است؛ در تابستان، میانگین سرعت هوا در فضاهای داخلی ۰/۲۱ متر بر ثانیه و در فضاهای نیمه‌باز ۰/۴۰ متر بر ثانیه ثبت شده است. در فصول انتقالی، سرعت هوا در فضاهای نیمه‌باز کمی بالاتر از فضاهای داخلی گزارش و به‌صورت ۰ تا ۰/۱۵ متر بر ثانیه برای فضاهای داخلی و ۰ تا ۰/۵۶ متر بر ثانیه برای فضاهای نیمه‌باز مشاهده شده است. در زمستان، سرعت هوا در هر دو نوع فضا پایین بوده و تفاوت معنی‌داری مشاهده نشده است. این نتایج حاکی از آن است که سرعت‌های هوای بالاتر در فضاهای نیمه‌باز به‌طور مثبت به بهبود آسایش حرارتی ساکنان کمک می‌کنند.

• رفتار حرارتی

در کرمان، ایران، سازگاری‌های رفتاری مانند مشاهده در سایر مناطق خشک، نقش محوری در حفظ آسایش حرارتی انسان ایفا می‌کنند. جدول ۳ فراوانی رفتارهای سازگاری حرارتی مختلف ساکنان را نشان می‌دهد. یافته‌ها به شرح زیر است:

– **رفتار گرمایشی:** در فصل زمستان، ۹۵ درصد از ساکنان کرمان به گرمایش متکی بوده‌اند که نشان‌دهندهٔ اهمیت استفاده از امکانات گرمایشی برای بهبود محیط حرارتی داخلی است. در فصول انتقالی و تابستان، استفاده از فن‌ها به‌ترتیب در ۶۸ درصد و ۷۴ درصد موارد مشاهده شد. این تغییر در رفتارها با افزایش دمای بیرون همخوانی دارد و نشان می‌دهد که ساکنان به‌طور طبیعی با تغییرات دما سازگار می‌شوند (ibid.).

– **رفتار انتخاب فضا:** انتخاب فضاهای نیمه‌باز به‌عنوان مناطق زندگی در فصول مختلف تغییر می‌کند. در زمستان، تنها ۰/۹ درصد از ساکنان فضاهای نیمه‌باز را انتخاب می‌کنند، درحالی‌که در فصول انتقالی این مقدار به ۲/۲۵ درصد و در تابستان به ۴/۷۴ درصد افزایش می‌یابد. این نشان می‌دهد که انتخاب فضا یک رفتار سازگاری حرارتی قابل توجه در کرمان است (Kamlipour et al., 2012).

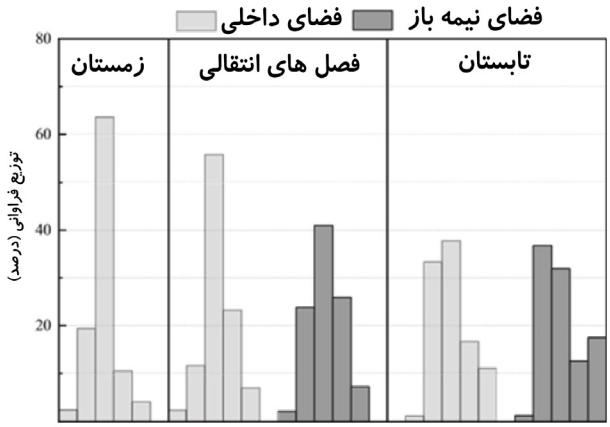
– **رفتار آب‌پاشی**: استفاده از آب‌پاشی در فضاهای نیمه‌باز یا باز به‌ترتیب در ۵/۹ درصد و ۱۸/۱۳ درصد موارد در فصول انتقالی و تابستان مشاهده شد. این رفتارها با رویه‌های سنتی در معماری ایرانی که در آن از آب برای خنک‌سازی محیط استفاده می‌شود، هم‌سو هستند (Farnad et al., 2022).

– **سایر رفتارها:** سایر رفتارهای سازگاری شامل استفاده از پنکه‌های برقی، تعویض لباس، مصرف نوشیدنی‌های گرم یا سرد، دوش‌گرفتن، استفاده از پنکه‌های دستی و دستکاری درها و پنجره‌ها بودند. این رفتارها با آنچه در ادبیات مرتبط در مورد آسایش حرارتی در آب‌وهوای مشابه مستند شده است، همخوانی دارند (Pourvahidi & Özdeniz, 2013; Rodriguez et al., 2023).

• پاسخ‌های ذهنی

- آرای احساس حرارتی

نتایج آرای ساکنان برای احساس گرما در کرمان در تصویر ۳ به نمایش گذاشته شده است. در فصل تابستان، بیش‌ترین رأی حس حرارتی در فضاهای داخلی ۱+ (کمی گرم) و در فضاهای نیمه‌باز ۰ (خنثی) بوده است. این نشان می‌دهد که ساکنان تمایل دارند در فضاهای داخلی



تصویر ۳. توزیع رأی حس حرارتی: در فصل زمستان و فصل انتقال، چه در فضای داخلی و چه نیمه‌باز، بیش‌ترین فرکانس رأی حس حرارتی خنثی است (۰) که نشان‌دهندهٔ رضایت از محیط حرارتی ساختمان‌ها است. مأخذ: نگارندگان.

احساس گرما کنند و نسبت قابل توجهی این احساس را تجربه می‌کنند (Kamlipour et al., 2012). در فصل زمستان و فصول انتقالی، بیش‌ترین رأی برای احساس حرارتی ۰ (خنثی) ثبت شده است. علاوه‌بر این، بیش از ۹۰ درصد آرای حس حرارتی ساکنان در محدودهٔ ۱- تا ۱+ قرار می‌گیرد که نشان‌دهندهٔ رضایت از محیط حرارتی ساختمان‌ها در این فصول است (Keshtkaran, 2011) که در جدول ۳ مشاهده می‌شود.

