مدیریت شهری
شماره ۴۷ تابستان ۹۶
No.47 Summer 2017
۴۳۳-۴۴۶
زمان دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۸/۱۲ زمان پذیرش نهایی: ۱۳۹۵/۱۲/۱

تأثیر بررسی رفتار حرارتی پوسته بنا در ساختمان‌های مسکونی بر اصلاح ساخت و ساز به منظور کاهش اتلاف انرژی

سمانه خان احمدلو* – دانشجوی دکترای معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.
محسن فیضی – استاد دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.
سید مجید مفیدی شمیرانی – استادیار دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.

چکیده
در سال‌های اخیر بررسی عملکرد حرارتی ساختمان، به‌ویژه پوسته بنا که حد واسط فضای بیرون و فضای درون ساختمان است، مورد توجه پژوهشگران زیادی قرارگرفته است. ظهور نرم‌افزارهای شبیه‌سازی بنا، به روند رو به رشد این تحقیقات کمک قابل‌توجهی نموده است. بهره‌گیری از نتایج این تحقیقات می‌تواند سیستم ساخت‌وساز کنونی کشور را در جهت کاهش اتلاف انرژی و به‌تبع آن ذخیره انرژی در کشور، بهبود ببخشد. هدف از پژوهش حاضر، تحلیل کیفی پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه عملکرد حرارتی پوسته بنا هست. به این منظور با به‌کارگیری روش فراترکیب از میان بیش از ۱۰۰ مقاله انتخاب‌شده، تعداد ۳۵ مقاله به‌صورت اصولی فیلتر و سپس در نرم‌افزار مکس کیو- دی‌ای کدگذاری شدند. در این پژوهش تعداد ۲۰۸ کد توسط نرم‌افزار شناسایی شدند که از میان تم‌های مشخص‌شده، «پنجره» با ۳۵ ارجاع، «پوسته» با ۲۸ ارجاع، «بام» با ۲۵ ارجاع و «دیوار» با ۲۳ ارجاع در زمره مهم‌ترین تم‌های شناسایی‌شده بودند. همچنین تم اصلاح شیوه ساخت‌وساز با ۵ ارجاع دارای کم‌ترین ارجاع در بین مقالات کدگذاری شده بود. از نوآوری‌های مقاله حاضر شناسایی شاخص‌ها و ابعاد بررسی عملکرد حرارتی پوسته بنا از روش پژوهش کیفی فراترکیب و نرم‌افزار مکس-کیودا می باشد.

واژگان کلیدی: عملکرد حرارتی پوسته بنا، اصلاح ساخت‌وساز، کاهش اتلاف انرژی، فراترکیب

The effect of the thermal behavior of the building shell in the modified construction of residential buildings to reduce energy waste

Abstract
In recent years to investigate the thermal performance of the building, especially the building shell intermediate outer space and inner space of the building, has been a lot of interest. The emergence of simulation software, has significantly contributed to the growing trend of the investigation. Using the results of this research could be the country's current construction systems to reduce energy consumption and consequently save energy in the country, improve. The aim of this study was to analyze qualitative researches in the field of thermal performance of the building's shell. For this purpose, using meta-synthesis method selected from among more than 100 articles, 35 paper filter and software as MAXQDA11principles were coded. In this study, 208 were identified by the software code of the specified themes, "window" with 35 references, "shell" with 28 references, "roof" with 25 references and "The Wall" with 23 cases identified among the most important They were. The theme is "correct construction practices" referred to in Articles 5 references least be coded. Innovation research is to identify indicators and measures to evaluate the thermal performance of the building shell meta-synthesis of qualitative research methods and software is Max-Kyoda.

Keywords: thermal performance of the building shell, building modification, reducing energy consumption, meta-synthesis

* نویسنده مسئول مکاتبات، شماره تماس: ۸۷۷۶۷۵۶؛ رایانامه: khanahmadloo_s@arch.iust.ir

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-26]

مقدمه

امـروزه در عرصـه پهنـاور علـوم و تکنولـوژی و نحـوه بهره‌گیـری از آن‌هـا در معمـاری و به‌ویـژه ازلحاظ مصرف انـرژی، تحقیقات و نظریه‌های متعددی ارائه‌شـده اسـت. شـرایط اقلیمـی در طراحـی معمـاری از ابعـاد گوناگـون قابل‌بررسـی و تعمـق اسـت. وجهـی از ایـن تحقیقـات مرتبـط بـا رفتار حرارتـی ابنیه مرتبط با آسـایش حرارتی انسـان و واکنش بدن می‌باشـد که شـرایط تجربی اسـت. تعیین شـرایط آسـایش و راحتی در محدوده‌های اقلیمی مختلف بر محاسـبات حرارتی سـاختمان، انـدازه و قدرت دسـتگاه‌های حرارتـی و برودتـی، ضخامـت عایق، جنس مصالـح، تناسـبات و ارتباطـات فضایـی، میـزان بازشـوها و به‌طـور کل بـر میـزان مصـرف و اتـلاف انـرژی تأثیـر مسـتقیم دارد. بـا توجه به آهنگ رشـد جمعیت، مصرف انـرژی در سـاختمان‌ها و گسـترش بی‌رویـه آلاینده‌هـای زیسـت‌محیطی، تغییـر و اصـلاح ساخت‌وسـاز به‌منظـور کاهـش اتـلاف انرژی ضـروری به نظر می‌رسـد. بـا توجه به سـهم عمده اتلاف حـرارت در افزایـش بی‌رویه مصرف انـرژی در سـاختمان‌ها به‌ویژه سـاختمان‌هایی بـا کاربری مسـکونی، اقـدام در جهـت شناسـایی علل اتـلاف انرژی و برنامه‌ریـزی بـرای رفـع یـا بهبـود ایـن عوامـل باید جز اولویت‌هـای طراحـان قـرار بگیـرد. یکـی از روش‌هـای تشـخیص عوامل ایجاد اتلاف انرژی در ساختمان، بررسی رفتـار حرارتـی آن سـاختمان اسـت کـه عمدتاً به‌وسـیله روش‌هـای کمـی از قبیـل شبیه‌سـازی کامپیوتـری، مدل‌سـازی و بررسـی آزمایشگاهی سـاختمان‌های واقعی انجـام می‌پذیـرد. نتایج حاصـل از این مطالعـات، می‌تواند به‌عنـوان پایـه‌ای بـرای توسـعه مبانـی روش‌شـناختی بـرای بهبـود طراحـی، سـاخت، بهره‌بـرداری و بازسـازی سـاختمان‌ها بـه کار رود.

