

مروری بر آسایش حرارتی در فضاهای واسطه بسته فضاهای آموزشی اقلیم گرم و خشک^۱

ساناز مطلایی^۱، مقدی خدابخشیان^{۲*}، فاطمه السادات مجیدی^۳، مهدیه آبروش^۴

^۱ پژوهشگر دکتری، گروه معماری، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.
^۲ استادیار، گروه معماری، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.. نویسنده مسئول.
^۳ استادیار، گروه معماری، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران..
^۴ استادیار، دانشکده معماری، دانشکده‌گان هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۳/۱۲/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۰۱

چکیده

آسایش حرارتی در فضاهای واسطه بسته، یکی از موضوعات کلیدی در طراحی معماری است که بر کیفیت استفاده و بهره‌وری این فضاها و همچنین مصرف انرژی ساختمان‌ها تأثیر مستقیم دارد. این پژوهش با هدف بررسی ویژگی‌ها و الزامات آسایش حرارتی در فضاهای واسطه بسته مراکز آموزش عالی در اقلیم گرم و خشک ایران انجام شده است. در این راستا، سوالات اصلی پژوهش شامل موارد زیر است: (۱) تعریف دقیق و استاندارد فضاهای واسطه بسته چیست؟ (۲) نیازهای حرارتی کاربران در این فضاها چگونه است؟ (۳) چه راهکارهایی برای بهینه‌سازی آسایش حرارتی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی این فضاها قابل‌ارائه است؟ روش تحقیق به صورت ترکیبی از مرور سیستماتیک منابع، تحلیل‌های قیاسی، و مطالعات موردی طراحی شده است. داده‌ها از پایگاه‌های معتبر علمی جمع‌آوری شده و با استفاده از مدل‌های تطبیقی و آزمایشگاهی تحلیل شده‌اند. یافته‌ها نشان می‌دهد که کاربران در این فضاها انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به تغییرات دمایی نشان می‌دهند و استانداردهای موجود به دلیل ویژگی‌های خاص این فضاها، نیازمند بازنگری هستند. لذا، استانداردهای موجود که برای فضاهای اصلی آموزشی وضع شده‌اند و استفاده از مدل آزمایشگاهی پی-ام-وی، نمی‌تواند برای این فضاها به دلیل ماهیت متفاوت (از نظر مدت زمان استفاده، مکان قرارگیری این فضاها، فعالیت افراد در این فضاها و نوع پوشش متفاوت) با فضاهای اصلی، مورد استفاده قرار گیرد. این پژوهش، با تأکید بر طراحی اقلیمی و استفاده از فناوری‌های ترکیبی، ضرورت استانداردسازی آسایش حرارتی در فضاهای واسطه بسته مراکز آموزشی را بر اساس مدل سازگاری نشان می‌دهد.

■ **واژگان کلیدی:** فضای واسطه بسته، آسایش حرارتی، ادراک حرارتی، مدل آسایش حرارتی، فضاهای آموزشی.

* نویسنده مسئول: neg.kh@khuisf.ac.ir

^۱ این مقاله مروری، مستخرج از رساله دکتری نویسنده اول با عنوان «ارزیابی تأثیر آسایش حرارتی بر رفتار افراد در فضاهای بسته واسطه آموزشی با استفاده از مدل سازگاری (نمونه موردی: دانشگاه صنعتی اصفهان) می‌باشد که در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) در دانشکده معماری و شهرسازی انجام شده است.

■ مقدمه

احساس آسایش فاکتورهای مختلفی دارد. از جمله این فاکتورها می توان به آسایش حرارتی اشاره کرد؛ زیرا، تا زمانی که در یک فضا شرایط مطلوب حرارتی وجود نداشته باشد فرد نمی تواند از آن فضا به نحوه احسن استفاده کند و همچنین از بودن در آن فضا، لذت ببرد. همین امر بر بازدهی و عملکرد آن فضا تاثیر می گذارد. با ایجاد آسایش حرارتی در فضا می توان کیفیت حرارتی در محیط ایجاد کرد (معرفت و امیدوار، ۱۳۹۲). در ایران محدوده آسایش حرارتی همواره بر اساس مدل های خارج از کشور تعیین شده و لذا طراحی های معماری بر اساس پیش فرض هایی که صحت آنها بررسی نشده است صورت می گیرد. در نتیجه این امر، بار سرمایشی و گرمایشی که قبل از طراحی تخمین زده شده، ممکن است با نتایج واقعی بسیار فاصله داشته باشد. عدم آگاهی از محدوده آسایش حرارتی واقعی باعث می شود افراد استفاده کننده رفتارهای حرارتی متفاوتی از خود نشان دهند و سعی کنند با تغییر شرایط محیط حرارتی شرایط رضایت از محیط را برای خود تامین کنند. اگر مطالعات آسایش حرارتی با در نظر گرفتن احساسات و ترجیحات استفاده کنندگان باشد و محدوده آسایش با در نظر گرفتن نقش فرد و ایجاد فرصت های سازگاری حرارتی با محیط باشد می توان در همان مراحل اولیه طراحی ساختمان، تخمین صحیح تری از شرایط محیط حرارتی داشت و لذا، بارهای سرمایشی و گرمایشی با دقت بیشتری تعیین شود.

معمار در گستره ای چشمگیر به خواسته های انسانی توجه می کند و راه حل های خود را با محوریت او به اجرا می گذارد. در این میان ، آسایش حرارتی به عنوان یکی از مهمترین نیازها، همواره در کانون توجه معماران قرار دارد و این نه تنها از نظر توجه به انسان، بلکه از آن جهت است که مهندس طراح را به استفاده از روش های غیرفعال^۱ و استفاده حداقلی از روش های فعال^۲ برای ایجاد آسایش در ساختمان ، راهنمایی می کند (مور، ۱۳۸۲). صرفه جویی در مصرف انرژی، ایجاد کیفیت مناسب هوای داخل و آسایش برای انجام فعالیت های گوناگون ، ره آورد های توجه به چنین بررسی هایی است. آسایش حرارتی در ارتقا کیفیت زندگی، موثر است و زمانی بشر از توانایی های خود می تواند استفاده کند که در محیط مطلوب آسایشی باشد (حسنی لیچایی و همکاران، ۱۴۰۱). ایجاد آسایش در فضاها، نقش مستقیمی در میزان استفاده از آن ها و رفتار و نوع حضور افراد دارد. هر یک از عوامل محیطی از طریق متغیرهایی مانند سرما، گرما، صوت و نور بر حواس انسان تاثیر می گذارند و این پاسخ به محرک های محیطی است که تعیین کننده میزان آسایش است. هرچند عوامل موثر بر آسایش، وزن ندارند، اما اکثر مطالعات بر اهمیت شرایط حرارتی به عنوان یکی از مهمترین موضوعات بر رضایت از فضا و مهمترین معیار آسایش عمومی تاکید دارند (سعادت جو، ۱۳۹۷) و محاسبه آسایش حرارتی را مقدم بر آسایش صوتی و بصری فرض نموده اند (Oral et al. 2004). در ایران محدوده آسایش حرارتی همواره بر اساس داده های خارجی تعیین شده و همواره طراحی های معماری بر اساس پیش فرض هایی که صحت آنها بررسی نشده است صورت می گیرد. این امر باعث می شود بار سرمایشی و بار گرمایشی که قبل از طراحی تخمین زده می شود، بعد از اجرا با واقعیت هم خوانی نداشته باشد. عدم آگاهی از محدوده آسایش حرارتی واقعی باعث می شود که افراد استفاده کننده از فضا، رفتارهای حرارتی متفاوتی از خود نشان دهند و سعی می کنند با تغییر محیط در حد امکان (مانند باز و بسته نمودن بازشوها ، کم و زیاد کردن تجهیزات تبادل حرارتی، تغییر مکان خود و یا تغییر مبلمان در فضا)، شرایط آسایش حرارتی را برای خود فراهم نمایند. این رفتارها نشان از عدم هماهنگی بین نیاز های استفاده کنندگان و محیط حرارتی می باشد. این در حالی است که اگر مطالعات آسایش حرارتی با در نظر گرفتن احساسات و ترجیحات حرارتی استفاده کنندگان باشد و محدوده آسایش با در نظر گرفتن نقش فرد و ایجاد فرصت های سازگاری با محیط باشد،

می‌توان در همان مراحل اولیه طراحی ساختمان، تخمین صحیح‌تری از شرایط محیط حرارتی داشت و بارهای سرمایشی و گرمایشی را با دقت بیشتری تخمین زد.

با این حال، با وجود این موانع دلایل زیادی برای بررسی بیشتر شرایط آسایش حرارتی در فضای واسط وجود دارد. اولاً، بسیاری از فعالیت‌های تفریحی و فرهنگی و رویدادهای مهم در فضاهای واسط (مانند رویدادهای فرهنگی، نمایشگاه‌ها، فعالیت‌های اوقات فراغت) برگزار می‌شود. ثانیاً، فعالیت‌های حساس‌تر به آب و هوا در بخش خدمات، مانند رستوران‌ها و کافه‌ها، فضای کاری خود را در فضاهای واسط قرار می‌دهند. سوم، بهبود صرفه جویی در انرژی فضای واسط و در نتیجه کل ساختمان. اتفاق می‌افتد.

سازگاری حرارتی، از مهمترین عوامل موثر بر ادراک آسایش حرارتی است (قیابکلو، ۱۳۸۹) که در مطالعات مربوط به فضاها، بارها تایید شده است. مدتی است که محققان در سراسر دنیا به موضوع آسایش حرارتی می‌پردازند ولی در این میان خلا مطالعه روی آسایش حرارتی در فضاهای واسط بسته ساختمان‌ها (فضایی که تحت تاثیر آب و هوای بیرون از ساختمان قرار دارد اما از نظر معماری، جداره (هایی) از آن، توسط یک ساختمان محدود شده است)، وجود دارد و هنوز استاندارد آسایش حرارتی خاص این فضاها اعلام نشده است. همچنین با مطالعه روی تحقیقات گذشته، خلا مطالعه میدانی در این زمینه، بیشتر مشخص گردید و اکثر محققان کار روی مطالعه آسایش حرارتی فضاهای واسط را جهت پژوهش‌های آتی، پیشنهاد داده اند (Nicol et al., 2012; Park et al., 2014; Pitts, 2013, etc.).