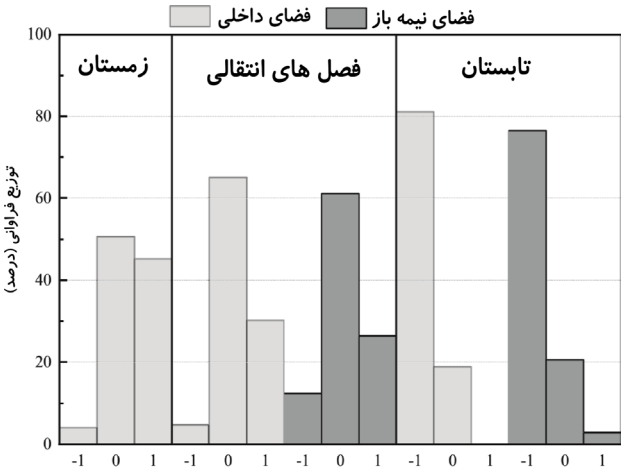
- آرای ترجیح حرارتی

توزیع فرکانس آرای ترجیح حرارتی را در فضاهای داخلی و نیمه‌باز می‌توان در تصویر ۴ مشاهده کرد. در تابستان، ۷۰ تا ۸۰ درصد ساکنان هر دو نوع فضا به ۱- (سردتر) رأی دادند. در طول فصل زمستان و فصل انتقال، بیش‌ترین رأی ترجیح حرارتی ۰ (بدون تغییر) بوده و نزدیک به ۳۰ درصد ساکنان در هر دو نوع فضا در طول فصول انتقال به ۱+ (گرم‌تر) رأی می‌دهند. این نشان می‌دهد که اگرچه احساس حرارتی نزدیک به خنثی است اما ساکنان هنوز محیط کمی گرم‌تر را ترجیح می‌دهند، احتمالاً به‌دلیل سازگاری آن‌ها با دماهای بالاتر.

در کرمان، ایران، مفهوم دمای خنثی حرارتی، همان‌طور که توسط ASHRAE 55 (ASHRAE, 2017) تعریف شده است، در درک راحتی حرارتی ساکنان بسیار مهم است.

دمای عمل به فواصل ۰/۵ درجهٔ سانتی‌گراد تقسیم شد و تجزیه‌وتحلیل رگرسیون روی میانگین دمای عمل هر بازه در برابر میانگین رأی حس حرارتی (MTS) انجام شد. تحلیل رگرسیون برای فضاهای داخلی و نیمه‌باز شهر کرمان در جدول ۴ نشان داده شده است.

دمای خنثی زمستان: برای فضاهای داخلی کرمان، دمای خنثی در زمستان ۱۸/۳ درجهٔ سانتی‌گراد است. در فصول انتقالی، دمای خنثی در فضاهای داخلی و نیمه‌باز به‌ترتیب ۲۳/۰ درجهٔ سانتی‌گراد و ۲۱/۹ درجهٔ سانتی‌گراد است. در



تصویر ۴. فرکانس توزیع رأی ترجیح حرارتی دمای خنثی حرارتی. مأخذ: نگارندگان.

جدول ۳. آمار اطلاعات نمونه نظرسنجی. مأخذ: نگارندگان.

فضا	فصل	حجم نمونه	ارتفاع (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	عایق لباس (کلو)	نرخ متابولیک (معادل)
			حداقل-میانگین-حداکثر	حداقل - میانگین - حداکثر	حداقل-میانگین-حداکثر	حداقل - میانگین - حداکثر
فضاهای داخلی	زمستان	۳۲۱	۹۲/۰-۴۲/۰-۷/۰	۱۸۷/۰-۱۶۳/۶-۱۲۰/۰	۸۶/۰-۶۱/۷-۲۵/۰	۲/۰-۱/۱-۰/۸
	فصل‌های انتقالی	۵۹	۷۴/۰-۴۷/۵-۲۰/۰	۱۷۵/۰-۱۶۳/۷-۱۵۵/۰	۷۵/۰-۶۱/۱-۵۰/۰	۱/۲-۱/۰-۱/۰
	تابستان	۹۰	۷۳/۰-۳۵/۸-۹/۰	۱۸۰/۰-۱۶۳/۸-۱۳۰/۰	۹۵/۰-۵۹/۴-۳۵/۰	۲/۰-۱/۲-۰/۷
فضاهای نیمه‌باز	زمستان	۷	۶۰/۰-۴۵/۲-۲۲/۰	۱۶۳/۰-۱۶۱/۰-۱۶۰/۰	۷۰/۰-۶۳/۳-۶۰/۰	۲/۰-۱/۳-۰/۸
	فصل‌های انتقالی	۱۹۵	۷۶/۰-۴۶/۵-۱۵/۰	۱۸۰/۰-۱۶۳/۴-۱۵۵/۰	۷۵/۰-۵۹/۶-۵۰/۰	۱/۶-۱/۰-۰/۷
	تابستان	۴۹۸	۸۵/۰-۳۹/۸-۷/۰	۱۸۵/۰-۱۶۴/۲-۱۱۰/۰	۹۵/۰-۶۱/۴-۲۵/۰	-

جدول ۴. اطلاعات دقیق ابزارها (این جدول برای انعکاس تی تنظیم شده‌اند). مأخذ: نگارندگان.