سؤالات تحقیق

بـا توجه به مطالب ذکرشـده، این تحقیق بر آن اسـت که به تأثیر بررسـی عملکرد حرارتی پوسـته سـاختمان‌ها بر رونـد اصـلاح روش‌هـای ساخت‌وسـاز در کشـور بـا هدف کاهـش اتـلاف انـرژی و درنتیجـه پاییـن آمـدن میـزان مصـرف انـرژی بپـردازد و بـه سـؤالات زیر پاسـخ دهد؛

۱- بررسـی عملکرد حرارتی پوسـته بنا، چـه راهکارهایی را بـرای کاهـش اتـلاف انـرژی در سـاختمان‌ها می‌توانـد ارائـه دهد؟

۲- مطالعـات انجام‌شـده در زمینـه عملکـرد حرارتـی پوسـته بنا، چگونه می‌تواند برای پژوهشـگران و طراحان/ سـازندگان در زمینـه اصلاح ساخت‌وسـاز و کاهش اتلاف انـرژی در کشـور مؤثر باشـد؟

پیشینه‌تحقیق

در سـال‌های اخیـر، مطالعـات زیـادی در ارتبـاط بـا بررسـی عملکرد حرارتی پوسـته سـاختمان‌های مختلف ازجملـه سـاختمان‌های مسـکونی به‌منظور دسـتیابی به راهکارهـای بهینـه طراحـی باهـدف کاهش اتـلاف انرژی صـورت گرفتـه اسـت. مطالعـه تعـدادی از پژوهش‌هـای پیشـین نشـان می‌دهد، بررسـی رفتار و عملکرد حرارتی سـاختمان، در دسـته‌بندی‌های ذیـل انجام‌شـده اسـت؛

۱- فضـا؛ در ایـن بخـش رویکرد بررسـی وجـود فضاهای مختلـف در سـاختمان و تأثیـر آن بـر عملکـرد حرارتـی سـاختمان موردتحقیـق قرارگرفتـه اسـت؛ به‌طـور مثـال تأثیـر وجـود پیـش ورودی بـر رفتـار حرارتی سـاختمان.

۲- پوسـته سـاختمان؛ در این دسـته‌بندی، قسـمت‌های مختلف سـاختمان، به‌صورت مجزا موردبررسی قرارگرفته و نتیجه آن در رفتار حرارتی سـاختمان بررسی‌شده است. قسـمت‌های مختلف پوسته ساختمان شـامل موارد ذیل اسـت؛ ۱. بـام و جداره‌هـای افقـی؛ ۲. جداره‌هـای عمودی (لایه‌هـای درونـی و بیرونـی- یک جـداره و دوجـداره)؛ ۳. بازشـوها؛ پنجره‌ها و درب‌ها

۳- مصالح سـاختمانی؛ در این قسـمت استفاده از مصالح مختلـف و تأثیـر آن بـر عملکـرد حرارتـی موردتحقیـق واقع‌شـده اسـت. به‌طـور مثـال در یـک مقالـه بـرای بام، سـه نوع مصالح مـورد آزمایـش و شبیه‌سـازی قرارگرفته و بر اسـاس نتایج به‌دسـت‌آمده، بهترین مصالح متناسـب بـا اقلیـم و کاربری سـاختمان بـرای کاهش اتـلاف انرژی معرفی‌شـده است.

۴- المان‌هـای سـاختمانی؛ در ایـن بخـش تأثیـر وجـود المان‌هـای مختلـف سـاختمانی ازجمله دیـوار ترومب در رفتـار حرارتـی سـاختمان موردبررسـی قرارگرفته اسـت.

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-26]

جدول ۱. دسته‌بندی موضوعی منابع مطالعاتی در رابطه با عملکرد حرارتی ساختمان، مقالات داخلی.

ردیف	عنوان	نویسنده	سال	نوع مقاله	درجه ارتباط	انتشارات
۱	تأثیر وجود پیش ورودی بر رفتار حرارتی فضای اصلی در اقلیم گرم و خشک ایران (بررسی خانه‌های قدیمی شهر یزد)	فاطمه مهدی زاده، هانیه صنایعیان، غلامرضا جاپلقی	۲۰۱۴	علمی پژوهشی	۴	نشریه علمی پژوهشی انجمن علمی معماری و شهرسازی ایران
۲	تأثیر تعداد جداره‌های لایه درونی و بیرونی نماهای دوپوسته بر میزان مصرف انرژی ساختمان‌های اداری و آموزشی	فاطمه مهدی زاده، هانیه صنایعیان، محمدمهدی دانش	۲۰۱۴	علمی پژوهشی	۴	علوم و تکنولوژی محیط‌زیست
۳	طبقه‌بندی انواع فن‌آوری‌های پوسته‌های ساختمانی بر اساس کارکرد حرارتی در جهت افزایش کارایی و کاهش مصرف انرژی	الهه نجفی، محسن فیضی، محمدعلی خانمحمدی		کنفرانس ملی	۴	سومین همایش ملی اقلیم، ساختمان و بهینه‌سازی مصرف انرژی
۴	روش‌های ایجاد آسایش حرارتی پوسته بنا در مسکن بومی(اقلیم گرم و خشک)	شیوا ثابتی اشجعی، فاطمه مهدی زاده سراج، محسن فیضی، امیرسام ظریف	۲۰۱۴	کنفرانس بین‌المللی	۴	
۵	نقش شیشه (پنجره) در رفتار حرارتی ساختمان	علی نمازیان، یحیی سپهری	۱۳۹۴	علمی پژوهشی	۲	مسکن و محیط روستا
۶	بررسی نقش جهات قرارگیری پنجره و انرژی تابشی خورشید بر بار حرارتی ساختمان	محسن فیضی، بهمن بابایی	۱۳۹۳	کنفرانس بین‌المللی	۴	
۷	الگوی انرژی دوستی در ساختمان بر اساس رفتار حرارتی بام	محمدجواد مهدوی نژاد	۱۳۹۲	علمی پژوهشی	۳	نقش‌جهان
۸	شبیه‌سازی بام‌ها، راهکار بررسی دقیق تأثیرات دمایی در محیطی مجازی	مریم مسندی، شاهین حیدری	۱۳۸۹	علمی پژوهشی	۴	هنرهای زیبا
۹	مطالعه رفتار حرارتی مصالح رایج در ساخت دیوار مطالعه موردی: ساختمان‌های مسکونی شهر تهران	شقایق محمد	۲۰۱۲	علمی پژوهشی	۳	هنرهای زیبا
۱۰	بهسازی حرارتی جدار ساختمان‌های موجود در اقلیم سرد در ایران با بهره‌گیری از ویژگی‌های دیوار ترومب	نوشین ابوالحسنی، ریما فیاض، بهروز محمد اکبری	۲۰۱۵		۳	دو فصلنامه مطالعات معماری ایران

جدول ۱. نشان‌دهنده چکیده مطالعات انجام‌شده در ارتباط با عملکرد حرارتی ساختمان از مقاله‌های داخلی می‌باشد.

جدول شماره ۲ شامل اطلاعات تعدادی از پایان‌نامه‌های انجام‌شده درزمینه طراحی پوسته ساختمان‌ها با رویکرد انرژی می‌باشد.

جدول۳. حاوی اطلاعات تعدادی از مقاله‌های مطالعه شده در زمینه رفتار و عملکرد حرارتی ساختمان است.