ارزان بودن انرژی، عدم توجه به نیاز استفاده کنندگان، استفاده از استانداردهای خارجی در تعیین محدوده آسایش حرارتی، تخمین غیردقیق بارهای سرمایشی و گرمایشی و استفاده از پیش فرض‌های ناصحیح، از جمله مواردی است که باعث مصرف بی‌رویه انرژی در بخش ساختمان شده است. اما اگر به این مسئله در طراحی فضاهای معماری توجه شود و به اهمیت تعیین این متغیرها در فضاهای معماری از طریق تعیین محدوده آسایش حرارتی برای هر فضا با توجه به کاربری آن پرداخته شود؛ شاید بتوان بار دیگر روند تفکر معماری بومی را احیاء کرد.

در ایران، اغلب پژوهش‌ها بر آسایش حرارتی ساختمان‌های سنتی و مسکونی متمرکز بوده و کمتر به فضاهای عمومی مانند مراکز آموزشی پرداخته شده است. این در حالی است که فضاهای واسط بسته مانند لابی‌ها، کریدورها و آتریوم‌ها، با ویژگی‌های خاص خود، نقشی حیاتی در بهبود تعامل حرارتی بین فضای داخلی و محیط بیرونی ایفا می‌کنند. لذا، با توضیحات ذکر شده، سوالات اصلی پژوهش به شرح زیر تعریف شده‌اند:

۱. تعریف فضاهای واسط بسته و ویژگی‌های کلیدی آن‌ها چیست؟
۲. نیازهای حرارتی و رفتاری کاربران در این فضاها چگونه ارزیابی می‌شود؟
۳. چه راهکارهایی برای کاهش مصرف انرژی و بهبود آسایش حرارتی در این فضاها قابل‌ارائه است؟

این مطالعه با تاکید بر اقلیم گرم و خشک ایران، بر آن است تا با تحلیل رفتار کاربران و شناسایی مدل‌های موثر آسایش حرارتی، راهکارهای طراحی مناسب را ارائه دهد. هدف اصلی این پژوهش، بازنگری در استانداردهای موجود و معرفی استراتژی‌های طراحی اقلیمی با تاکید بر کاهش مصرف انرژی و افزایش رضایت کاربران در فضاهای واسط بسته مراکز آموزشی است.

با بررسی مطالعات پیشین فضاهای واسطه بسته و بررسی و تحلیل فضاهای انتخابی، مشخص می شود که فضایی که جهت تحلیل بکار می رود می باید علاوه بر ویژگی مرزی بین فضای داخلی و خارجی و واسطه بودن، دارای ویژگی های زیر نیز باشد:

- کاربردی باشد و در روزگار معاصر جهت رویدادها و مراسم مختلف مورد استفاده باشد (لابی، فضای آتریوم، پیلوتی، حیاط مرکزی، بالکن).
- به دلیل رفع محدودیت ها مثل حریمیت و اشراف به تکمیل صحیح پرسشنامه ها می باید، فضایی با کاربری عمومی باشد (همه کاربری ها به جز مسکونی)
- به دلیل محدودیت زمانی، فضای انتخابی از نظر کاربری، افراد سالم از نظر جسمی و روحی را پوشش دهد (تمام کاربری ها به جز درمانی)
- جهت بررسی تاثیر فعالیت های مختلف، بهتر است چند عملکردی باشد و افراد حاضر در آن مکان به فعالیت های مختلفی مشغول باشند مانند نشستن، راه رفتن، صحبت کردن، خوردن و آشامیدن و غیره. مانند فضای آتریوم، لابی های بزرگ، پیلوتی ها، بال های بین دو ساختمان و فضاهایی از این قبیل)
- ترجیحا بتواند مردمانی از فرهنگ ها و آداب و رسوم مختلف و اقلیم های مختلف را در خود جای دهد تا بتوان تاثیر فرهنگ و تاثیر تجربه ذهنی حرارتی کوتاه مدت و بلند مدت روی آسایش حرارتی را بررسی نمود (فرهنگسراها، فضاهای دانشگاهی، هتل ها، ترمینال های مسافری).
- همه نمونه ها در خرد اقلیم یکسانی باشد (محوطه دانشگاهی، ساختمان های محوطه ترمینال مسافری و مواردی از این قبیل)
- از نظر فضا مانند باز، نیمه باز و بسته بودن و مشخصات معماری مانند جهت گیری ساختمان در سایت و جنس جداره ها و نوع شیشه ها و غیره، ویژگی مشترک داشته باشد تا قابل تعمیم به نمونه های مشابه باشد و در طرح های آینده بتوان از آن ها استفاده نمود.
- برای محقق قابل دسترس در زمان و روزهای مختلف سال باشد.
- پر رفت و آمد باشد (لابی ورودی، بال های بین دو ساختمان اصلی، رواق ها و مواردی از این قبیل).

با توجه به تجزیه و تحلیل های انجام گرفته و مباحثی که در قسمت پیشین در رابطه با آن ها بحث شد، فضاهای واسطه آموزشی جهت بررسی آسایش حرارتی در فضاهای واسطه بسته انتخاب شد.

■ روش مطالعات آسایش حرارتی

از اوایل قرن بیستم، دو روش اصلی در مطالعات آسایش حرارتی معمول شد: مطالعات آزمایشگاهی^۲ و مطالعات میدانی^۳. در مطالعات آزمایشگاهی، افراد تحت شرایط خاص و کنترل شده ای مورد پرسش قرار می گیرند اما سنجش متغیرهای محیطی و اختصاصی انجام نمی شود و در شرایط اتاق آزمایشگاهی آن ها را ثابت نگه می دارند. متغیر اصلی در این روش، احساس حرارتی است که اطلاعات آن به کمک پرسشنامه از افراد، به دست می آید. در واقع فراهم نمودن شرایط خاص برای بعضی از آزمایش ها که در شرایط میدانی قابل حصول نیست، مزیت استفاده از اتاق های آب و هوایی است. روش کار بر این اساس است که متغیرهای محیطی مانند دما، جریان هوا و رطوبت در این فضای محدود، کنترل شده و سپس از افراد درخواست می شود تا با لباس و فعالیت از پیش تعیین شده و کنترل شده، به پرسشنامه ها در زمان های مشخصی پاسخ دهند. به دلیل اینکه در اتاق

^۲Laboratory Studies

^۳Field Studies

آزمایش می توان متغیرها را تغییر داد، پس ترکیب های گوناگون و مناسبی از دما، رطوبت و جریان هوا را می توان ایجاد نمود و این مسئله، امتیاز مطالعات در شرایط محدود اتاق آب و هوایی است. نتایج آزمایش در چنین اتاق هایی که با شرایط ثابت حرارتی، رطوبتی و وزشی کنترل می شوند، نتایجی در شرایط ایستا(پایدار) هستند و به همین جهت نباید به سلامت و صحت نتایج اعتماد و اطمینان کافی داشت ولی پژوهش در اتاق آزمایشگاهی، بینش اساسی از شرایط انسان و سیستم ترموفیزیولوژی برای مطالعات به پژوهشگر عرضه می کند(حیدری، ۱۳۹۳). در مطالعات میدانی، افراد در دنیای واقعی و بدون تغییر در شرایط محیطی مورد پرسش قرار می گیرند. در زمان تکمیل پرسشنامه ها، متغیرهای محیطی مانند دما، رطوبت و میزان سرعت باد هم اندازه گیری می شوند. در پژوهش های میدانی، شرایط دینامیکی یا غیر ایستا حاکم است؛ زیرا مطالعه در ساختمان های واقعی و بدون هیچ تلاشی در کنترل مصنوعی شرایط انجام می گیرد. در مطالعات میدانی، پژوهشگر در زمان استفاده از روش های آماری برای به دست آوردن شرایط آسایش، دچار مشکل می شود. او باید در تجزیه و تحلیل رگرسیونی^۴، نظرهای ناشی از پرسشنامه را به عنوان متغیر وابسته و اندازه متغیرهای آب و هوایی را به عنوان متغیر مستقل به کار گیرد؛ در حالیکه مردم نسبت به تغییرات آب و هوایی واکنش های فعالی دارند. به عنوان مثال لباس و نوع پوشش خود را تغییر می دهند، فعالیت خود را عوض می کنند، در نحوه نشستن تغییر ایجاد می کنند. در نتیجه نمی توان گفت که متغیرهای آب و هوایی از نوع مستقل هستند.

■ پیشینه پژوهش

تعریف آسایش در طول زمان با ظهور تکنولوژی ها و استراتژی های جدید و کنترل بالاتر افراد بر محیط پیرامون تغییر کرده است. در ابتدا آسایش تنها به مفهوم " شرایط قابل تحمل و کافی" بود و تجملات را به دنبال نداشت. در قرن نوزدهم، آسایش محیطی با روشنایی، گرما و تهویه ارتباط یافت (سعادت جو، ۱۳۹۷). درباره کاربرد آسایش حرارتی به معنای امروزی، می توان گفت که این اصطلاح تا قبل از انقلاب صنعتی به عنوان مبحثی کاربردی نبود و دلیل آن را شاید بتوان در دسترس نبودن ابزارهای لازم برای کنترل و تغییر شرایط دمایی در داخل ساختمان ها دانست. همچنین قبل از انقلاب صنعتی، تجهیزات امروز گرمایشی و سرمایشی وجود نداشت؛ از این رو اگر مردم احساس سردی می کردند، لباس خود را بیشتر کرده، غذای گرم می خوردند، به آتش و فضاها گرم تر پناه می بردند. وقتی احساس گرمی داشتند، تغییر مکان داده، از بادبزنی استفاده کرده یا لباس خود را کم می کردند. پس در این دوران (قبل از انقلاب صنعتی)، آسایش حرارتی مقوله ای نبوده که در مقام نظریه و روش، برای آن بتوان جایگاهی تصور کرد (حیدری، ۱۳۹۳). با پیشرفت چشم گیر علوم و فناوری، عرصه های فعالیت افراد در جامعه گسترده تر شد. از سوی دیگر سطح توقعات افراد و نیاز آن ها به ایجاد شرایط آسایش در محیط های مسکونی، اداری، کارگاهها و غیره محسوس تر می شود.