نام تجاری	شرح	پارامتر اندازه‌گیری‌شده	دامنه	دقت
تستو H2175	دستگاه ضبط دیجیتال دما و رطوبت	دمای هوا، رطوبت	۲۰- تا ۷۰ درجهٔ سانتی‌گراد، ۰-۱۰۰ درصد	±۰/۵ درجهٔ سانتی‌گراد، ±۳ درصد
تستو ۴۵۴	دماسنج پروب با یک توپ فلزی مشکی به قطر ۱۵۰ میلی‌متر	دمای کره زمین	۶۰- تا ۱۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد	±۰/۴۱ K
تستو ۴۲۵	بادسنج سیم داغ	سرعت باد	۰-۲۰ متر بر ثانیه	±۰/۰۳ متر بر ثانیه + ۵ درصد مقادیر اندازه‌گیری‌شده

طول تابستان، این دماها به ۲۶/۶ درجهٔ سانتی‌گراد برای فضاهای داخلی و ۲۷/۵ درجهٔ سانتی‌گراد برای فضاهای نیمه‌باز افزایش می‌یابد.

تغییرات فصلی: این مطالعه افزایش پی‌درپی در دمای خنثی و شیب خط رگرسیون را از زمستان از طریق فصول انتقالی به تابستان مشاهده کرد. این نشان می‌دهد که با افزایش دمای بیرون، ساکنان با تغییرات آب‌وهوایی سازگار می‌شوند و دمای خنثی آنها افزایش می‌یابد. به‌طور هم‌زمان،کاهش عایق لباس و افزایش حساسیت ساکنان به تغییرات دما وجود دارد (Tayari & Nikpour, 2022; Keshtkaran, 2011).

• دمای قابل قبول حرارتی

در کرمان، مفهوم دمای خنثی حرارتی که توسط ASHRAE 55 تعریف شده است، در درک راحتی حرارتی ساکنان بسیار مهم است. دمای عملیاتی به فواصل ۰/۵ درجهٔ سانتی‌گراد تقسیم شد و تجزیه‌وتحلیل رگرسیون روی میانگین دمای عملیاتی هر بازه در برابر میانگین رأی حس حرارتی (MTS) انجام شد. تحلیل رگرسیون برای فضاهای داخلی و نیمه‌باز نشان داد که:

– **زمستان:** دمای خنثی در فضاهای داخلی ۱۸/۳ درجهٔ سانتی‌گراد است.

– فصول انتقالی: دمای خنثی در فضاهای داخلی ۲۳/۰ درجهٔ سانتی‌گراد و در فضاهای نیمه‌باز ۲۱/۹ درجهٔ سانتی‌گراد است.

– **تابستان:** دمای خنثی در فضاهای داخلی ۲۶/۶ درجهٔ سانتی‌گراد و در فضاهای نیمه‌باز ۲۷/۵ درجهٔ سانتی‌گراد است.

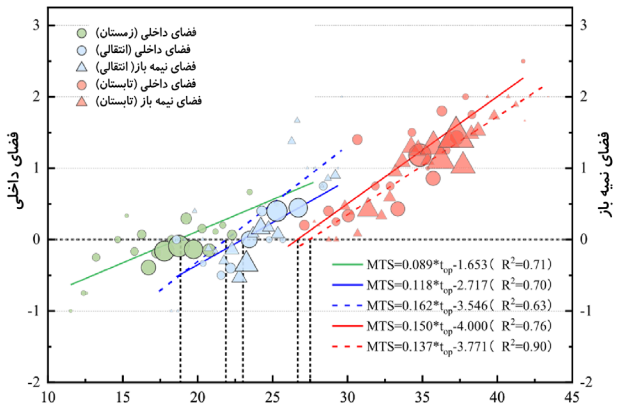
این نتایج نشان می‌دهند که با افزایش دمای بیرون، دمای خنثی حرارتی نیز افزایش می‌یابد که نشان‌دهنده سازگاری ساکنان با تغییرات دما است (ibid.) در جدول ۵ نشان داده شده است.

• دمای ترجیحی

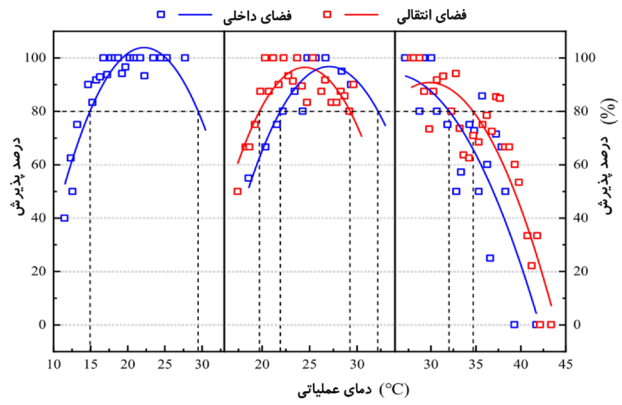
محدودهٔ دمای قابل قبول که حداقل ۸۰ درصد از پاسخ‌دهندگان در کرمان احساس راحتی می‌کنند، براساس سه دستهٔ مرکزی آرای حس حرارتی (۱–، ۰، ۱+) تعیین شد. در زمستان، محدودهٔ دمایی قابل قبول در فضاهای داخلی بین ۱۴/۹-۲۹/۲۴ درجهٔ سانتی‌گراد است. برای فصول انتقالی، این محدوده برای فضاهای داخلی ۲۱/۹-۳۲/۲۲ درجهٔ سانتی‌گراد و برای فضاهای نیمه‌باز ۱۹/۷-۲۹/۲۷ درجهٔ سانتی‌گراد است. در طول تابستان، به‌دلیل دماهای بالاتر، تنها حد بالای ۸۰ درصد دمای قابل قبول برای فضاهای داخلی ۳۲ درجهٔ سانتی‌گراد و برای فضاهای نیمه‌باز ۳۴ درجهٔ سانتی‌گراد تعیین شد. دمای مطلوب در کرمان نشان‌دهندهٔ دمایی است که ساکنان آن را مطلوب‌تر می‌دانند. این مطالعه برای هر بازه ۰/۵ درجهٔ سانتی‌گراد، آرای بسیار گرم‌تر (۱+) و بسیار سردتر (۱–) را شمارش کرد. تجزیه‌وتحلیل دمای ترجیحی نشان داد که در زمستان، ساکنان در فضاهای داخلی دمای ۲۳/۴ درجهٔ سانتی‌گراد را ترجیح می‌دهند که ۵/۱ درجهٔ سانتی‌گراد بالاتر از دمای خنثی است. در تابستان، دمای مطلوب در فضاهای داخلی و نیمه‌باز به‌ترتیب ۲۳/۳ درجهٔ سانتی‌گراد و ۲۴/۹ درجهٔ سانتی‌گراد است که نشان‌دهندهٔ ترجیح برای محیط‌های خنک‌تر در دوره‌های گرم است. این تمایل با یافته‌های مطالعات مشابه در مناطق دیگر هم‌سو است.در تصاویر۵-۷ نشان داده شده است.