روش پژوهش

جامعه آماری؛ جامعه آماری در این پژوهش متشکل از مقالات معتبر علمی چاپ‌شده در نشریات علمی- پژوهشی معتبر کشور و همچنین مقالات علمی ثبت‌شده در پایگاه‌های معتبر علمی همچون گوگل پژوهشگر ، ساینس دایرکت ، سیویلیکا و مگیران حدفاصل سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۶ می‌باشد. ملاک اندازه نمونه آماری در این پژوهش ملاک اندازه نمونه؛ کفایت تئوریک است. به این معنی که با بررسی بیشتر مقالات، دیگر شاخص و معیار جدیدی در این حوزه نباشد. در نمونه‌گیری درروش فراترکیب نمونه‌های انتخاب‌شده، ماهیت غیر تصادفی دارند. ابزار گزینش اسناد علمی منتخب با روش ارزیابی و انتخاب حیاتی (کسپ) است؛ بنابراین فرایند نمونه‌گیری در فرا

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-26]

جدول ۲. دسته‌بندی موضوعی منابع مطالعاتی در رابطه با عملکرد حرارتی ساختمان، پایان‌نامه؛ منبع: مهدوی نژاد، محمدجواد

	Dissertation	Published place	Published year	Research methodology
۱	Effect building morphology on energy and structural performance of High-Rise office buildings (Ph.D).	Univerity Of Massachusetts	۲۰۱۲	Simulation (ecotech-outdoor)
۲	The parametric façade optimization in Architecture through a synthesise of design, analysis and fabrication (Master).	Waterloo	۲۰۱۲	simulation
۳	Mining hidden knowledge from measured data for improving building energy performance (Ph.D).	Concordia University, Montreal, Quebec	۲۰۱۲	Data collection
۴	A study of predictive control strategies for optimally designed solar homes (Ph.D).	Concordia University, Montreal, Quebec	۲۰۱۱	Simulation (ESP, Energy plus)
۵	Investigating the feasibility of establishing a biosphere reserve on the northeast coast of st.lucia (Master).	Waterloo	۲۰۱۰	
۶	Design with energy in mind: toward a low load and high satisfaction civic architecture in the great lake basin (master).	Waterloo	۲۰۰۹	Case study
۷	Life-cycle coast evaluate of building envelope energy retrofits	University of toronto	۲۰۰۹	Simulation (EQuest)
۸	Design and power: defining progamme and typology for T.L.S.E.C development in the bay of fundy (master).	Dalhouse university	۲۰۰۹	Case study
۹	Evaluation of high performance residential housing technology (master).	Waterloo	۲۰۰۸	Computer modeling software
۱۰	Case-based reasoning approach to designing of building envelope(Ph.D)		۱۹۹۹	Case study

ترکیب با مقالات حائز اولویت بالاتر در متدولوژی کسب آغازشده و با رسیدن به‌کفایت تئوریک خاتمه می‌پذیرد.

روش؛ در این پژوهش روش فرا ترکیب به کار گرفته‌شده است. فراترکیب اطلاعات و یافته‌های استخراج‌شده از مطالعات کیفی یا کمی دیگر با موضوع مرتبط و مشابه را به‌صورت کیفی، بررسی می‌کند. درنتیجه، نمونه‌ی موردنظر برای فراترکیب، از مطالعات انجام‌شده منتخب و بر اساس ارتباط آن‌ها با سؤال پژوهش تشکیل می‌شود .فراترکیب، مرور یکپارچه ادبیات کیفی موضوع موردنظر و تجزیه‌وتحلیل داده‌های ثانویه و اصلی از مطالعات منتخب نیست، بلکه تحلیل یافته‌های این مطالعات است. به عبارتی، فراترکیب، ترکیب تفسیر داده‌های اصلی مطالعات منتخب است.

مراحل انجام فراترکیب؛ فرا ترکیب مستلزم آن است که پژوهشگر بازنگری دقیق و عمیقی را نسبت به سند موردمطالعه انجام دهد و یافته‌های پژوهش‌های قبلی را با یکدیگر ترکیب کند. درگذر این بررسی، ابعاد و مؤلفه‌های مکنون در مسئله بهتر بازنمایی می‌شود ؛ بنابراین فرا ترکیب به بازنمایی نتایجی بیش از هر یک از مطالعات قبلی کمک می‌کند. ساندلوفسکی و باروز الگوی هفت مرحله‌ای را به این منظور ارائه داده‌اند.

گام نخست تنظیم سؤال پژوهش: نخستین سؤال برای شروع فرا ترکیب چه چیزی است. در پژوهش حاضر

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-26]

جدول ۳. دسته‌بندی موضوعی منابع مطالعاتی در رابطه با عملکرد حرارتی ساختمان، مقالات خارجی منبع نگارندگان

	Dissertation	Published place	Published year	Research methodology
۱	Optimization of building envelope design for nZEBs in Mediterranean climate: Performance analysis of residential case study	Elsevier	۲۰۱۶	Case study
۲	Assessment of the Thermal Performance of Complete Buildings Using Adaptive Thermal comfort	Elsevier	۲۰۱۶	
۳	Performance Assessment Protocol for Pre-Engineered Manufactured Self-Sustaining (PEMaSS) Housing to RemoteRegions	Elsevier	۲۰۱۵	simulation
۴	Thermal Performance of traditional houses in dry hot arid climate and the effect of natural ventilation on Thermal comfort: a case study in Damascus	Elsevier	۲۰۱۵	Case study
۵	Evaluation of Thermal Performance of Residential Building Envelope	Elsevier	۲۰۱۵	simulation
۶	The difference of Thermal performance between houses with wooden walls and exposed brick walls in tropical coasts	Elsevier	۲۰۱۵	simulation
۷	Thermal performance modeling of residential house wall systems	Elsevier	۲۰۱۲	simulation

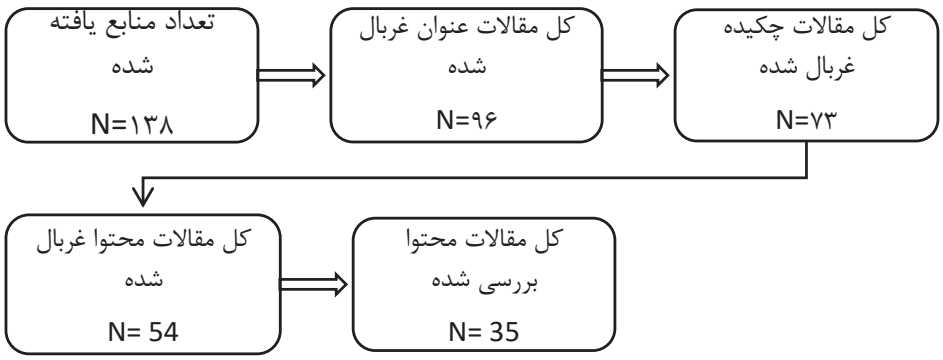
ابعاد و شاخص‌های عملکرد حرارتی پوسته بنا مورد سؤال قرارگرفته است. در ادامه سؤال‌هایی نظیر چه کسی؟ چه وقت و چگونه می‌تواند مطرح شود.

گام دوم بررسی متون به‌صورت نظام‌مند: در این مرحله پژوهشگر به جستجوی سازمان‌یافته مقالات منتشرشده در مجلات علمی مختلف تمرکز می‌کند. وی کلمات کلیدی مرتبط را گزینش می‌کند. در سرتاسر پژوهش تعاریف واژه‌های مورد جستجو یا چهارچوب زمانی به‌طور مستمر دوباره ارزیابی می‌شود. در انتها، پژوهشگر مجموعه‌ای از جستجوهای بر خط را انجام داده تا مطالعات منتخب را مشخص کند. برای هر مقاله مشخص، او نسخه‌ای را از متن کامل مقاله همراه با فهرستی از تمام منابع دانلود می‌کند. سپس، منابع منتخب دیگری را برای بازنگری بررسی می‌کند. همچنین واژه‌های جستجوی جدیدی را نیز برای جستجو در اینترنت شناسایی می‌کند.