یکی از اولین تحقیقات انجام شده در این زمینه، پژوهش جیتکاجورنویچ و همکارانش (Jitkhajornwanich et al., 1998) بود که در آسایش حرارتی فضاها واسط مدارس بانکوک را در فصل سرد مورد مطالعه قرار دادند و به وسیله اندازه گیری میدانی و پرسشنامه به این نتیجه رسیدند که دمای خنثی برای تمام نمونه ها ۲۷٫۱ درجه سانتی گراد و دمای قابل قبول بین ۲۵٫۵ تا ۳۱٫۵ درجه سانتی گراد می باشد.

در سال ۲۰۰۴، چون و همکاران (Chun et al., 2004)، در مقاله ای مروری تحت عنوان " آسایش حرارتی در فضاها واسط "، سه دسته فضای واسط شامل دو لابی، دو بالکن و دو پوویون فضای باز را در یوکاماهای ژاپن انتخاب نمودند و متغیرهای

^۴Regression Analysis

فیزیکی شامل دما، رطوبت نسبی، دمای کروی، تشعشع خورشیدی و سرعت هوا را در دو دوره بلند مدت سه روزه و کوتاه مدت به صورت ساعتی، بررسی نمودند. همچنین در این پژوهش، رفتار افراد توسط مشاهده ثبت گردید. ایشان جهت سنجش دمای خارج از ایستگاه هواشناسی سایت مورد مطالعه استفاده نمودند. سپس جهت سنجش آسایش حرارتی، از شاخص PMV و SET* استفاده نمودند و ادعا کردند با اینکه این شاخص ها جهت پیش بینی آسایش حرارتی فضای داخل استفاده می شود، جهت مقایسه شرایط محیطی داخل، فضای انتقالی و فضای خارج از این شاخص ها استفاده کردند تا بتوانند روش جدیدی را برای آسایش حرارتی فضای انتقالی در این اقلیم ارائه دهند. همچنین مقادیر عایق لباس (CLO) و میزان فعالیت (Met)، بر اساس مشاهده ثبت گردیدند. در نهایت به این نتیجه رسیدند که شاخص PMV نمی تواند برای پیش بینی آسایش حرارتی فضاهای واسط مناسب باشد.

همچنین پیتز و جاسمی، ۲۰۰۷^[۱۱] رفتار حرارتی کاربران را در فضاهای آتریوم شهر بانکوک، مورد مطالعه قرار دادند. این محققان با تجزیه و تحلیل حرارت با استفاده از معادلات PMV و الگوریتم های اشری، به این نتیجه رسیدند که کاهش میزان مصرف انرژی جهت انرژی گرمایشی بیشتر از انرژی سرمایشی است (Pitts & Jasmi, 2007).

کی جی وانگ و همکارانش^[۱۲] در سال ۲۰۰۹، آسایش حرارتی را در فضاهای انتقالی بسته بررسی نمودند. آن ها فضای لابی آسانسور ساختمانی دولتی در مالزی را برای این منظور انتخاب نمودند و دلیل انتخاب این فضا را اینگونه توضیح دادند که این فضا به دلیل ویژگی های منحصر به فرد انتخاب شد که یکی از آن ها فرم و پلان معمول ساختمان های اداری در مالزی است و دیگر علت استفاده مکرر به دلیل اتصال به فضاهای داخلی پر اهمیت و حضور افراد زیادی از در این فضا می باشد. همچنین در مناسبت های خاص از این فضا زیاد استفاده می شود (Kwong et al., 2009).

هیو و جیانگ^[۱۳] در سال ۲۰۱۴، برای بررسی آسایش حرارتی در فضاهای واسط، فضاهای نیمه باز و کریدور های کاملاً بسته را در محوطه دانشگاهی در هنگ کنگ انتخاب نمودند و دلیل این انتخاب را استفاده زیاد کاربران از این فضاها در طول روز عنوان کردند (Hui & Jiang, 2014).

وارگاس و استونسان^[۱۴] ۲۰۱۶، قصد داشتند، تجربه آسایش حرارتی فصول را در ادراک آسایش حرارتی و تجربه کوتاه مدت از فضا، مورد بررسی قرار دهند. در نتیجه سه مدرسه را انتخاب کردند که لابی آن ها دارای تهویه طبیعی بود. بررسی آن ها نشان داد که تجربه ذهنی بلند مدت افراد از فصول مختلف و انتظارات دمایی، در درک آسایش حرارتی از فضای حاضر نیز تاثیر گذار است. این پژوهشگران ادعا کردند که الگوهای درک حرارتی را می توان در کارهای میدانی شناسایی کرد و می توان با استفاده منطقی از فضاهای لابی، درک گرمایی افراد را در جهت مثبت تغییر داد (Vargas & Stevenson, 2016).

در سال ۲۰۱۶، هو^[۱۵] رساله دکتری خود را با موضوع آسایش حرارتی در فضاهای واسط دفاع نمود. او در رساله خود روش کار را بر پایه کار میدانی و پرسشنامه قرار داده است و بیان می کند علت انتخاب این شیوه اینست که بتوان در اقلیم ها و شرایط مشابه به راحتی آن را بسط داد و از نتایج آن استفاده نمود و این در حالی است که مطالعاتی که در اتاقک های کنترل شده آزمایشگاهی انجام می گیرد، چنین قابلیت را ندارند. او جهت مطالعه فضاهای واسط، سه ساختمان عمومی دارای تهویه مطبوع و تهویه طبیعی را انتخاب نمود. دو ساختمان موسسه آموزشی و یک ساختمان موسسه فرهنگی است. ویژگی مشترک این فضاهای واسط، اتصال آن ها با در اصلی است ضمن اینکه دارای پنجره های سرتاسری متصل به فضای بیرونی هستند و همینطور محل قرارگیری کافه تریا ها و فروشگاه ها هستند. پس این سه فضاهای واسط در واقع دارای ویژگی چندمنظوره هستند و علاوه بر اینکه به عنوان فضای عبوری مورد استفاده قرار می گیرند، فضای استراحت، خوردن، آشامیدن، قرار ملاقات،

مطالعه و یا حتی کار می باشند. کاربران در این فضاها، هیچ کنترلی بر عوامل اقلیمی ندارند و این بدان معناست که باز و بسته شدن پنجره ها یا درها و دمای سرمایش گرمایش برای کاربران قابل تغییر نیست (Hou, 2016).

در سال ۲۰۲۱، پژوهش میدانی دیگری بر اساس آسایش حرارتی تطبیقی در کلاس های مقطع ابتدایی کشور اسپانیا در فصل تابستان با انجام رسید. این پژوهشگران، ادراک حرارتی دانش آموزان ۱۰-۱۱ ساله را مورد سنجش قرار دادند. بیشتر افراد تمایل داشتند در تابستان هوای خنک تری از آنچه تجربه می کنند برای آن ها فراهم شود. از مهمترین رفتارها جهت رسیدن به آسایش حرارتی، باز نمودن پنجره و روشن نمودن فن بود (Aparicio-Ruiz & Munuzuri, 2021).

لی و همکارانش در سال ۲۰۲۵، طی مطالعه ای به بررسی آسایش حرارتی موقتی در فضاهای انتقالی با تهویه طبیعی، که ارتباط بین فضاهای داخلی تهویه شده و محیط های بیرونی طبیعی را فراهم می آورد، در مناطق سرد کشور چین پرداخته اند. تغییرات دمایی در این فضاها تأثیر زیادی بر آسایش حرارتی افراد هنگام ورود یا خروج از ساختمان ها دارد. نتایج نشان داد که استانداردهای موجود مانند اشری ۲۰۲۳-۵۵ و استانداردهای چینی نمی توانند به طور مستقیم برای ارزیابی آسایش حرارتی در این فضاها در مناطق سرد تابستانی اعمال شوند. یافته های پژوهش ایشان می تواند به بهبود استراتژی های طراحی و بازسازی ساختمان ها در مناطق سرد کمک کند (Li et al, 2025).

در کشور ایران نیز، در سال های اخیر، پژوهش هایی در رابطه با آسایش حرارتی به روش سازگاری انجام شده است. غفاری در سال ۱۳۹۸ مطالعاتی را در زمینه سازگاری حرارتی در فضاهای آموزشی انجام داد. ایشان با مطالعه میدانی و ثبت پرسشنامه در فضاهای دانشکده معماری و شهرسازی تبریز، مطالعات گسترده ای روی ویژگی های فردی افراد مانند خلق و خو و طبع آن ها روی سازگاری حرارتی انجام دادند (غفاری، ۱۳۹۸).

در سال ۱۳۹۹، بنزاده و همکاران تأثیر سابقه ذهنی کوتاه مدت و بلندمدت کاربران دانشکده مدیریت دانشگاه شیراز را در ادراک آسایش حرارتی مورد سنجش و بررسی قرار دادند. نتایج مطالعات ایشان، مشخص نمود که سابقه ذهنی کوتاه مدت و بلندمدت افراد می تواند در پاسخ های حرارتی فرد، به طور خاص، ترجیح حرارتی اثرگذار باشد (بنزاده و همکاران، ۱۳۹۹). همچنین، در سال های اخیر برخی پژوهشگران داخل کشور به بررسی آسایش حرارتی در فضاهای واسطه باز پرداخته اند. به عنوان مثال، میرایی برای پایان نامه کارشناسی ارشد خود، در مورد انواع بهینه بالکن از نظر آسایش حرارتی و تهویه طبیعی مطالعه انجام داد (میرایی، ۱۳۹۳). سحرابی در سال ۱۳۹۴، کارایی اقلیمی ایوان در فضاهای سنتی اقلیم گرم و خشک را مورد مطالعه قرار داد (سحرابی، ۱۳۹۴) و مجیدی در سال ۱۳۹۷، مدلی برای آسایش حرارتی در فضاهای باز اقلیم گرم و خشک اصفهان ارائه داد (مجیدی، ۱۳۹۷). اخلاقی نژاد و باقری سبزواری، آسایش حرارتی فضاهای واسطه باز را در فرم های مختلف حیاط اقلیم سرد و خشک مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان می دهند که حیاط مرکزی محصور، فرم محافظت شده تری در مقابل باد و تابش در این اقلیم سرد و نیمه خشک است و از نظر آسایش حرارتی، در شاخص های UTCI و PET به ترتیب، ۴/۸۸ و ۷/۷۳ درجه سانتیگراد در انقلاب تابستانی و ۴/۰۱ و ۱/۲۸ درجه سانتیگراد در انقلاب زمستانی نسبت به حیاط U شکل نزدیک تر به محدوده آسایش حرارتی است (اخلاقی نژاد و باقری سبزواری، ۱۴۰۲).