جدول ۵. رتبه‌بندی پاسخ‌های حرارتی پاسخ‌دهندگان. مأخذ: نگارندگان.

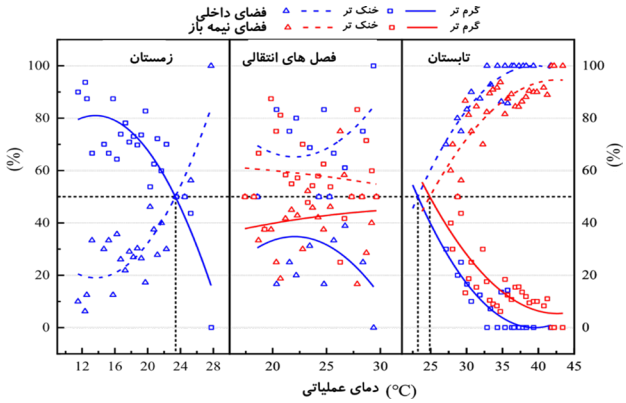
	حس حرارتی	پذیرش حرارتی	ترجیح حرارتی
۳–	خیلی سرد	–	–
۲–	سرد	به وضوح غیرقابل قبول	
۱–	خنک	فقط غیرقابل قبول	خنک‌کننده
۰	خنثی	–	بدون تغییر
۱	کمی گرم	فقط قابل قبول	گرم‌تر
۲	گرم	به وضوح قابل قبول است	
۳	خیلی گرم	–	–



تصویر ۵. رابطهٔ بین MTS و دمای عملیاتی. مأخذ: نگارندگان.



تصویر ۶. تجزیه‌وتحلیل مقبولیت حرارتی: این بخش روش تعیین مقبولیت حرارتی براساس رأی ساکنان و فواصل دما را مورد بحث قرار می‌دهد. مأخذ: نگارندگان.



تصویر ۷. دمای مطلوب. مأخذ: نگارندگان.

بحث

در این بخش، نتایج به‌دست‌آمده با چارچوب نظری پژوهش تطبیق داده و اهمیت آن‌ها در زمینهٔ طراحی معماری بومی کرمان بررسی می‌شود. تحلیل‌ها نشان دادند که فضاهای داخلی و نیمه‌باز در ساختمان‌های بومی کرمان نقش مهمی در تنظیم محیط حرارتی و افزایش آسایش حرارتی ساکنان دارند. این یافته‌ها با مدل آسایش حرارتی تطبیقی و مفاهیم سازگاری حرارتی انسان با محیط که در چارچوب نظری بیان شده بود، همخوانی دارند. به‌عنوان مثال، افزایش دمای خنثی حرارتی در فضاهای نیمه‌باز با افزایش دماهای بیرون نشان‌دهندهٔ سازگاری ساکنان با شرایط اقلیمی گرم‌وخشک است. همچنین، رفتارهای سازگاری حرارتی مانند استفاده از فن‌ها و انتخاب فضاهای مناسب در فصول مختلف، نقش مهمی در بهبود آسایش حرارتی ایفا کرده‌اند. این پژوهش نشان داد که طراحی فضاهای داخلی و نیمه‌باز می‌تواند به‌طور مستقیم بر آسایش حرارتی ساکنان تأثیر بگذارد و سازگاری آن‌ها با اقلیم گرم‌وخشک را تسهیل کند. استفاده از دیوارهای ضخیم و فضاهای نیمه‌باز نه‌تنها به کاهش مصرف انرژی کمک می‌کند، بلکه به ایجاد محیطی پایدار و راحت برای ساکنان نیز منجر می‌شود. این یافته‌ها اهمیت استفاده از استراتژی‌های طراحی غیرفعال در معماری بومی را برجسته می‌کنند و نشان‌دهندهٔ نقش کلیدی معماری در تسهیل سازگاری انسان با تغییرات اقلیمی است.