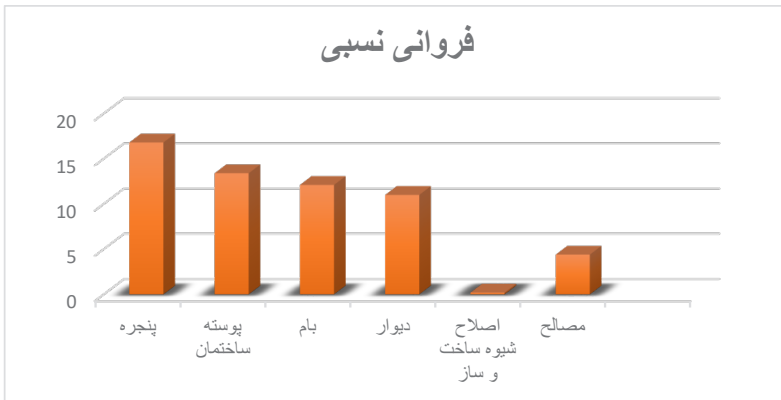
گام سوم جستجو و انتخاب مقالات مناسب: در ابتدای فرایند جستجو پژوهشگر مشخص می‌کند که آیا مقالات یافت شده متناسب با سؤال پژوهش می‌باشد یا خیر. بدین منظور مقالات منتخب چندین بار مورد بازبینی قرار می‌گیرد. در این گام، پژوهشگر در هر بازبینی تعدادی از مقالات را رد می‌کند. ابزاری که معمولاً برای ارزیابی کیفیت مطالعه اولیه پژوهش کیفی استفاده می‌شود روش ارزیابی حیاتی کسپ است. بر اساس شاخص کسپ اهداف پژوهش، منطق پژوهش، طرح پژوهش، نمونه‌برداری، جمع‌آوری داده‌ها، انعکاس‌پذیری، ملاحظات اخلاقی، دقت در تجزیه‌وتحلیل، بیان روشن یافته‌ها، ارزش پژوهش موردبررسی قرار می‌گیرد. در پژوهش حاضر پس از فیلتر مقالات از طریق ابزار کسپ و بر اساس رسیدن به اشباع تئوریک تعداد نهایی مقاله‌ها به ۳۵ عدد رسید.

گام چهارم استخراج نتایج: پس از گزینش اسناد و گزارش‌های برگزیده، نوبت به استخراج کدها از متون است. برای استخراج کدها سؤالات تحقیق، موردنظر بوده است. در این پژوهش تعداد ۲۰۸ تم/کد توسط نرم‌افزار شناسایی شدند که از میان تم¬های مشخص‌شده، «پنجره» با ۳۵ ارجاع، «پوسته» با ۲۸ ارجاع، «بام» با ۲۵ ارجاع و «دیوار» با ۲۳ ارجاع در زمره

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-26]



شکل ۱. فرآیند فیلتر مقالات؛ منبع: نگارندگان.



نمودار ۱. فروانی نسبی مقوله‌ها در مقالات مطالعه شده؛ منبع: نگارندگان

مهم‌ترین تم¬های شناسایی‌شده بودند. همچنین تم «اصلاح شیوه ساخت‌وساز» با ۵ ارجاع دارای کم‌ترین ارجاع در بین مقالات کدگذاری شده بود. همچنین از میان کدها «رفتار حرارتی» با ۲۵ ارجاع، «پوسته» با ۱۹ ارجاع و «کاهش اتلاف انرژی/کاهش مصرف انرژی» با ۱۴ ارجاع بیشترین ارجاع را در میان کدهای شناسایی‌شده داشتند. در نمودار ۱ فراوانی نسبی مقولات مورد تحقیق آمده است. لازم به ذکر است فراوانی ذکر شده با واژه کلیدی عملکرد/رفتار حرارتی مورد تحقیق واقع شده است. ممکن است مطالعات بدون در نظر گرفتن عملکرد حرارتی، در زمینه هایی مثل بام با زیر شاخه بام سبز یا دیوار با زیر شاخه های مختلف فراوانی متفاوتی داشته باشد که نیازمند بررسی جداگانه ای است.

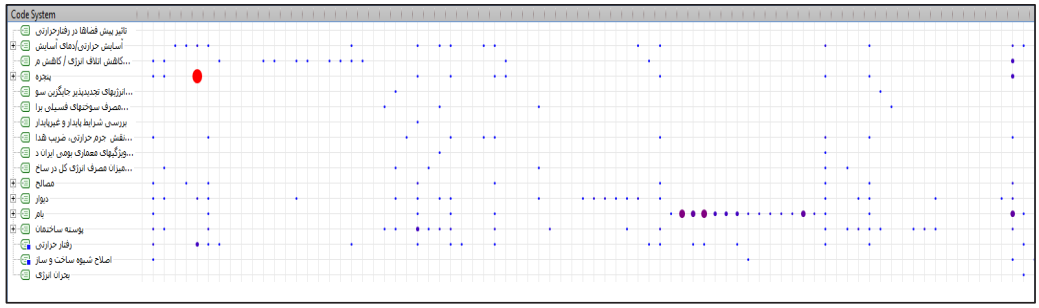
گام پنجم تجزیه‌وتحلیل و ترکیب یافته‌های کیفی: ابتدا تمام عوامل استخراج‌شده از مطالعات، به‌عنوان کد در نظر گرفته می‌شود. سپس با در نظر گرفتن مفهوم هریک از کدها، آن‌ها در یک مفهوم مشابه دسته‌بندی می‌شود. به‌این‌ترتیب مفاهیم تم‌های پژوهش شکل داده می‌شود. مبنای دسته‌بندی این کدها، برحسب میزان تشابه کدهای مختلف با یکدیگر است. در شکل زیر میزان توافق میان شاخص‌های مختلف در میان اسناد مختلف در نرم‌افزار Maxqda را مشاهده می‌کنید. درواقع این شکل میزان تکرار (فراوانی) هر تم را در هر سند به‌صورت گرافیکی نمایش می‌دهد.

گام هفتم ارائه یافته‌ها: یافته‌های پژوهش حاضر در پایان، در قالب پیشنهادهایی برای پژوهشگران/مجریان و سازندگان، بر اساس فراوانی کدها در نرم‌افزار مکس کیودا، ارائه خواهد شد.

بحث

فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۴۷ تابستان ۹۶
No.47 Summer 2017

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-26]



شکل ۲. میزان توافق میان شاخص‌های مختلف در میان اسناد مختلف در نرم‌افزار MAXQDA؛ منبع: نگارندگان.

در این قسمت از پژوهش، مباحث برگرفته از مقالات موردمطالعه در قالب تم¬ها و کدهای شناسایی‌شده در نرم‌افزار مکس کیودا، دسته‌بندی و به‌صورت اجمالی ارائه می‌شود. میزان انرژی مصرفی در ساختمان به عوامل متعددی بستگی دارد که اهم آن‌ها به شرح زیر هستند؛

۱- میزان تعویض و نفوذ هوا؛ ۲- اختلاف دمای بین فضای کنترل‌شده و خارج ساختمان در اوقات مختلف سال؛ ۳- میزان انرژی رایگان دریافتی در اوقات مختلف سال؛ و ۴- ضریب انتقال حرارت از پوسته خارجی ساختمان

بر این اساس به نظر می‌رسد بررسی متغیرهای مؤثر بر پوسته ساختمانی در میزان انتقال حرارت ساختمان بسیار تأثیرگذار است. پوسته‌ها، کلیه سطوح پیرامونی ساختمان، اعم از دیوارها، کف‌ها، بازشوها و نظایر آن‌ها هستند که ازیک‌طرف با فضای خارج و از طرف دیگر با فضای داخل یا کنترل نشده در ارتباط می‌باشند. با بررسی عملکرد حرارتی اجزاء ساختمان و پیگیری تغییرات آن‌ها در ساعات و فصول مختلف می‌توان به راهکارهایی مؤثر در جهت اصلاح طراحی اجزاء دست یافت و متوجه شد که عناصر معماری تا چه اندازه در اتلاف انرژی بنا یا صرفه‌جویی غیرمستقیم انرژی، به‌خصوص در محیط‌های شهری مؤثر است.