همچنین، مطالایی در سال ۱۴۰۳، در تحقیقات میدانی مرتبط با رساله دکتری خود (در حال انجام)، که با موضوع آسایش حرارتی در فضاهای واسطه ساختمان های با کاربری آموزش عالی و از طریق ثبت پرسشنامه ها و دیتالاگرها انجام شده است، به نتایج زیر دست یافت:

۱. دمای خنثی فضاهای واسطه بسته در مطالعات میدانی کمتر از دمای خنثی تعیین شده در مطالعات آزمایشگاهی است.

۲. در صورتی که فضاهای واسط بسته در ساختمانی دارای تهویه مکانیکی باشند، مهندسان معمولاً این فضاها را همانند فضاهای اصلی، سرد و گرم می‌کنند. در حالی که یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد افراد در این نوع فضاها اغلب پوششی مشابه فضای بیرون دارند و بسیاری از متغیرهای حرارتی را می‌توان در این فضاها کنترل کرد.
۳. نوع فعالیت افراد در فضاهای واسط بسته، تأثیر مستقیمی بر احساس آسایش حرارتی آن‌ها دارد.

به طور کلی، نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در اقلیم گرم و خشک، دمای خنثی در فضاهای واسط بسته باید به میزان ۰٫۳۵ درجه سانتی‌گراد کمتر از فضاهای اصلی در نظر گرفته شود. این تغییر می‌تواند تأثیر چشمگیری بر کاهش مصرف انرژی کل ساختمان در طول سال داشته باشد.

علاوه بر این، مطالعه بر روی فضاهای واسط بسته در کاربری آموزش عالی نشان داد که در دوران پسا کرونا، افراد تمایل بیشتری به استفاده از این فضاها با تهویه طبیعی دارند. این موضوع، به ویژه در اقلیم گرم و خشک، به دلیل کاهش تماس مستقیم با تهویه مکانیکی و ارتقای کیفیت هوای داخلی، اهمیت بیشتری یافته است (نگارنده اول، ۱۴۰۳).

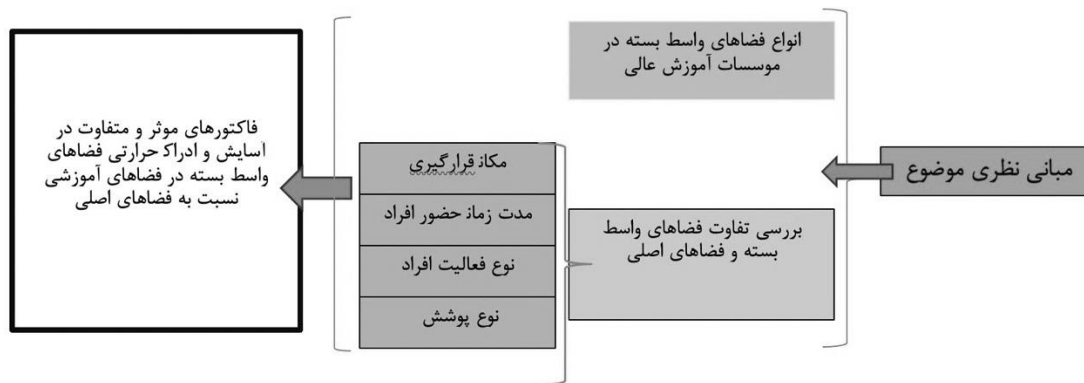
■ روش تحقیق

روش تحقیق این مقاله مروری، به صورت ترکیبی از مطالعات کتابخانه‌ای، تحلیل‌های قیاسی، و مشاهده‌های موردی انجام شده است. هدف اصلی این پژوهش، بررسی شرایط آسایش حرارتی در فضاهای واسط بسته مراکز آموزش عالی است. در مرحله نخست، با مرور گسترده ادبیات تحقیق، منابع معتبر داخلی و خارجی شامل مقالات پژوهشی، پایان نامه‌ها، و استانداردهای بین‌المللی مربوط به آسایش حرارتی و طراحی فضاهای واسط شناسایی و تحلیل شدند. برای جستجوی سیستماتیک منابع، از کلیدواژه‌های مرتبط مانند "آسایش حرارتی"، "فضای واسط بسته"، و "مدل سازگاری حرارتی" استفاده شده و پایگاه‌های علمی نظیر اسکوپس و گوگل اسکولار^{۱۱} مورد بررسی قرار گرفتند. سپس، فضاهای واسط بسته در موسسات آموزش عالی، نظیر لابی‌ها، کریدورها، و آتریوم‌ها، بر اساس مکان قرارگیری، ارتباط حرارتی با محیط بیرونی، و نوع استفاده، شناسایی و دسته‌بندی گردیدند.

در ادامه، عوامل مؤثر بر آسایش حرارتی در این فضاها از جمله مدت زمان حضور، نوع فعالیت، نوع پوشش، و تجربه‌های کاربران مورد تحلیل قرار گرفتند. مدل‌های آسایش حرارتی تطبیقی^{۱۲} و آزمایشگاهی^{۱۳} عنوان چارچوب‌های نظری برای ارزیابی داده‌ها به کار گرفته شدند.

برای ارائه داده‌های عملی و پشتیبانی نظری برای استانداردها و مقررات مرتبط با آسایش حرارتی در فضاهای واسط بسته ساختمان‌های آموزشی، لازم است تأثیر فضای واسط بسته ساختمان بر آسایش حرارتی ساکنان آن روشن شود. همچنین، بررسی امکان کاهش مصرف انرژی ساختمان از طریق طراحی و بهره‌برداری بهتر از فضاهای واسط بسته ضروری می‌باشد. برای دستیابی به این هدف، سوالات مروری زیر در این مطالعه مورد بحث قرار گرفته‌اند:

الف) خلاصه‌سازی توضیحات موجود در مورد فضاهای واسط بسته با بررسی ادبیات مرتبط به منظور ارائه تعریفی دقیق‌تر از این فضاها ب) درک مطالعات مرتبط از نظر نیازهای حرارتی ساکنان در فضاهای واسط بسته ساختمان، از جمله روش‌های تحقیق، مدل‌های ارزیابی آسایش حرارتی، نیازهای حرارتی، رفتار سازگاری حرارتی افراد و تاریخچه آسایش حرارتی. ج) کاوش در استراتژی بهینه‌سازی فضای واسط بسته بر اساس درک بهتر نیازهای آن برای آسایش حرارتی و شناسایی استراتژی‌های بالقوه صرفه‌جویی در انرژی.

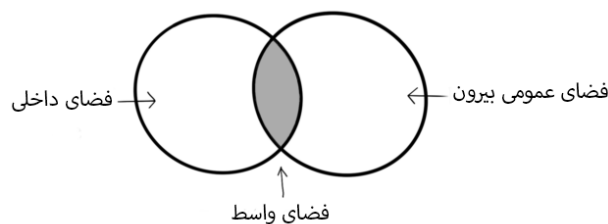


تصویر ۱. مدل مفهومی تحقیق (نگارندگان)

■ مبانی نظری آسایش حرارتی در فضاهای واسط بسته آموزشی

■ فضاهای واسط بسته در معماری و دسته‌بندی آن‌ها

در معماری، فضاهایی که بین فضای داخل و خارج قرار دارند، نه تنها به دلیل ویژگی‌های فیزیکی، بلکه به دلیل داشتن پتانسیل برای ذخیره انرژی مورد توجه هستند و با توجه به سبک زندگی صنعتی در قرون اخیر، نیاز به فضایی که افراد بتوانند با محیط بیرون و طبیعت، ارتباط برقرار کنند، بیشتر شده است. این فضاها که در متن حاضر به عنوان "فضای واسط"، نامگذاری شده‌اند، از نظر محل قرارگیری، در واقع پلی بین محیط بیرون و درون ساختمان هستند (تصویر ۲)، که می‌توانند آب و هوای تعدیل شده‌ای داشته باشند و لذا شرایط محیطی متنوعی دارند (Pitts, 2013).



تصویر ۲. فضاهای واسط بسته، فضاهای میانی هستند که بین فضای عمومی بیرون و فضاهای خصوصی داخلی قرار دارند.

(نگارندگان، بر اساس مطالعات، ۱۴۰۳)

این فضاها، از نظر وسعت و کاربری، به مراتب بزرگتر از فضاهایی هستند که صرفاً نقش جلوخان در ورودی یا عبور و مرور را داشته باشند و پتانسیل تبدیل شدن به فضایی کاربردی را دارند (تصویر ۳). از طرفی دیگر، در ساختمان‌های امروزی، فضاهای واسط و انتقالی، فقط به جهت عبور و مرور استفاده نمی‌شوند بلکه به عنوان فضاهایی چندمنظوره تلقی می‌شوند که در ساختمان‌های آموزشی، تجاری، فرهنگی، تفریحی و پایانه‌های مسافری و غیره، علاوه بر عبور و مرور، به عنوان فضای محاوره و گفتگو، فعالیت‌های آموزشی، محل کافی شاپ‌ها و رستوران‌ها، محلی برای قرارهای ملاقات کاری و یا صرفاً جهت لذت بردن از طبیعت، می‌باشند.



تصویر ۳. تفاوت فضای جلوخان در ورودی، فضای عبوری و فضاهای واسط
(Srivastava, 2007)

به صورت یک تعریف کلی، فضای واسط فضایی است که فرایند تغییر از یک شرایط محیطی به شرایط محیطی دیگر را پردازش می کند و در بین فضا های بیرونی و داخلی قرار دارد. همچنین، به عنوان فضای بافر و ارتباطات فیزیکی عمل می کند. این نوع فضا، به غیر از این که به عنوان مسیرهای عبوری برای ساختمان کاربردی است، بخش جدایی ناپذیر هر ساختمان عمومی را تشکیل می دهد و حجم قابل توجهی از یک ساختمان را به خود اختصاص می دهد (Sallam et al., 2013).