• فضای زندگی و آسایش حرارتی انسان

در بافت کرمان ایران، فضاهای سرپوشیده و نیمه‌باز معماری بومی نقش به‌سزایی در ایجاد یک محیط گرمایی راحت برای ساکنین دارد. این راحتی به افزایش زمانی که ساکنان می‌توانند به‌راحتی در این ساختمان‌ها بگذرانند کمک می‌کند و احساس حرارتی کلی آنها را بهبود می‌بخشد. تفاوت‌های محیط حرارتی بین فضاهای داخلی و نیمه‌باز، ساکنین را قادر می‌سازد تا به‌طور فعال فضای مورد نظر خود را براساس ویژگی‌های حرارتی انتخاب کنند. به‌خصوص در تابستان و فصل‌های انتقالی، تمایل به ترجیح فضاهای نیمه‌باز وجود دارد که با فرکانس بالای رفتار انتخاب فضا در این دوره‌ها هم‌سو می‌شود (Memarian & Brown, 2003). ساکنان سطوح مختلف آسایش حرارتی را در فضاهای مختلف تجربه می‌کنند. در تابستان دمای خنثی، حد بالای ۸۰ درصد دمای قابل قبول و دمای ترجیحی در فضاهای نیمه‌باز به‌ترتیب تقریباً ۰/۹ درجهٔ سانتی‌گراد، ۲/۷ درجهٔ سانتی‌گراد و۱/۶ درجهٔ سانتی‌گراد بیشتر از فضاهای داخلی است. برعکس، در طول فصول انتقالی، دمای خنثی و حد پایین ۸۰ درصد دمای قابل قبول در فضاهای نیمه‌باز به‌ترتیب حدود ۱/۱ درجهٔ سانتی‌گراد و ۲/۲ درجهٔ سانتی‌گراد کمتر از دمای محیط‌های داخلی است (Keshtkaran, 2011). به‌طور خلاصه، فضاهای متنوع در معماری بومی کرمان یک محیط گرمایی مکمل ایجاد می‌کند، مدت زمان شرایط حرارتی راحت را برای ساکنان افزایش، رفتارهای سازگاری حرارتی آنها را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد و تحریک می‌کند و سطح آسایش حرارتی را در فضاهای مختلف افزایش می‌دهد.

• فضای زندگی و سازگاری حرارتی انسان

براساس استاندارد بین‌المللی ASHRAE 55 (ASHRAE,2017) که از یک مدل تطبیقی برای آسایش حرارتی در فضاهای دارای تهویهٔ طبیعی استفاده می‌کند، ساکنان کرمان سازگاری خوبی با اقلیم نشان می‌دهند. محدودهٔ دمای قابل قبول در فضاهای نیمه‌باز اغلب بیشتر از ASHRAE 55 است، به‌ویژه در فصول انتقالی و تابستان، که نشان می‌دهد که فضاهای نیمه‌باز سازگاری ساکنان را با آب‌وهوا، به‌ویژه در ماه‌های گرم‌تر افزایش می‌دهد (جدول ۶).

جدول ۶. رفتارهای سازگاری حرارتی در کرمان. مأخذ: نگارندگان.

فصل	رفتارهای فعال (پنکه‌های گرمایشی و الکتریکی) (درصد)	رفتارهای خاص (درصد)	رفتارهای رایج (درصد)
زمستان	گرمایش: ۹۶/۴	انتخاب فضا: ۰/۹	تعویض لباس: ۱۰/۹، بسته‌شدن/ بازکردن درها و پنجره‌ها: ۱۲/۷، فعالیت‌های تعویض: ۰/۹
انتقال	فن‌های الکتریکی: ۶۸/۹	انتخاب فضا: ۲۵/۲، پاشیدن آب: ۵/۹	تعویض لباس: ۳/۰، نوشیدن نوشیدنی‌های سرد/گرم: ۰/۷، دوش‌گرفتن: ۱۱/۱، پنکه‌های دستی: ۴/۴، بسته‌شدن/ بازکردن درها و پنجره‌ها: ۱۱/۱، تعویض فعالیت‌ها: ۲/۲
تابستان	فن های الکتریکی: ۷۴/۷	انتخاب فضا: ۷۴/۴، پاشیدن آب: ۱۸/۳	تعویض لباس: ۶۱/۹، نوشیدن نوشیدنی‌های سرد/گرم: ۶۰/۸، دوش‌گرفتن: ۵۶/۹، فن‌های دستی: ۵۳/۱، بسته‌شدن/ بازکردن درها و پنجره‌ها: ۵۱/۸، تعویض فعالیت‌ها: ۱/۱

سازگاری حرارتی انسان شامل جنبه‌های رفتاری، فیزیکی و روانی است. با تجزیه‌وتحلیل رفتارهای سازگاری حرارتی ساکنان (همان‌طور که در بخش ۳/۲ بررسی شد)، یک همبستگی مثبت بین فراوانی رفتار انتخاب فضا و سازگاری حرارتی، به‌ویژه در طول فصول انتقال و تابستان مشاهده می‌شود. این نشان می‌دهد که انواع ساختمان‌های بومی می‌توانند رفتارهای سازگاری حرارتی ساکنان را تحریک کنند و سازگاری آنها را با شرایط آب‌وهوایی در حال تغییر افزایش دهند (Kamlipour et al., 2012).

ساکنان کرمان در فضاهای نیمه‌باز به فعالیت‌های مختلفی مانند آشپزی و معاشرت می‌پردازند که باعث کاهش تقاضای آن‌ها از محیط گرمایی می‌شود. در مقابل، فضاهای داخلی اغلب برای فعالیت‌های کم‌تحرک استفاده می‌شوند که نیاز به تقاضای بالاتری برای راحتی حرارتی دارد. ساکنان فرصت بیشتری برای سازگاری در فضاهای نیمه‌باز دارند، به‌عنوان مثال، از طریق رفتارهایی مانند پاشیدن آب. اثرات روانی‌بودن در فضاهای نیمه‌باز، که معمولاً روشن‌تر و بازتر از فضاهای داخلی هستند، نیز به بهبود سازگاری کمک می‌کند (Pourvahidi & Özdeniz, 2013).