بررسی رفتار و عملکرد حرارتی پوسته ساختمان از روش‌های مختلف ذیل قابل انجام است:

۱- بررسی نمونه‌های موردی موجود و محاسبه آزمایشگاهی آن‌ها.

۲- با توجه به عدم دسترسی به نمونه‌های اجراشده تکنیک‌های مختلف بام، شبیه‌سازی کامپیوتری به‌عنوان روش جایگزین.

۳- مطالعات کتابخانه‌ای و جمع‌بندی از نتایج موجود حاصل از تجربیات سایر پژوهشگران.

همچنین با استناد به مطالعات انجام‌شده تاکنون بررسی عملکرد حرارتی بنا از زوایای ذیل قابل انجام است؛

۱- بررسی تغییر رفتار و عملکرد حرارتی بنا با استفاده از مصالح متفاوت در اجزاء مختلف پوسته بنا.

۲- بررسی تغییر رفتار حرارتی ساختمان با تغییر فرمها و شکل بام.

۳- بررسی عملکرد حرارتی بنا با تکنیک‌های مختلف. (بام‌ها و دیوارهای خاص)

۴- بررسی تغییر عملکرد حرارتی ساختمان با تغییر ضخامت و لایه‌های داخلی و خارجی پوسته.

۵- بررسی تغییر رفتار حرارتی بنا با افزودن یا کاستن فضاهای ساختمانی.

مصالح

بررسی عملکرد حرارتی اجزاء مختلف پوسته بنا ازجمله بام، دیوارها، پنجره‌ها، درب‌ها و کف، در شرایط اقلیمی یکسان، در زمان‌های یکسان از شبانه‌روز و روزهای یکسان سال، با مصالح مختلف، می‌تواند کمک شایانی به تأمین آسایش حرارتی ساکنین نماید. در این زمینه تحلیل مواردی از قبیل نقش متفاوت جرم حرارتی و عایق حرارتی، تعریف ویژگی‌های حرارتی دینامیک و رفتار دوره‌ای مصالح در مواجهه با شرایط ناپایدار،

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-26]

جایگزینی تحلیل رفتار حرارتی مصالح در شرایط ناپایدار بجای تحلیل‌های رایج در شرایط پایدار محیط لازم به نظر می‌رسد. در یک تحقیق صورت گرفته در زمینه رفتار حرارتی مصالح، تحلیل رفتار حرارتی پوسته بنا، به‌طور ویژه دیوارها موردبررسی قرارگرفته است. در این تحقیق با شبیه‌سازی کامپیوتری یک ساختمان چهار طبقه دو واحدی که بر روی پیلوت احداث‌شده است، در نرم‌افزار IES-VE مدل‌سازی شده است و یکی از اتاق‌های داخلی آن به‌عنوان فضای داخلی مورد آزمایش قرارگرفته است. برای مدل‌سازی، از اجزا پوسته بنا، سقف، کف، دیوارهای داخلی و پنجره‌ها ثابت در نظر گرفته‌شده و تنها مصالح دیوارهای خارجی در تحلیلی رفتار حرارتی بنا، تغییر کرده‌اند. مصالح مورد تحلیل در این شبیه‌سازی شامل بلوک سفالی توخالی باضخامت ۱۵ سانتیمتر، بلوک لیکا باضخامت ۲۰ سانتی‌متر، بلوک لیکا باضخامت ۱۰ سانتیمتر، بلوک بتنی باضخامت ۲۰ سانتی‌متر و بلوک بتنی باضخامت ۱۰ سانتیمتر موردبررسی قرارگرفته‌اند. همان‌طور که مشخص است مصالح به‌کاررفته در این تحلیل هم ازلحاظ ضخامت و هم ازلحاظ مواد بکار رفته در آن، متغیر هستند. نتایج زیر حاصل این شبیه‌سازی است؛ ۱. محاسبات شرایط پایدار که منجر به محاسبه ضریب هدایت حرارتی شده و در شرایط ثابت آزمایشگاهی صورت می‌گیرد، روش جامعی برای ارزیابی رفتار حرارتی پوسته ساختمان نیست. ۲. عایق حرارتی و جرم حرارتی نقش‌های متفاوتی در رفتار حرارتی کل پوسته ساختمان بازی می‌کنند و شایسته است در محاسبات به‌منظور تحلیلی جامع از رفتار حرارتی پوسته ساختمان نقش هر دو به‌صورت جداگانه موردبررسی قرار گیرد. ۴. با به‌کارگیری سازه دیوار بهینه که مناسب‌ترین رفتار حرارتی را از خود نشان می‌دهد می‌توان به میزان قابل‌توجهی در مصرف انرژی ساختمان‌های مسکونی صرفه‌جویی کرد. نتیجه نهایی این تحقیق بیان می‌کند که دیوار ساخته‌شده از دو ردیف بلوک لیکا باضخامت ۱۰ سانتیمتر، با ۵ سانتیمتر عایق در میانه آن‌ها مناسب‌ترین عملکرد حرارتی را در جهت ایجاد آسایش حرارتی برای ساکنین در ساختمان‌های مسکونی شهر تهران خواهد داشت. همچنین در پژوهش دیگری با بررسی رفتار حرارتی ساختمان و بررسی یک دوره ۱۲ ماهه در چند نمونه ساختمان آزمایشی با ابعاد ۶*۶ که هرکدام از این نمونه‌ها با آجرهای متفاوت از قبیل آجر باروکش عایق، آجر باروکش عایق معکوس، آجر حفره‌دار و آجر عایق حفره‌دار، پوشیده شده است، به نتایجی دست‌یافته است. این مدولها در شرایط آب و هوایی مختلف مورد ارزیابی قرارگرفته‌اند. بیش از ۱۰۰ سنسور برای ثبت رفتار داخلی و خارجی ساختمان، در شرایط مختلف آب و هوایی، روی هر نمونه نصب‌شده است. نتایج حاصل از این مدل‌سازی نشان داد که مدول آجر عایق حفره‌دار بهترین عملکرد حرارتی را داشت. نتایج بررسی دو پژوهش مطرح‌شده به‌روشنی نقش تأثیر بررسی رفتار حرارتی ساختمان با مصالح مختلف در شرایط یکسان را روشن می‌کند که به انتخاب بهترین مصالح برای اقلیم موردنظر و درنتیجه اصلاح نواقص شیوه‌های ساخت‌وساز کنونی منجر خواهد شد.