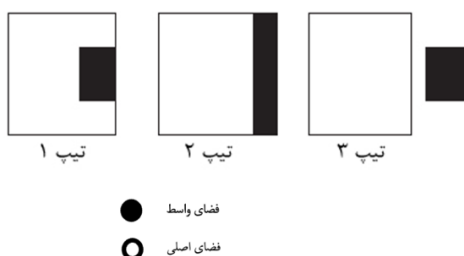
محققان در هنگام ارجاع و استناد به شرایط محیطی داخلی فضا، عبارات مختلفی را به کار می برند. واژه " واسط " اغلب مترادف واژه " گذر " و " فضای انتقالی " آمده است که منجر به سردرگمی در این مورد می شود که آیا در مورد فضای معماری، واکنش و رفتار افراد در فضا و شرایط جسمی و یا حتی ترکیبی از این معانی، صحبت می کنیم. در جدول ۱، واژه هایی که مترادف واژه " واسط " توسط برخی محققان استفاده شده، آمده است. فضاهای واسط، فضاهایی مابین فضاهای داخلی و محیط بیرونی هستند که نقش فضای بافر و نیز ارتباط بین فضاها را بر عهده دارند. جدا از نقش عملکردی این فضاها به عنوان فضای سیرکولاسیون، طراحی این فضاها برای معماران از نظر ویژگی های زیبایی شناسی و نیز تعریف مسیر اضطراری برای مواقعی نظیر آتش سوزی، حایز اهمیت است. لازم به ذکر است که مصرف بهینه انرژی در این فضاها در ساختمان های غیر مسکونی، بسیار پر اهمیت تلقی می شود چرا که هزینه های این نوع فضاها، جدا از فعالیت های فضاهای اصلی می باشد و در نتیجه هرگونه مصرف بی رویه و غیر ضروری، نمی تواند توجیه اقتصادی داشته باشد (Pitts and Jasmi, 2007). در حال حاضر، در بیشتر ساختمان های غیر مسکونی، شرایط سرمایش و گرمایش، مشابه فضاهای داخلی و اصلی است و برخی محققان بیان کرده اند که در واقع مصرف انرژی واحد سطح در این فضاها، تقریباً سه برابر بیشتر از نیاز واقعی آن هاست (Chun et al., 2004). شرایط محیطی در فضای " واسط "، به وسیله شرایط پویا و متغیر و غیر پایدار و دارای نوسان، مشخص می شود. شرایط محیطی در فضای واسط، بسیار پیچیده است و از متغیرهای اقلیمی متنوعی مانند تنوع حرارتی، تشعشع خورشیدی، باد و ویژگی های خرد اقلیم محلی، تاثیر می پذیرد. پیامدهای بهبود آسایش در فضاهای واسط، برای حفظ و ارتقا مشاغل فعال در ساختمان و بهبود کیفیت زندگی، قابل توجه است (Chun et al., 2004). اگرچه شرایط انتقالی و گذرا، ممکن است در هر فضای داخلی اتفاق بیافتد، با این حال، مواردی مانند تشعشع مستقیم خورشیدی، خشکی هوا و نوسانات دمایی، مسلماً مطلوب کاربران فضا نمی باشد. به بیانی ساده، شرایط محیطی در فضای واسط، دنباله ای از شرایط محیطی فضای خارج است با این تفاوت که افراد در فضای خارج ساختمان، انتظار شرایط متغیر اقلیمی را دارند و جهت حفظ شرایط آسایش حرارتی خود، راهکارهای سازگاری حرارتی را به کار می گیرند (Chun et al., 2004).

جدول ۱. نمونه هایی از عباراتی که توسط پژوهشگران پیشین به "فضای واسط" اطلاق شده است.

(Chun et al., 2004)

سال/نویسنده	مترادف واژه "واسط"	فضای مورد پژوهش
Chun/2004	فضای نیمه باز	فضاهای خرید زیرزمینی-ایستگاهها-محل های گذر
Nakano/1999	فضای نیمه باز/فضای بافر	ورودی ها - آتریوم ها- کریدورها
Potvin/2000	فضاهای گذر شهری	حیاط ها - گذرگاهها- دهلیزها- گذرگاههای طاقدار
Schaelin/1999	فضای نیمه باز شهری	معابر پیاده رو
Tsujihara/1999	فضای نیمه باز شهری	گذرگاههای طاقدار- خیابان های مسقف
Yamagishi/1998	فضای انتقالی	ایوان ها

پژوهشگران پیشین، فضاهای واسط بسته را بر حسب محل قرار گیری نسبت به ساختمان اصلی، تقسیم بندی نموده اند. در طبقه بندی چون و همکاران (۲۰۰۴)، فضای واسط، فضایی بین فضای داخلی و خارجی هستند که کنترل سیستم تهویه مکانیکی، در دسترس افراد نیست و یا ساختمان با تهویه طبیعی کار می کند. در نتیجه، کاربران فضا، تغییرات آب و هوایی را احساس می کنند. ایشان، با توجه به مرور ادبیات موضوع و محل قرارگیری این فضاها نسبت به ساختمان اصلی، فضای واسط را به سه دسته کلی تقسیم نموده اند که در تصویر ۴، آمده است (Chun et al., 2004).



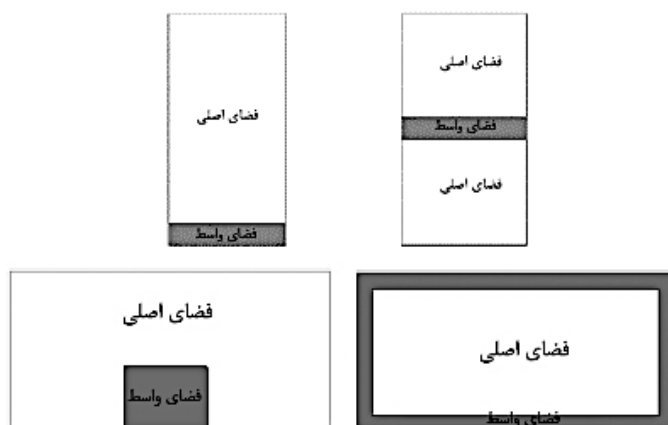
تصویر ۴. انواع فضای واسط با توجه به محل قرارگیری نسبت به ساختمان اصلی در طبقه بندی چون و همکاران

(Chun et al., 2004)

در تیب ۱، فضای واسط، در داخل ساختمان اصلی قرار دارد. مانند لابی هتل ها، آتریوم ها، بال های بین دو ساختمان اصلی و مثال هایی از این قبیل که شرایط محیطی در داخل فضای انتقالی، با رفت و آمد افراد و یا بازشوها و جداره های وسیع در تماس با فضای خارجی ساختمان، دائما تغییر می کند.

تیب ۲، فضایی مسقف و متصل به ساختمان است و یا فضای نیمه بازی که بین ساختمان ها قرار دارد. در این حالت شرایط محیطی فضای خارج، غالب است. فضاهایی مانند بالکن ها، ایوان ها، رواق ها، خیابان های مسقف و گذرگاههای طاق دار را می توان در این دسته جای داد.

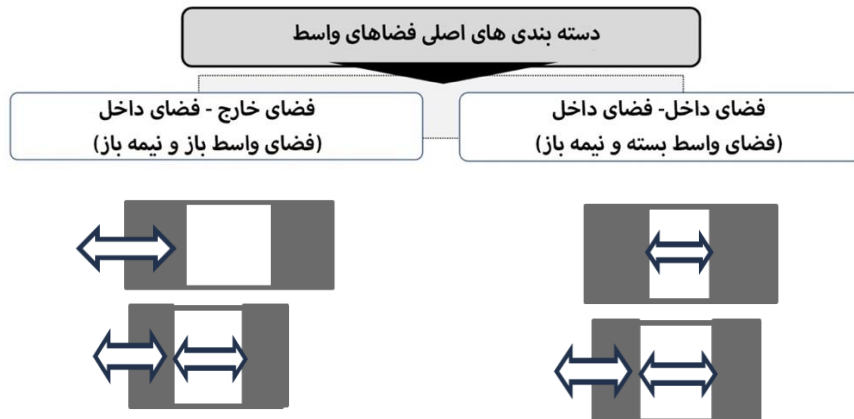
تیپ ۳، فضای واسطی است که به ساختمان اصلی متصل نیست و در واقع فضایی در محیط خارج ساختمان است و شرایط سازه و نوع اتصال آن با فضای خارجی، بسیار زیاد روی شرایط محیطی آن تاثیر می گذارد. ایستگاه های اتوبوس، کلاه فرنگی ها، غرفه های فضای باز و آلاچیق ها را می توان در این دسته جای داد (Chun et al., 2004). همچنین پیتز و جاسمی در سال ۲۰۰۷، فضاهای انتقالی را بر حسب نوع قرارگیری در پلان، به چهار نوع، یک: فضای واسط خطی که در امتداد وجه کوچکتر پلان قرار دارد (تیپ A)، دو: فضایی که در قسمت میانی وجه بزرگتر قرار دارد (تیپ B)، سه: فضایی در امتداد محور کوچکتر پلان (تیپ C) و چهار: فضایی واسط حول محیط بیرونی ساختمان (تیپ D)، تقسیم نموده اند (Pitts & Jasmi, 2007). این پژوهشگران، جهت گیری را نیز در کار خود لحاظ نمودند و هدف اصلی آن ها، بررسی تاثیر فضاهای واسط در میزان مصرف انرژی بود. در مطالعه ایشان، فضای آتریوم در نظر گرفته شد ولی به دلیل مطالعاتی که جهت ارتفاع و تعداد طبقات در این نوع فضای واسط، دخیل است، مورد آنالیز از نظر مصرف انرژی قرار نگرفت. دسته بندی فضاهای واسط این پژوهشگران در تصویر ۵، آمده است. در طبقه بندی آن ها، فضایی که به فضای واسط مرتبط است، فضای اشغال شده توسط کاربران و فضای اصلی در نظر گرفته شد. جهت بررسی جهت گیری در میزان مصرف انرژی، جهت کل ساختمان (و نه فضای انتقالی) را، مورد چرخش قرار دادند (Pitts & Jasmi, 2007).