- **مفهوم عملی**

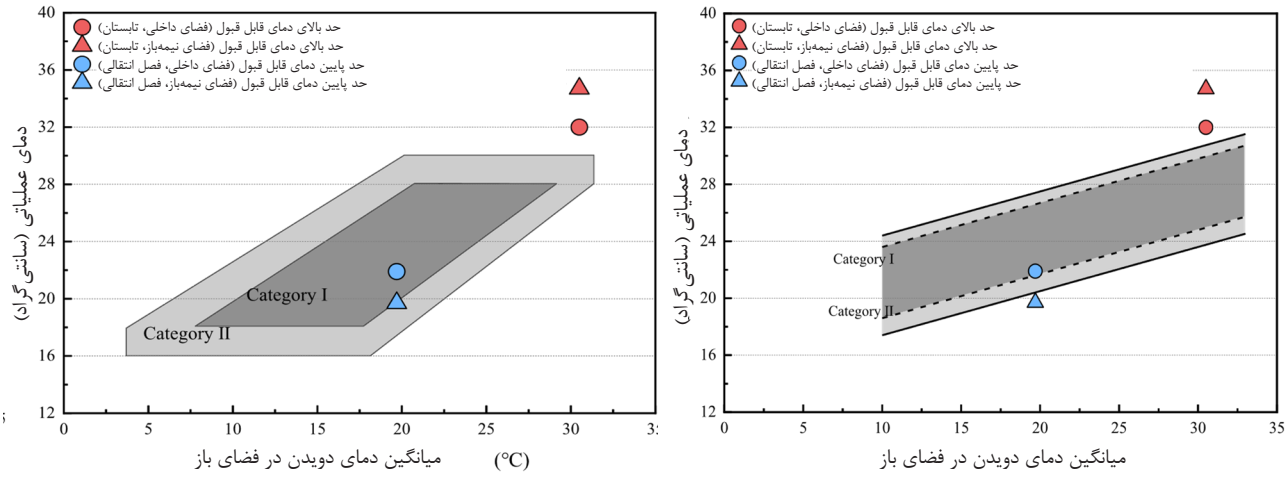
در مناطق روستایی مانند کرمان که تراکم جمعیت و هزینه‌های زمین کمتر است، ساختمان‌های بومی اغلب دارای فضاهای باز یا نیمه‌باز گسترده مانند حیاط هستند. تأثیر این فضاها برمحیط حرارتی ساختمان، رفتارهای انطباق حرارتی ساکنان و پاسخ‌های حرارتی نیاز به بررسی بیشتر دارد. بااین‌حال، بدیهی است که طراحی معماری در نواحی روستایی باید بر راحتی و کاربردی‌بودن فضاهای باز و نیمه‌باز تأکید کند، زیرا این امر نقش مهمی در توسعهٔ پایدار معماری بومی و محیط‌زیست خواهد داشت (تصویر ۸).

نتیجه‌گیری

بررسی جامعی با تمرکز بر محیط حرارتی ساختمان‌ها و آسایش حرارتی ساکنان در فضاهای داخلی و نیمه‌باز ساختمان‌های بومی در منطقهٔ اقلیم خشک کرمان انجام شد. این مطالعه تأثیر همه‌جانبهٔ فضاهای ساختمانی بومی را بر محیط حرارتی، رفتارهای سازگاری حرارتی ساکنان و پاسخ‌های حرارتی آنها تأیید کرد و راه‌هایی را برای بهبود سازگاری حرارتی ساکنان در این فضاهای معماری بررسی کرد. نتایج کلیدی به‌دست‌آمده به شرح زیر است:

ویژگی‌های محیط حرارتی: فضاهای داخلی و نیمه‌باز در کرمان ویژگی‌های محیط حرارتی متمایزی را نشان می‌دهند که شرایط راحتی را در زمان‌های مختلف ارائه می‌دهند. در تابستان فضاهای نیمه‌باز با دما و سرعت هوای بالاتر نسبت به فضاهای داخلی، در طول روز مورد علاقه ساکنین است. بااین‌حال، در زمان اوج دما بین ساعت ۱۵:۰۰ تا ۱۷:۰۰، ساکنان فضاهای داخلی را انتخاب می‌کنند. در فصول انتقالی، فضاهای نیمه‌باز دمای کمی بالاتر از فضاهای داخلی دارند. در فصل زمستان، فضاهای داخلی به‌طور قابل توجهی محیطی گرم‌تر را فراهم می‌کنند، بنابراین به منطقه ارجح برای راحتی تبدیل می‌شوند.

تنوع در رفتارهای سازگاری حرارتی: ساکنان روستایی کرمان انواع رفتارهای سازگاری حرارتی را از خود نشان می‌دهند. جدا از استراتژی‌های رایج مانند تنظیم لباس و استفاده از پنکه، آن‌ها هم‌چنین رفتار انتخاب فضا مرتبط با آرایش فضایی ساختمان را نشان می‌دهند. در فصول انتقالی، فرکانس رفتار انتخاب فضا ۲۵/۲ درصد مشابه استفاده از پنکه است، درحالی‌که در تابستان به ۷۴/۴ درصد می‌رسد، تقریباً برابر فرکانس استفاده از فن.



الف) مقایسه با ASHRAE 55

ب) مقایسه با GBT50785-2012 55

تصویر ۸. مقایسه با استانداردهای موجود توجه: با توجه به شرایط آب‌وهوایی در کرمان، میانگین دمای هوای آزاد در فصول انتقالی و تابستان به‌ترتیب ۱۹/۷ و ۳۰/۵ درجهٔ سانتی‌گراد است. مأخذ: نگارندگان.