بام

بام، یکی از اجزا اصلی ساختمان است که عموماً مورد بی‌مهری طراحان معماری است. بام‌ها قسمتی از پوسته ساختمان هستند که بیشتر از عناصر دیگر در معرض عوامل جوی، تشعشع نامطلوب خورشید، باد، باران و برف قرار دارند. تعاملات حرارتی که بین بام و فضای بیرون صورت می‌گیرد، عبارت است از؛ ۱- دفع گرما، ۲- جذب گرما، و ۳- انعکاس خورشیدی. با توجه به گستردگی بام نسبت به سایر اجزا پوسته خارجی، مطالعه عملکرد حرارتی آن، گامی مهم در جهت دسترسی به راهکارهای مناسب کاهش اتلاف حرارت بنا محسوب می‌شود. در صورت عدم پیش‌بینی راهکار مناسب برای حفاظت بام از تغییراتی که بام در معرض آن قرار دارد، اثرات آن به فضای داخل منتقل خواهد شد و آسایش انسان را مختل خواهد کرد.

همان‌گونه که ذکر شد، بررسی رفتار حرارتی بام‌ها از زوایای مختلفی قابل انجام است. در هر بررسی آنچه

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-26]

به‌عنوان نتیجه، حاصل می‌شود، یافته آن رویکرد بوده و قابل‌تعمیم به سایر رویکردها نیست. به نظر می‌رسد برای یافتن نتیجه جامع، تمام زوایای موردبررسی باید در کنار هم در نظر گرفته شود. از مهم‌ترین موارد تأثیرگذار بر رفتار حرارتی بام‌ها ۱- اقلیم، ۲- مصالح بام، ۳- فرم بام، و ۴- ضخامت و تعداد لایه‌های بام می‌باشد که در نظر گرفتن تمامی این موارد در کنار هم نتیجه دقیق‌تری را در اختیار طراحان قرار خواهد داد. فرم‌های مختلف بام با شرایط متفاوت اقلیمی، رفتار حرارتی مختلفی را در بر خواهد داشت. انواع بام از منظر فرم به دودسته کلی زیر طبقه‌بندی می‌شوند؛ ۱- بام ساده؛ شامل بام تخت، بام شیب‌دار، بام قوسی که هر سه شامل پوسته‌ای یک‌لایه هستند.

۲- بام مرکب؛ شامل بام دوپوسته، حوضچه بام، تشعشع کننده سرمایش آبی و هوایی، بام سبز که همگی ساختاری چندلایه دارند.

• بام تخت؛ پوشش نهایی ساختمان که شیبی کمتر از ۱۰ درجه یا مساوی آن، نسبت به افق دارد.

• بام شیب‌دار؛ پوشش نهایی ساختمان که شیبی بیشتر از ۱۰ درجه و کمتر از ۶۰ درجه نسبت به سطح افق دارد. بر روی سطح شیب‌دار، فضای خارج و در زیر آن، فضای کنترل‌شده یا کنترل نشده قرار دارد. اگر شیب جدار بیش از ۶۰ درجه باشد، دیوار تلقی می‌شود.

• بام قوسی؛ این بام برخلاف بام تخت، همیشه در خلال روز در بخشی از سطح خود در سایه خواهند بود. استفاده از سطوح گنبدی باعث می‌شود که مساحت سطح افزایش یابد و این افزایش مساحت، درروند انتقال گرما، تبادل حرارت و از دست دادن تدریجی حرارت تأثیر مثبت گذاشته و موجب کاهش گرمای دریافتی در روز و افزایش باز پس دادن حرارت در شب می‌شود.

• بام دوپوسته؛ درگذشته به‌صورت گنبدهای دوپوسته و شیروانی‌ها بوده و امروزه در بام‌های تخت، به‌صورت سقف کاذب رواج دارد. این بام‌ها به‌صورت دولایه بوده و بین فاصله بام و سقف یک‌لایه هوا قرار می‌گیرد که این خود در رفتار حرارتی تأثیر خواهد داشت.

• حوضچه بام؛ در این سامانه بام آبی، آب در کیسه‌های پلاستیکی سیاه‌رنگ بر روی یک بام تخت فلزی ذخیره می‌شود. در طول روز زمستان، خورشید کیسه‌های آب را گرم می‌سازد. گرما به‌سرعت از طریق هدایت به پایین جریان یافته و از سقف به سمت فضای نشیمن تابیده می‌شود. در شب، عایق متحرک آب را می‌پوشاند تا مانع دفع گرما به سمت آسمان گردد.

• بام سبز؛ موجب جایگزینی گیاهان ازدست‌رفته در فضاهای شهری بوده و درنتیجه کاهش نیاز به حرارت در داخل ساختمان و کاهش مصرف انرژی را در پی خواهد داشت. اجزا آن عبارت‌اند از گیاه، لایه ضدآب، عایق حرارتی، زیرسازی و سازه بام.

بررسی‌های انجام‌شده در تحقیقات پیشین نشان می‌دهد دو بام متفاوت با ضریب جذب مختلف در شرایط جوی یکسان، رفتار متفاوتی از خود بروز می‌دهند به این صورت که افزایش دمای سطح تا حد بالاتر از دمای هوای محیط، تابع ضریب جذب خورشیدی سطح است. نقطه اوج تأثیر تابش خورشیدی در ظهر روی سطح بام است. افت دمای سطوح تا حد پایین‌تر از دمای هوای محیط در شب، تأثیر سرمایش تابشی، یعنی اتلاف حرارت ویژه از طریق پرتوهای امواج بلند به آسمان را نشان می‌دهد. در یک پژوهش انجام‌شده با مدل‌سازی یک بام تخت، یک بام دوپوسته، حوضچه بام به‌عنوان یک واسط، یک بام سبز گسترده و یک بام سبز فشرده در شرایط یکسان اقلیمی و در زمان‌های مشابهی از سال و شبانه‌روز، به بررسی رفتار و عملکرد حرارتی بنا با هر یک از این بام‌ها پرداخته‌شده است. پس از واردکردن داده‌های اولیه موردنیاز، نتایجی به‌دست‌آمده که امکان بررسی رفتار حرارتی بام موردنظر و تأثیر آن بر دمای داخل را فراهم آورده است. درنتیجه با یافته‌های حاصل، امکان انتخاب تکنیک مناسب برای بام بنا که راندمان حرارتی قابل قبولی در تمام سال ارائه دهد، فراهم گردیده است. در این پژوهش و بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، بام سبز، تکنیک مناسبی برای شهر تهران بوده و جوابگوی نیاز حرارتی این شهر خواهد بود. در شرایطی که متوسط

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-26]

تعـداد طبقـات در تهران چهار باشـد، با فـرض بهره‌گیری ۲۵ درصـد از بام‌هـا از بـام سـبز، دمـای ایـن شـهر تـا ۳ درجـه کاهـش خواهد داشـت کـه این مسـئله ۲۱ درصد کاه مصـرف انـرژی را در پـی خواهد داشـت.