تصویر ۵. دسته بندی فضاهای واسط بر حسب مکان قرار گیری نسبت به فضای اصلی.
(بالا-چپ: تیپ A؛ پایین-چپ: تیپ B؛ بالا-راست: تیپ C؛ پایین-راست: تیپ D)
(Pitts & Jasmi, 2007)

که در ارتباط با محیط بیرون قرار دارند مانند ورودی های اصلی ساختمان و دسته دوم، فضاهای واسطی هستند که کاملاً در داخل ساختمان قرار دارند و با فضای بیرون در تماس نیستند (Kwong et al., 2009). همچنین پیتز در سال ۲۰۱۳، فضای واسط را بر حسب مدت زمان اشغال آن توسط کاربران و زمان استفاده از فضا به دو دسته تقسیم نمود که دسته اول، فضاهای سیرکولاسیون با مدت زمان استفاده کم هستند مانند ورودی ها، لابی ها، راه پله ها و دسته دوم، فضاهای واسطی هستند که کاربران فضا مدت زمان بیشتری نسبت به دسته اول را در آن جا سپری می کنند مانند آتریوم ها، برخی از رواق ها، بال های بین دو ساختمان اصلی (Pitts, 2013). همچنین، به صورت یک دسته بندی کلی، می توان فضاهای واسط را از نظر ارتباط بین فضای داخلی و فضای بیرونی به دو دسته جامع فضاهای واسط بسته و فضاهای واسط باز تقسیم بندی نمود و فضاهای واسط

نیمه باز، می توانند به عنوان نقش مکمل و فضاهای انعطاف پذیر در هر دو این دسته ها جای بگیرد (تصویر ۶). در این پژوهش، به فضاهای واسط بسته که نقش ارتباط بین فضاهای داخلی به داخلی را بر عهده دارند، پرداخته شده است.



تصویر ۶. دسته بندی کلی فضاهای واسط از نظر ارتباط و محل قرارگیری بین فضای بیرون و فضای داخلی
(نگارندگان، ۱۴۰۳)

مطابق مطالب فوق الذکر، در جدول ۲، خلاصه ای از دسته بندی فضاهای واسط از نظر محل قرار گیری نسبت به فضای اصلی و بر اساس مدت زمان استفاده افراد از این نوع فضاها، توسط محققان پیشین آمده است.

■ آسایش حرارتی در فضاهای واسط بسته

اکثر استانداردهای وضع شده برای دقت جهت ارزیابی آسایش حرارتی، نیاز به حضور افراد به مدت زمان حداقل ۱۵ دقیقه در آن فضا دارند. در فضاهای واسط، بنا به ویژگی این نوع فضاها، حضور افراد می تواند بسیار کمتر از زمان حداقل باشد و ممکن است ویژگی حرارتی این نوع فضاها کم اهمیت جلوه کند. ولی آنچه در آسایش حرارتی این نوع فضاها مهم است، توجه به این نکته می باشد که حرارت و آسایش حرارتی در این فضاها می تواند پیش زمینه ای ذهنی و انتظار حرارتی نسبت به کل فضا برای افراد وارد شده در فضا به وجود آورد و لذا ازین نظر پرداختن به آسایش حرارتی این فضاها مهم محسوب می شود که می تواند به کمک پرسشنامه ارزیابی شود (Pitts, 2013).

فضاهای واسط برخی از ویژگی های خاص را دارد که بر درک حرارتی افراد، به شدت تأثیر می گذارد. از جمله این موارد می توان به موارد زیر اشاره کرد: اتصال محکم به محیط بیرون، سطح فعالیت بالاتر از فعالیت نشسته، سطح لباس شبیه به لباس در فضای باز و همانطور که قبلاً ذکر شد، دوره اشغال کوتاه. با در نظر گرفتن این عوامل می توان نتیجه گرفت که در فضاهای واسط، مدل AM مناسبی برای پیش بینی آسایش حرارتی است (Pitts, 2013).

جدول ۲. طبقه بندی فضاهای واسطه در فضاهای آموزشی
(نگارندگان، بر اساس مطالعات، ۱۴۰۳)

تصویر	توضیحات	اسامی محققان، سال پژوهش
	فضاهای داخل ساختمان که افراد دائما جهت ورود و خروج از ساختمان از آن ها استفاده می کنند .	Chun et al.,2004
	فضای بسته متصل به ساختمان یا بین دو ساختمان که شرایط محیط بیرون در آن غالب است .	
	جدا از ساختمان - بستگی دارد که سازه ساختمان چگونه بر شرایط آب و هوایی محیط بیرون ، فایق آمده است .	
	فضای انتقالی خطی در امتداد نمای با وجه کوچکتر یک پلان مستطیلی	Pitts & Jasmi,2007
	فضایی که در قسمت میانی وجه بزرگتر یک پلان مستطیلی طراحی شده است .	
	فضایی در امتداد محور پلان	
	راهرویی حول محیط بیرونی ساختمان	Kwong et al.,2009
—	در ارتباط با فضای بیرون (مانند کریدور)	
—	کاملا بسته (لابی آسانسور ، راهرو و غیره)	
—	فضاهای ورودی (دارای اتصال قوی به فضای خارجی)	pitts,2013
	فضای سیرکولاسیون، فضایی داخلی و جدا از شرایط محیط بیرون	
—	فضاهایی با مدت زمان اشغال بیشتر نسبت به دو فضای قبلی مانند آتریوم ها	

سه نوع فضای واسط توسط پیتز به رسمیت شناخته شده است (جدول ۳). او، نوع فضاها و روش پیشنهادی برای ارزیابی آسایش حرارتی و حدود آن را نشان می دهد. در یک مطالعه میدانی دیگر برای استفاده از مدل AM، برای ارزیابی محیط حرارتی در فضای واسط نتیجه گرفته شد که حدود بالای آسایش برای فضاهای واسط را می توان ۱۰٪ از آنچه در استاندارد ASHRAE ۵۵ توصیه می شود، افزایش داد (Hui & Jiang, 2014).

جدول ۳. گروه هایی از فضاهای واسط، ویژگی ها و محدودیت های آسایش حرارتی آن ها.
(Pitts, 2013)

محدوده ها	مدل آسایش حرارتی	ویژگی ها	نوع فضای واسط
۱۰ درصد بیشتر از دمای عملکردی پیشنهادی در استانداردها	AM	۱.۲-۲.۶ net ۰.۵-۲ clo ۵ min فعالیت لباس مدت استفاده	فضاهای ورودی
± ۱.۵	PM/	۱-۲ net ۰.۵-۱ فعالیت لباس مدت استفاده	فضاهای سیرکولاسیون
± ۱	PM/	بسته به کاربری فضا متفاوت است. ۰.۵-۱ clo ۱۰-۳۰ min فعالیت لباس مدت استفاده	فضاهای با مدت زمان استفاده بیشتر (نظیر آتریوم ها)

فضاهای واسط در ساختمان های غیر مسکونی، عمدتاً در ورودی یا منتهی به نمای ساختمان و در ساختمان های مدرن بعضاً با نمای بزرگ شیشه ای قرار دارند. استفاده از سیستم های تهویه و گرمایش الکتریکی در این فضاها می تواند منجر به مصرف بیش از حد انرژی غیر ضروری برای گرمایش و سرمایش ساختمان شود. در جدول ۴، انواع متداول فضاهای واسط بسته در دانشگاه ها و موسسات آموزش عالی دسته بندی و نمونه هایی از آن آورده شده است.

■ اهمیت وجود آسایش حرارتی در فضاهای واسط بسته

بررسی آسایش حرارتی در این فضاهای واسط با کاربری چندمنظوره در ساختمان های عمومی و معاصر، می تواند در افزایش بازدهی کار و فعالیت افراد در فضا، بسیار با اهمیت باشد. همچنین، با توجه به استفاده روزانه و مکرر افراد از فضاهای واسط، مسلماً آسایش حرارتی و تعیین دمای خنثی در این فضاها، می تواند روی ادراک آسایش حرارتی در فضاهای اصلی و داخلی، نقش موثری داشته باشد و نهایتاً افراد در بدو ورود به لابی ساختمان یا عبور از فضاهای واسط نظیر کریدورها و آتریوم ها، اگر در شرایط آسایش حرارتی قرار داشته باشند، مسلماً در پیش زمینه ذهنی آن ها اثر خواهد گذاشت و در فضاهای اصلی هم به انرژی کمتری جهت گرمایش یا سرمایش فضا نیاز خواهد بود (Chun et al., 2004).

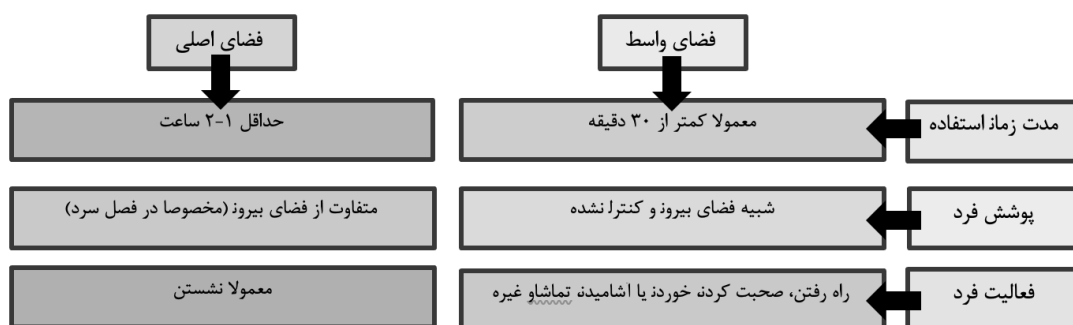
در حال حاضر، استانداردهای آسایش حرارتی، به صورت مشخص، محدوده‌های آسایش حرارتی در فضاهای واسط و انتقالی را مشخص نکرده اند (Chun et al., 2004). در نتیجه محققان می بایست با توجه به متفاوت بودن شرایط محیطی و رفتار کاربران در اینگونه فضاها با فضاهای داخلی و خارج ساختمان و با در نظر گرفتن آب و هوای هر منطقه، شرایط آسایش حرارتی اینگونه فضاها را به صورت مطالعه میدانی، تعیین نموده و نمی‌بایست از استانداردهای آسایش حرارتی فضاهای داخل و خارج برای پیش بینی آسایش حرارتی فضاهای واسط، استفاده نمود چرا که استانداردهای آسایش حرارتی مربوط به فضاهای داخلی و اصلی ساختمان است که افراد برای مدتی بیشتر از فضاهای واسط در آن حضور دارند.