تفاوت در سطوح آسایش حرارتی: تغییرات قابل توجهی در سطوح آسایش حرارتی در بین فضاهای مختلف وجود دارد. در زمستان، حد خنثی، ترجیحی و پایینی ۸۰ درصد دمای قابل قبول در فضاهای داخلی به‌ترتیب ۱۸/۳ درجهٔ سانتی‌گراد، ۲۳/۴ درجهٔ سانتی‌گراد و ۱۴/۹ درجهٔ سانتی‌گراد است. در فصول انتقالی، این دماها برای فضاهای داخلی و نیمه‌باز به‌ترتیب ۲۳/۰ درجهٔ سانتی‌گراد و ۲۱/۹ درجهٔ سانتی‌گراد (خنثی) و ۲۱/۹ درجهٔ سانتی‌گراد و ۱۹/۷ درجهٔ سانتی‌گراد (حد پایین ۸۰ درصد قابل قبول) است. در تابستان، دمای خنثی برای فضاهای داخلی و نیمه‌باز ۲۶/۶ درجهٔ سانتی‌گراد و ۲۷/۵ درجهٔ سانتی‌گراد است که دماهای ترجیحی ۲۳/۳ درجهٔ سانتی‌گراد و ۲۴/۹ درجهٔ سانتی‌گراد و حد بالایی ۸۰ درصد دمای قابل قبول در ۳۲/۲ درجهٔ سانتی‌گراد و ۳۴/۷ درجهٔ سانتی‌گراد است.

تأثیر بر راحتی و سازگاری: فضاهای داخلی و نیمه‌باز در کرمان مدت زمان ایجاد محیط‌های حرارتی راحت را افزایش می‌دهد، رفتارهای سازگاری حرارتی را تحریک می‌کند و سطح آسایش حرارتی را افزایش می‌دهد. ساکنان سازگاری قوی در این فضاها نشان می‌دهند، با سازگاری حرارتی آنها با فراوانی رفتار انتخاب فضا همبستگی مثبت دارد. فضاهای متنوع در معماری بومی کرمان، ایجاد محیط‌های حرارتی متمایز را تسهیل و رفتارهای سازگاری حرارتی ساکنان را تحریک می‌کند و در نتیجه آسایش و سازگاری حرارتی آنها را افزایش می‌دهد.

فهرست منابع

• Azami, A., Yasrebi, S. H., & Salehipour, A. (2005). Climate-responsive architecture in Iran's hot and arid regions. *The International Conference on Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment, Santorini, Greece*. https://www.researchgate.net/publication/351387906_Climatic_responsive_architecture_in_hot_and_dry_regions_of_Iran

• Pourvahidi , P., & Özdeniz, M.. (2013). Bioclimatic analysis of Iran's climate for energy conservation in architecture. *Scientific Research and Articles, 8*(1), 6-16. https://www.researchgate.net/publication/282332528_Bioclimatic_analysis_of_Iranian_climate_for_energy_conservation_in_architecture

• Rajabi, F., Zare, L., & Hosseini, S. B. (2022). A technical synergy of cognitive maps and space syntax in recognition and analysis of the sociability of physical spaces influenced by spatial territories (Case study: Ekbatan Town). *Bagh-e Nazar, 19*(108), 5-16. https://doi.org/10.22034/bagh.2021.293678.4933

• Rodriguez, I., Fereidouni, N. A., Fernandez, M. S., & Gaspar, A. R. (2023). Climate change and the optimal heat transfer of residential buildings in Iran. *Journal of Building Engineering, 74*, 106919. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.106919

• Tayari, N., & Nikpour, M. (2022). Effect of Different Proportions of Courtyard Buildings in Hot-Dry Climate on Energy Consumption (Case Study: Traditional Courtyard Houses of Kerman, Iran). *Iranica Journal of Energy & Environment, 13*(1), 39-45. https://doi.org/10.5829/ijee.2022.13.01.05

• Farnad, F., Kamran Kasmaei, H., Khakzand, M., & Memarian, G. (2022). Morphology and correlation study of variables of the courtyard system in Kashan. *Journal of Urban Ecology Researches, 13*(3, Series 28), 61-80. https://doi.org/10.30473/grup.2022.62449.2678

• Kamran Kasmaei, H., Daneshjou, K., & Mofidi Shemirani, S. M. (2017). Comparative study of vernacular architecture adapted to the temperate and humid climate of western Guilan plains (Case study: Villages of Gasht, Shalma, and Gilaneh). *International Journal of Architecture and Urban Studies, 7*(3), 9-16. https://www.researchgate.net/publication/361249395_A_Comparative_Study_of_Vernacular_Architecture_Compatible_with_Mild_and_Humid_Weather_in_Gilan%27s_Western_Plains_Case_study_Gasht_Shalma_and_Gilandeh_villages

• Kamlipour, H., Memarian, G. H., Faizi, M., & Mousavian, S. M. F. (2012). Formal classification & spatial configuration in vernacular housing: A comparative study on the zoning of the reception area in traditional houses of Kerman Province. *Journal of Housing and Rural Environment (JHRE), 31*(138), 3-16. http://jhre.ir/article-1-404-fa.html

• Keshtkaran, S. (2011). Harmonization between climate and architecture in vernacular heritage: a case study in Yazd, Iran. *Procedia Engineering, 21*, 428-438. https://www.academia.edu/33342876/Harmonization_between_climate_and_architecture_in_vernacular_heritage_a_case_study_in_Yazd_Iran

• Memarian, G., & Brown, F. E. (2003). Climate, culture, and religion: Aspects of the traditional courtyard house in Iran. *Journal of Architectural and Planning Research, 20*(3), 181-198. https://www.jstor.org/stable/43030659