به‌منظور طراحی مناسـب سـقف‌ها، می‌تـوان راهکارهایی را به‌منظـور کاهـش اتـلاف انـرژی و یـا کاهـش نیـاز بـه مصـرف انـرژی ارائـه داد. بـه ایـن معنا که هـم تمهیدات اقلیمی و هم آئین‌نامه‌ها و قوانین سـاخت را در آن رعایت کـرد. به‌طـور مثـال در یـک پژوهـش به‌منظـور بررسـی تأثیـر تغییـر فـرم سـقف در میـزان هـدر رفت انـرژی در طـی سـال، یک نمونه مدل‌سـازی کامپیوتری انجام‌شـده اسـت. ایـن شبیه‌سـازی بـرای چهـار نمونه سـقف سـاده شـامل سـقف تخت، سـقف شـیب‌دار، سـقف گنبـدی با کمـان ۹۰ درجـه، سـقف شـیب‌دار (۳۰-۶۰) و سـقف شـیب‌دار (۴۵) در اوقـات سـرد و گـرم سـال به‌طـور ویژه شـب سـرد زمسـتان و روز گرم تابسـتان، با عایق و بدون عایق، مدل شـده اسـت. هـدف پژوهش دسـتیابی به فرم بهینه سـقف در اقلیم گرم و خشـک اصفهان اسـت. نتایج حاصـل از ایـن پژوهـش بدین شـرح اسـت؛ ۱- مدل‌های بـدون عایق، بار حرارتی بیشـتری نسـبت بـه مدل‌های با عایق دارند؛ که این تفاوت بسـیار چشـمگیر اسـت. ۲- در بیـن برگه‌هـای مختلف، بـام تخت کمتریـن و بام نیمکره بیشـترین اتـلاف انـرژی در طـول روز را دارد. ۳- در میان فرمهـای شـیب‌دار، با شـیب ۳۰-۶۰ و با قرارگیـری زاویه ۳۰ درجـه رو بـه جنـوب کمترین میـزان اتلاف انـرژی را دارد کـه بـه دلیـل قرارگیـری سـطح رو به جنوب اسـت. ۴- بـام شـیب‌دار ۴۵ نسـبت به بـام با شـیب ۳۰-۶۰ و با قرارگیـری زاویـه ۳۰ درجـه رو بـه جنـوب، اتـلاف انرژی بیشـتری دارد امـا اختـلاف بـار حرارتـی ایـن دو مـدل بسـیار کم اسـت. ۵- در طول شـب، اتلاف حرارتی در بام تخـت کمتریـن و در بـام نیمکره بیشـترین مقدار اسـت. ۶- در بیـن بام‌هـای شـیب‌دار بـام ۳۰-۶۰ بـا قرارگیـری زاویـه ۶۰ درجـه رو بـه جنـوب، بیشـترین میـزان اتلاف انـرژی را دارد و پـس‌ازآن بام شـیب‌دار ۴۵ و بام شـیب‌دار ۳۰-۶۰ بـا قرارگیـری زاویـه ۳۰ درجـه رو بـه جنـوب در میـان بام‌هـای شـیب‌دار کمترین میـزان اتلاف انـرژی را دارنـد. بررسـی دو پژوهـش فـوق به‌خوبی نشـان می‌دهد کـه مـوارد مختلـف در طراحـی بـام ازجمله شـکل و فرم و تکنیـک خـاص مورداسـتفاده در بنـا برای سـقف، تأثیر مسـتقیم و قابل‌توجهی بر بار حرارتی سـاختمان و میزان مصـرف انـرژی بنا دارد. بـه این معنی که با بررسـی رفتار و عملکـرد حرارتی بام‌هـای متفاوت در شـرایط اقلیمی و زمان یکسـان، تفـاوت رفتـار بام‌ها به‌خوبی قابل‌مشـاهده و محاسـبه بـوده و امـکان دریافـت نتیجـه بـرای تعییـن بهتریـن بـام در شـرایط اقلیمـی موردنظـر وجـود دارد و ایـن امـر تأثیر مسـتقیمی بـر روی تدوین اسـتانداردهای سـاختمانی و تعییـن مشـکلات وضع موجـود و کمک به اصلاح سـاختار ساخت‌وسـاز بنـا، خواهد داشـت.

ضخامت و لایه‌های پوسته

یکـی از مـوارد مهـم در بررسـی رفتار و عملکـرد حرارتی پوسـته سـاختمان، بررسـی اجـزا مختلـف آن از منظـر ضخامـت اجـزا پوسـته و همچنیـن بررسـی لایه‌هـای درونـی و بیرونـی بنـا ازلحـاظ جنـس و تعـداد لایه‌هـا و تأثیـر آن بـر بـار حرارتـی سـاختمان و درنتیجـه کاهش یـا افزایش مصـرف انرژی هسـت. نتایجی کـه حاصل آن پیشـنهادهای اجرایـی بـرای طراحـان معمـاری و اصلاح اسـتانداردهای ساخت‌وسـاز و کاهش اتلاف انرژی خواهد بود.

ایـن رویکـرد یکـی از گسـترده‌ترین، بخش‌های بررسـی رفتـار حرارتی پوسـته بـوده و مطالعـات بسـیاری در این زمینـه صـورت گرفته اسـت. در پژوهشـی کـه در زمینه بررسـی تأثیـر تعـداد جداره‌هـای نماهـای دوپوسـته بـر میـزان مصـرف انـرژی صـورت گرفته اسـت، سـاختمان دانشـکده علـوم پایه دانشـگاه علـم و صنعت ایـران مورد شبیه‌سـازی بـا نرم‌افـزار دیزایـن بیلـدر قرارگرفته اسـت. در ایـن پژوهـش ایـن سـاختمان بـا توجـه بـه تعـداد جداره‌هـای لایه‌هـای درونـی و بیرونـی نمـای دوپوسـته کـه هرکـدام شـامل پنجره یـک جـداره، دوجداره و سـه جـداره و درمجمـوع برای ۶ متغیر مسـتقل، برای هرکدام به‌صـورت جداگانـه، شبیه‌سازی‌شـده اسـت. در ایـن شبیه‌سـازی ضریـب انتقـال حـرارت هـر متغیـر و میزان انتقـال انـرژی بـه داخل بنـا و درنتیجـه میـزان تغییرات

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-26]

بار سـرمایش و گرمایش محاسـبه و بر اسـاس نمودارهای استخراج‌شـده، داده‌هـا تحلیل‌شـده‌اند. نتیجـه حاصـل نشـان می‌دهـد کـه در نماهـای دوپوسـته، وقتی تعـداد جداره‌هـای لایـه درونـی تغییـر کنـد، تغییـر در مصـرف انـرژی بیشـتر می‌باشـد. همچنیـن تغییـر در جداره‌های لایـه بیرونـی در جهت کاهش مصرف انرژی مؤثر نیسـت. حضور بیشـتر تابـش در جبهه جنوبی باعث می‌شـود که اسـتفاده از نمـای دوپوسـته در ایـن جبهه مؤثرتر باشـد. همچنیـن نتایـج حاصـل بیانگـر این اسـت کـه تغییر در جـداره لایـه درونـی از یک جداره به سـه جـداره، مصرف انـرژی را کاهـش می‌دهـد امـا تغییـر جداره‌هـا در لایـه بیرونـی نه‌تنها تغییـری در مصرف انـرژی ایجاد نمی‌کند بلکـه ایـن تغییـرات در لایـه بیرونـی از یـک جـداره بـه سـه جـداره باعـث افزایـش مصـرف گاز جهـت گرمایش می‌شـود؛ بنابرایـن از نتایـج به‌دسـت‌آمده از تحقیق‌هـای مشـابه، آنچـه مشـخص اسـت ایـن اسـت کـه تغییـر در لایه‌هـای درونی سـاختمان تأثیر قابل‌توجهـی در کاهش اتـلاف انـرژی، کاهـش بـار حرارتی سـاختمان و درنتیجه کاهـش مصـرف انرژی خواهد داشـت. همچنیـن با توجه بـه پیشـنهادهای مطرح‌شـده در ایـن دسـت پژوهش‌ها، طراحـان معمـاری به‌خوبی می‌توانند با انتخاب درسـت با توجه به اقلیم منطقه، اسـتانداردها و قوانین، نتایج حاصل از بررسـی رفتـار حرارتـی هرکـدام از موارد مطرح‌شـده و کشـف راه‌هـای اتلاف حـرارت در سـاختمان‌ها و رفع آن، گامـی موثـر در زمینـه بهبـود ساخت‌وسـاز بردارند.