جدول ۴. انواع فضاهای واسط بسته موسسات آموزش عالی و مشخصات آن‌ها (نگارندگان)

نوع فضای واسط بسته در آموزش عالی	مشخصات			نمونه ها	شکل (ها)
	مدت زمان حضور (min.)	عایق لباس (clo)	نرخ سوخت و ساز بدن (net)		
فضای ورودی لابی	۵	۰.۵-۲.۰	۱.۲-۲.۶	• لابی ورودی • لابی آسانسور	 موسسه آموزش عالی سپهر اصفهان
فضای عبوری و سیرکولاسیون	۵-۱۰	۰.۵-۱.۰	۱.۰-۲.۰	• کریدور بین دو قسمت ساختمان • لابی پله ها	 دانشکده علوم دانشگاه تهران  دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان
فضای گردهمایی	۱۰-۳۰	۰.۵-۱.۰	۱.۰-۲.۰	• آتریوم	

					دانشکده ادبیات و زبان های خارجه دانشگاه تهران  دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه خوراسگان اصفهان  موسسه آموزش عالی سپهر اصفهان
--	--	--	--	--	--

علاوه بر تفاوت مدت استفاده افراد از فضاهای واسط و فضاهای اصلی، پوشش افراد و نوع فعالیت افراد، نیز در این فضاها متفاوت از فضاهای اصلی می باشد (Sallam et al., 2013). تصویر ۷، بیانگر تفاوت فضاهای واسط بسته و فضاهای اصلی آموزشی از نظر مدت زمان حضور افراد، پوشش افراد و فعالیت افراد می باشد.



تصویر ۷. تفاوت فضاهای واسط از نظر مدت زمان استفاده، پوشش افراد و فعالیت افراد با فضاهای اصلی (نگارندگان، بر اساس مطالعات)

■ رفتار کاربران در فضاهای واسط بسته

مطالعات رفتار محیطی (EBS)، اصطلاح جدیدی از تحقیقات مربوط به بررسی سیستماتیک روابط بین محیط و رفتار انسان و استفاده از آنها در فرآیند طراحی است (Synder & Catanese, 1979). مطالعات رفتار محیطی، به جای تمرکز بر زیبایی شناسی و ظاهر به عنوان معیارهای اولویت دار برای طراحی، الگوی متفاوتی برای ساخت مکان ها به طراحان و برنامه ریزان ارائه می دهد. این مطالعات، بر برآوردن نیازهای افراد از طریق استفاده صحیح از معیارهای طراحی رفتاری تأکید دارد. زیبایی شناسی همیشه در معیارهای رفتاری ادغام شده است، اما هرگز اجازه ی تسلط بر طراحی نهایی را نداشته است (Mclure & Synder, 1979).

(Bartuska, 2007). مفهوم کلیدی برای تحلیل رفتار انسان در معماری، تنظیم رفتار است. بر اساس کار روانشناس بوم شناس راجر بارکر (۱۹۷۸)، یک محیط رفتاری را می توان برای اهداف معماری به عنوان واحد اساسی تجزیه و تحلیل تعاملات محیط-رفتار تعریف کرد (Gary, 1979). تنظیمات رفتاری، سیستم های اجتماعی در مقیاس کوچک، محدود به زمان و مکان، متشکل از افراد و اشیاء فیزیکی هستند. مرزهای زمان و مکان برای شناسایی زمان و مکان تنظیم رفتار مهم هستند، اما افراد و اشیاء اجزای اصلی هستند. در واقع افراد، انعطاف پذیرترین و ضروری ترین بخش تنظیم رفتار هستند. بدون حداقل یک نفر کاربر، تنظیم رفتار هم وجود ندارد. بنابراین، تعامل بین مردم با اشیاء فیزیکی موجود در محیط، رفتاری خاص آن مکان و زمان را تعریف می کند (Blanchard, 2004). چهار کلید اساسی تنظیم رفتار در محیط عبارتند از: "فضا"، "زمان"، "وسایل داخل محیط" و "کاربران". با این توضیحات می توان رفتار حرارتی تطبیقی کاربران در فضاهای واسطه بسته را نیز با این چهار کلید اساسی مورد بررسی قرار داد (تصویر ۸).

عبور و مرور (سیرکولاسیون)	پژوهش و مطالعه	آزمون
		
قرار ملاقات و صحبت کردن	نشستن و انتظار	
		
نمایش فعالیت های دانشجویان	گردهمایی	
		

تصویر ۸- مهمترین رفتار افراد در فضاهای واسطه بسته فضاهای آموزشی

(نگارندگان، بر اساس مطالعات، ۱۴۰۳)

■ نتیجه گیری

این مطالعه فضای واسطه بسته در ساختمان های را به طور دقیق تری تعریف کرده و به عنوان مرجعی برای معماران به منظور بهبود طراحی این فضاها می پردازد و برای محققان به منظور ارتقای تحقیقات در زمینه کاهش مصرف انرژی در فضاهای واسطه بسته و فضاهای اصلی مجاور آن ها، عمل می کند.

مطالعه و بررسی تحقیقات پیشین نشان داده اند که در مقایسه با فضاهای اصلی کاملاً اشغال شده، تحقیقات کمتری در زمینه ی آسایش حرارتی در فضاهای واسطه انجام شده است. برای این کمبود تحقیقاتی می توان سه دلیل اصلی برشمرد:

۱. مردم در کشورهای توسعه یافته که تاکنون بیشتر تحقیقات در آنها انجام شده است، بیشتر زندگی خود را در فضاهای اصلی داخلی که به طور کامل کنترل می شوند (از نظر تهویه ی مکانیکی) می گذرانند.
۲. در محیط های کاری، آسایش حرارتی به طور مستقیم با بهره وری و عملکرد کارکنان ارتباط دارد. از نظر اقتصادی این اهمیت دارد که کارفرمایان شرایط حرارتی مناسب را فراهم کنند.
۳. مهندسی و کنترل محیط حرارتی در فضاهای واسطه بسیار پیچیده تر از فضاهای اصلی داخلی است.

مطالعات انجام شده در این مقاله مروری نشان می دهند که فضاهای واسطه بسته در مراکز آموزش عالی، به دلیل ویژگی های خاص خود، نقش کلیدی در ارتقای کیفیت محیطی و کاهش مصرف انرژی کل ساختمان ایفا می کنند. این فضاها که به عنوان پلی حرارتی میان فضای داخلی و خارجی عمل می کنند، نیازمند طراحی و استانداردهای حرارتی منحصربه فردی هستند. بررسی ها نشان داده است که استفاده از استانداردهای رایج طراحی برای فضاهای داخلی، مانند مدل آزمایشگاهی، نمی تواند به طور دقیق نیازهای حرارتی این فضاها را تأمین کند و این موضوع منجر به افزایش مصرف انرژی در ساختمان می شود. از سوی دیگر، مدل های سازگاری حرارتی تطبیقی با توجه به ویژگی های اقلیمی و رفتار کاربران، کارآمدتر بوده و می توانند معیارهای دمایی مناسب تری ارائه دهند.

نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که عوامل مختلفی مانند مدت زمان حضور، نوع فعالیت، نوع پوشش کاربران و همچنین مکان قرارگیری فضاهای واسطه تأثیر مستقیمی بر احساس آسایش حرارتی کاربران دارند. با توجه به تعامل این فضاها با محیط بیرونی و داخلی، طراحی آن ها باید بر اساس ترکیبی از رویکردهای اقلیمی، معماری بومی، و فناوری های مدرن انجام شود. همچنین یافته ها نشان دادند که توجه به آسایش حرارتی در این فضاها می تواند بر ادراک کلی کاربران از شرایط حرارتی کل ساختمان اثرگذار باشد و با کاهش نوسانات حرارتی، رضایت و کارایی کاربران را افزایش دهد.

در نهایت، این پژوهش پیشنهاد می کند که مطالعات بیشتری به صورت میدانی و با تمرکز بر ویژگی های فرهنگی، اقلیمی، و فیزیولوژیکی کاربران در فضاهای واسطه انجام شود. این بررسی ها می توانند به تدوین استانداردهای بومی برای طراحی این فضاها در اقلیم های خاص، مانند اقلیم گرم و خشک ایران، کمک کنند. علاوه بر این، استفاده از راهبردهای تهویه طبیعی و ترکیب آن با فناوری های هوشمند می تواند راه حلی پایدار برای کاهش مصرف انرژی و بهبود آسایش حرارتی در این فضاها باشد. با توجه به اهمیت این موضوع در طراحی پایدار، توجه به فضاهای واسطه می تواند گامی مؤثر در راستای افزایش بهره وری انرژی و بهبود کیفیت زندگی در محیط های آموزشی باشد.