• Al-Hemiddi, N. A., & Al-Saud, K. A. M. (2001). The effect of a ventilated interior courtyard on the thermal performance of a house in a hot-arid region. *Renewable Energy, 24*(3–4), 581–595. https://doi.org/10.1016/S0960-1481(01)00045-3

• ASHRAE. (2017). *Standard 55-2017, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. ASHRAE & The American National Standards Institute. https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-55-thermal-environmental-conditions-for-human-occupancy&ved=2ahUKEwiL9PLrre2LAxU_QkEAHV-uIx4QFnoECBMQAQ&usg=AOvVaw3kK8CPM9qpfTiZzBJXTAFQ

• Chen, S., Wang, X., Lun, I., Chen, Y., Wu, J., & Ge, J. (2020). Effect of inhabitant behavioral responses on adaptive thermal comfort under hot summer and cold winter climate in China. *Building and Environment, 168*. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106492

• Dili, A., Naseer, M., & Varghese, T. Z. (2010). Thermal comfort study of Kerala traditional residential buildings based on questionnaire survey among occupants of traditional and modern buildings. *Energy and Buildings, 42*(11), 2139–2150. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.07.004

• Du, X., Bokel, R., & van den Dobbelsteen, A. (2014). *Building microclimate and summer thermal comfort in free-running buildings with diverse spaces: a Chinese vernacular house case*. Building.

• Fernandes, J., Mateus, R., Gervásio, H., Silva, S. M., & Bragança, L. (2019). Passive strategies used in Southern Portugal vernacular rammed earth buildings and their influence in thermal performance. *Renewable Energy, 142*, 345-363. https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.04.098

• Han, J., Zhang, G., Zhang, Q., Zhang, J., Liu, J., Tian, L., Zheng, C., Hao, J., Lin, J., Liu, Y., & Moschandreas, D. J. (2007). Field study on occupants thermal comfort and residential thermal environment in a hot-humid climate of China. *Building and Environment, 42*(12), 4043-4050. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.06.028

• Indraganti, M. (2010). Behavioral adaptation and the use of environmental controls in summer for thermal comfort in apartments in India. *Energy and Buildings, 42*(7), 1019–1025. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.01.014

• Li, T., Horton, R. M., Bader, D. A., Liu, F., Sun, Q., & Kinney, P. L. (2018). Long-term projections of temperature-related mortality risks for ischemic stroke, hemorrhagic stroke, and acute ischemic heart disease under changing climate in Beijing, China. *Environment International, 112*, 1-9. https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.12.006

• Liu, J., Wang, L., Yoshino, Y., & Liu, Y. (2011). The thermal mechanism of warm in winter and cool in summer in China traditional vernacular dwellings. *Building and Environment, 46*(8), 1709–1715. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.02.012

• Rijal, H. B. (2021). Thermal adaptation of buildings and people for energy saving in extreme cold climate of Nepal. *Energy and Buildings, 230*, 110551. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110551

• Rijal, H., Yoshida, H., & Umemiya, N. (2010). Seasonal and regional differences in neutral temperatures in Nepalese traditional vernacular houses. *Building and Environment, 45*(12), 2743–2753. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.06.002

• Shao, N., Ma, L., & Zhang, J. (2018). Study on the rural residence heating temperature based on the residents' behavior pattern in South Liaoning province. *Energy and Buildings, 174*, 179-189. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.06.023

• Soleymanpour, R., Parsaee, N., & Banaei, M. (2015). Climate comfort comparison of vernacular and contemporary houses of Iran. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 201*, 49–61. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.08.118

• Toe, D. H. C., & Kubota, T. (2015). Comparative assessment of vernacular passive cooling techniques for improving indoor thermal comfort of modern terraced houses in hot–humid climate of Malaysia. *Solar Energy, 114*, 229–258. https://doi.org/10.1016/j.solener.2015.01.035

• Xiong, Y., Liu, J., & Kim, J. (2019). Understanding differences in thermal comfort between urban and rural residents in hot summer and cold winter climate. *Building and Environment, 165*, 106393. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106393

• Yan, H., Yang, L., Zheng, W., He, W., & Li, D. (2016). Analysis of behaviour patterns and thermal responses to a hot–arid climate in rural China. *Journal of Thermal Biology, 59*, 92–102. https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2016.05.004

• Yu, W., Li, B., Yao, R., Wang, D., & Li, K. (2017). A study of thermal comfort in residential buildings on the Tibetan Plateau, China. *Building and Environment, 119*, 71-98. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.04.009

• Zakaria, M. A., Kubota, T., & Toe, D. H. C. (2015). The effects of courtyards on indoor thermal conditions of Chinese Shophouse in Malacca. *Procedia Engineering, 121,* 468-476. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.1094

• Zhang, Z., Zhang, Y., & Jin, L. (2018). Thermal comfort in interior and semi-open spaces of rural folk houses in hot-humid areas. *Building and Environment, 128*, 336–347. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.10.028

COPYRIGHTS
Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the Bagh-e Nazar Journal. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

نحوهٔ ارجاع به این مقاله:
خلیفه‌ای، رضوان؛ محمودی زرندی، مهناز و مهدیزاده سراج، فاطمه. (۱۴۰۴). تأثیرات فضاهای بسته و نیمه‌باز انتقالی خانه‌های مسکونی بر آسایش حرارتی انسان در اقلیم گرم‌وخشک ایران (کرمان). *باغ نظر*، ۲۲(۱۴۲)، ۵۷-۷۰.

DOI: 10.22034/BAGH.2025.485720.5694
URL: https://www.bagh-sj.com/article_215433.html