پی نوشت‌ها

- Passive[□]
Activeⁱ
Pitts & Jasmi, 2007ⁱ
Qi Jie Kwong et al., 2009ⁱ
Hui & Jiang, 2014^v
Vargas & Stevenson, 2016^v
Hou, 2016^v
Scopus^{□□□□}
Google Scholar^{□□}
AM[□]
PMV^{□□}
Interface^x
Transitional Spaces^x
Chun et al., 2004^x
Pitts and Jasmi, 2007^x
Adaptive Model^x
Neutral Temperature^x
Environment-behavior studies^x
Adaptive Behavior^{□□□}

فهرست منابع

- اخلاقی‌نژاد، فاطمه و باقری سبزواری، هادی. (۱۴۰۲). *ارزیابی آسایش حرارتی فضای باز در فرم‌های مختلف حیاط در مقیاس همسایگی نمونه موردی: اقلیم سرد و نیمه‌خشک سبزواری*. نشریه هنرهای زیبا: معماری و شهرسازی، ۲۸(۱)، ۴۵-۶۱.
[JFAUP.2023.352410.672828/۱۰,۲۲۰۵۹](https://doi.org/10.22059/JFAUP.2023.352410.672828)
- بنازاده، بهاره، حیدری، شاهین، و هادیان‌فرد، حبیب. (۱۳۹۹). *سنجش تأثیر سابقه ذهنی کوتاه‌مدت و بلندمدت کاربران در ادراک آسایش حرارتی (مطالعه موردی: ساختمان مدیریت دانشگاه شیراز)*. معماری و شهرسازی پایدار، ۸(۲)، ۱-۸۲۰.
<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.25886274.1399.8.2.1.820>
- حسنی لیجایی، بهمن، حیدری، شاهین و مفیدی شمیرانی، سیدمجید. (۱۴۰۱). *بررسی آسایش حرارتی در فضاهای نیمه‌باز مورد پژوهی: خانه‌های بومی شهر رشت*. معماری و شهرسازی پایدار، ۱۰(۲)، ۱۸۴-۱۶۵.
[jsaud.2022.8201.1935/۱۰,۲۲۰۶۱](https://doi.org/10.22059/jsaud.2022.8201.1935)
- حیدری، شاهین. (۱۳۹۳). *سازگاری حرارتی در معماری*. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- سحرابی، سحر. (۱۳۹۴). *بررسی کارایی اقلیمی ایوان در ابنیه سنتی اقلیم گرم و خشک*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه هنر تهران.
- سعادت‌جو، پریا. (۱۳۹۷). *معماری متخلخل و بهره‌وری در مصرف انرژی*. رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- غفاری جباری، شهلا. (۱۳۹۸). *واکاوی برهم‌کنش عوامل ادراک محیط حرارتی بر ایجاد سازگاری حرارتی در فضاهای آموزشی*. رساله دکتری، دانشگاه هنر اسلامی تبریز.
- قیابکلو، زهرا. (۱۳۸۹). *مبانی فیزیک ساختمان ۲ (تنظیم شرایط اقلیمی)*. تهران: انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- مجیدی، فاطمه‌السادات. (۱۳۹۷). *ارائه مدل آسایش حرارتی در فضای باز عمومی محلات مسکونی با تکیه بر نظریه سازگاری*. رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان.
- معرفت، مهدی و امیدوار، امیر. (۱۳۹۲). *آسایش حرارتی: محاسبات و ملاحظات طراحی*. یزد: انتشارات یزدا.

- مطالایی، ساناز. (۱۴۰۴). *ارزیابی تاثیر آسایش حرارتی بر رفتار افراد در فضاهای بسته واسط آموزشی با استفاده از مدل سازگاری (نمونه موردی: دانشگاه صنعتی اصفهان)*، رساله دکتری منتشر نشده، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.
- مور، فولر. (۱۳۸۲). *سیستم‌های کنترل محیط زیست*. ترجمه: محمدعلی کی‌نژاد و رحمان آذری. تبریز: انتشارات دانشگاه هنر اسلامی تبریز.
- میرایی، الهه. (۱۳۹۳). *ارائه تیپولوژی بهینه بالکن با رویکرد تأمین آسایش حرارتی و تهویه طبیعی در ساختمان‌های مسکونی*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه ایلام.
- ASHRAE. (2017). *Thermal environmental conditions for human occupancy*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, USA.
- Aparicio-Ruiz, P., & Munuzuri, J. (2021). *A Field Study on Adaptive Thermal Comfort in Spanish Primary Classrooms During Summer Season*. Building and Environment, 203. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108089>
- Benzinger, T. H. (1979). *The physiological basis for thermal comfort*. In: Fanger, P. O. & Valbjørn, O. (Eds.), *Indoor Climate*, pp. 441–476. Danish Building Institute, Copenhagen.
- Blanchard, A., (2004). *Virtual Behavior Settings: An Application of Behavior Setting Theories to Virtual Communities*, Journal of Computer Mediated Communication V9 (2), International Communication Association.
- Chun, C., Kwok, A., & Tamura, A. (2004). *Thermal comfort in transitional spaces—Basic concepts: literature review and trial measurement*. Building and Environment, 39, 1187–1192. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.02.003>
- Chen, L., & Ng, E. (2012). *Outdoor thermal comfort and outdoor activities: A review of research in the past decade*. Cities, 29(2), 118–125. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2011.08.006>
- Deliahmedova, M. (2018). *Examination of Adaptive Thermal Models for Appropriate Assessment of Thermal Comfort in Transitory and Semi-External Spaces*. Master thesis, Lund University.
- Efeoma, M., & Uduku, O. (2014). *Assessing thermal comfort and energy efficiency in tropical African offices using the adaptive approach*. Structural Survey, 32, 396–412.
- Efeoma, M. (2016). *The Influence of Clothing on Adaptive Thermal Comfort*. PhD Thesis, University of Edinburgh.
- Gary T., (1979). *Environment Behavior Studies*. In: *Introduction to Architecture*, McGraw-Hill, New York, pp. 51–53.
- Givoni, B. (1992). *Comfort, Climate Analysis and Building Design Guidelines*. Energy and Buildings, 18, 11–23. [https://doi.org/10.1016/0378-7788\(92\)90047-K](https://doi.org/10.1016/0378-7788(92)90047-K)
- Heidari, S. (2000). *Thermal comfort in Iranian courtyard*. PhD Thesis, University of Sheffield.
- Hensen, J. L. M. (1991). *On the thermal interaction of building structure and heating and ventilating system*. PhD Thesis, Technische Universiteit Eindhoven.
- Hou G., (2016). *An investigation of thermal comfort and the use of indoor transitional space*, PhD Thesis, Cardiff University.
- Hui, S. C. M. and Jiang, J., (2014). *Assessment of thermal comfort in transitional spaces*, Proceedings of the Joint Symposium 2014: Change in Building Services for Future, 25 Nov 2014 (Tue), Kowloon Shangri-la Hotel, Tsim Sha Tsui East, Kowloon, Hong Kong, 13 pp.
- Jitkhajornwanich, K., Pitts, A., Malama, A. and Sharples, S., 1998. *Thermal comfort in transitional spaces in the cool season of Bangkok*, ASHRAE Transactions, 104(1), 1181–1193.
- Kwong Q.J., Tang S.H. & Adam N.M., (2009). *Thermal Comfort Evaluation of the Enclosed Transitional Space in Tropical Buildings: Subjective Response and Computational Fluid Dynamics Simulation*. Journal of Applied Sciences, 9: 3480–3490. DOI: 10.3923/jas.2009.3480.3490
- Li, Q., Zhang, Y., & Wen, C. (2025). *Research on the Indoor Thermal Environment of Industrial Architectural Heritage Based on Human Thermal Comfort—A Case Study in Hefei (China) During Winter*. Buildings, 15(1), 62. <https://doi.org/10.3390/buildings15010062>
- McLure, W., Bartuska, T., *The Built Environment: a Collaborative Inquiry into Design and Planning* (2nd ed.), Wiley & Sons, Canada, pp. 46, 181, 2007.
- Miura S., (1991). *Study on thermal environment and energy consumption in underground shopping centres*, Journal of Architectural Institute of Japan

- Nicol, F., Humphreys, M. & Roaf, S., (2012). *Adaptive Thermal Comfort: Principles and Practice*. London: Taylor and Francis group. <https://doi.org/10.4324/9780203123010>
- Oral G., Yener A., Bayazit N.(2004).*Building envelope design with the objective to ensure thermal, visual and acoustic comfort conditions*,Building and Environment,Volume 39, Issue 3,Pages 281-287,ISSN 0360-1323, [https://doi.org/10.1016/S0360-1323\(03\)00141-0](https://doi.org/10.1016/S0360-1323(03)00141-0).
- Park, S., Tuller, S. E. & Jo, m., (2014). *Application of Universal Thermal Climate Index (UTCI) for Microclimatic Analysis in Urban Thermal Environments*. Landscape and Urban Planning, Volume 125, pp. 146-155. DOI:10.1016/j.landurbplan.2014.02.014
- Pitts, A. (2013). *Thermal Comfort in Transition Spaces*. Buildings, 3, 122–142. <https://doi.org/10.3390/buildings3010122>
- Pitts, A. & Jasmi, B. S. (2007). *Potential for energy saving in building transition spaces*. Energy and Buildings, 39(7), 815–822. DOI:10.1016/j.enbuild.2007.02.006
- Sallam, Islam & Hosam, Eng & El-Samaty, Mohamad.(2013). *Human Dimension as an Effective Aspect In the Perception of Transition Spaces*.
- Srivastava,Ahlam.,(2007).*Transition:A Spatial Transition*.MSc Thesis,University of Cincinnati.P.3.
- Synder, J.,& Catanese, A., *Introduction to architecture*, New York, Mोगraw-Hill, pp.46, 1979.
- Taleghani, M., Tenpierik, M., Kurvers, S., & van den Dobbelssteen, A. (2013). *A review into thermal comfort in buildings*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 26, 201–215. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.05.050>
- Tse, J. M. Y., & Jones, P. (2019). *Evaluation of thermal comfort in building transitional spaces: Field studies in Cardiff, UK*. Building and Environment, 156, 191–202. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.04.025>
- Vargas, G. & Stevenson, F. (2016). *The comfort of thermal variability: Short-term thermal transitions in the lobby space in Higher Education Institutions in the UK*. Proceedings of 9th Windsor Conference: Making Comfort Relevant, Cumberland Lodge, Windsor, UK, 7–9 April 2016, Network for Comfort and Energy in Buildings. <http://nceub.org.uk>
- Wohlwill, A., Lin, M.H., Reddy, K., Horvath, P., Storti, R.V. (1998). *Analysis of the Par Domain*.
- Zheng, W. & Liu, J. (2021). *A Field Study on Seasonal Adaptive Thermal Comfort of the Elderly in Nursing Homes in Xi'an, China*. Building and Environment, 208. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108623>