فضاهای‌ساختمانی

سلسـله‌مراتب فضایـی در پـلان سـاختمان‌ها، هرکـدام از فضاهـا بـه دلیلـی ایجاد و سـاخته می‌شـوند. چگونگی وجـود و قرارگیـری ایـن فضاهـا در کنـار هم بـار حرارتی سـاختمان را به‌گونـه‌ای خـاص رقـم می‌زننـد. بررسـی عملکـرد حرارتـی هرکـدام از فضاها می‌تواند بـه طراحان معمـار در انتخـاب نوع فضـا و همچنین چگونگی چینش فضاهـا در کنار هم کمک نماید. این نوع بررسـی به دلیل محدودیت‌هـای موجـود برای آزمایش‌هـای واقعی، عموماً بـه روش شبیه‌سـازی کامپیوتـری انجام می‌شـود. یکی از پژوهش‌هـای انجام‌شـده در ایـن زمینـه، بـا اسـتفاده از شبیه‌سـازی کامپیوتـری، به بررسـی وجود پیـش فضاها در سـاختمان‌های سـنتی ایـران پرداختـه اسـت. در این تحقیـق شبیه‌سـازی در سـه مرحلـه، یک‌بـار با بررسـی رفتـار حرارتـی فضاهـای اصلـی باوجـود پیش فضـا و بار دیگر بدون وجود آن و بار سـوم باوجود پیش فضا و تغییر محـل قرارگیری آن، برای پنج خانه سـنتی در شـهر یزد، انجام‌گرفتـه اسـت. بـرای این منظـور پـس از طبقه‌بندی پلان‌هـای خانه‌هـای سـنتی یـزد بـا رویکرد گونـه گونی فضاهای بسـته، واسـط و باز و همچنین درصد بازشوهای هرکـدام، به ارزیابی رفتـار حرارتی آن‌ها بسـته به‌ضرورت وجـودی انـواع فضاهـای مذکـور پرداختـه شـد. سـپس بـر اسـاس طبقه‌بندی‌هـای به‌دسـت‌آمده از گونه‌هـای متنـوع، به‌صـورت مـوردی نمونـه‌ای رایج‌تـر در محیـط نرم‌افـزار design builder شبیه‌سازی‌شـده و نمودارهـا و اطلاعـات مرتبـط بـا اختـلاف درجـه حـرارت فضاهای میانـی و فضاهـای بسـته درونـی بـرای تحلیل و بررسـی حرارتـی حاصـل گردیـد. بررسـی نمودارها بیانگـر تأثیر مثبـت وجود پیش فضاها، به ترتیـب در ایجاد گرمایش و سـرمایش در فضاهای اصلی در فصول زمستان و تابستان اسـت. تکـرار این نـوع بررسـی‌ها در مورد فضاهـای دیگر سـاختمانی و شبیه‌سـازی و تحلیل آن‌ها، نتایجی را ایجاد می‌کنـد کـه در طراحی سـاختمان‌ها تغییـرات مثبتی را بـه وجود خواهـد آورد.

یافته‌پژوهش

جدول شـماره ۴ شـامل پیشـنهادهایی برای پژوهشگران اسـت کـه شـامل کدهـا و مقوله‌ها با ارجـاع بالا بـوده که معـرف موضوعاتی اسـت کـه پیشـینه مطالعاتـی زیادی داشـته و پژوهشـگران درگذشـته در این زمینه‌ها فعالیت مطالعاتی داشـته‌اند و همچنین کدهـا و مقوله‌ها با ارجاع پاییـن که معرف موضوعاتی اسـت که پیشـینه مطالعاتی زیادی نداشـته و کمتر موردتوجه پژوهشـگران درگذشته بوده اسـت و خلأ مطالعاتی در این زمینه بسیار محسوس اسـت. لذا پژوهشـگران می‌توانند با تکیه‌بر نتایج مطالعات گذشـته، از کدهـا و مقوله‌هـای پـر ارجاع اسـتفاده نموده و مطالعـه در زمینـه کدهـا و مقوله‌های کم ارجـاع را آغاز نمایند.

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-26]

جدول ۴. پیشنهاد مطالعاتی برای پژوهشگران بر اساس مقوله‌ها و کدهای به‌دست‌آمده از نرم‌افزار مکس کیودا؛ ماخذ: نگارندگان

پیشنهاد مطالعاتی برای پژوهشگران	مقوله‌های دارای پیشینه مطالعاتی (با ارجاع بیشتر)	رفتار حرارتی ساختمان با تغییر در مصالح پنجره و درنتیجه کاهش اتلاف انرژی
		رفتار حرارتی ساختمان با تغییر در ابعاد و جهت پنجره و درنتیجه کاهش اتلاف انرژی
		رفتار حرارتی ساختمان با تغییر مصالح دیوار و درنتیجه کاهش اتلاف انرژی
		رفتار حرارتی ساختمان با تغییر لایه جدارها و جرم حرارتی دیوار و درنتیجه کاهش اتلاف انرژی
		رفتار حرارتی ساختمان با تغییر فرم بام و درنتیجه کاهش اتلاف انرژی
		رفتار حرارتی ساختمان با تغییر مصالح بام و درنتیجه کاهش اتلاف انرژی
		بررسی رفتار حرارتی ساختمان برای کشف دلایل اتلاف انرژی و درنتیجه کاهش اتلاف انرژی
	مقوله‌ها و کدهایی که کمتر بررسی شده‌اند (با ارجاع کمتر یا بدون ارجاع)	رفتار حرارتی ساختمان برای تأثیر مصالح و ابعاد کف
		تأثیر فرم کلی بنا بر رفتار حرارتی ساختمان
		تأثیر جهت‌گیری کلی بنا بر رفتار حرارتی ساختمان
		استخراج استانداردها بر اساس نتایج مطالعات قبلی برای اصلاح ساختار ساخت‌وساز در کشور
		استخراج استانداردهای مدون برای طراحی اقلیمی صحیح بر مبنای مطالعات انجام‌شده قبلی (برای هر اقلیم)
		تبدیل نتایج کمی مطالعات انجام‌شده به گزاره‌های کیفی قابل‌استفاده در ساختمان‌سازی
		تدوین اصول طراحی صحیح اقلیمی بر اساس نتایج مطالعات انجام‌شده

جدول شماره ۵ شامل کدها و مقوله‌هایی است که طراحان معماری، سازندگان و مجریان ساختمان می‌توانند از آن‌ها استفاده کرده و ساختمان‌های موردنظر خود را بر مبنای آن‌ها طراحی نمایند که نتیجه آن، کاهش اتلاف انرژی، ذخیره انرژی در کشور و کاهش آلاینده‌ها خواهد بود. کدها و مقوله‌های ذکرشده، حاصل مطالعات پژوهشگران درگذشته بوده و بر اساس شبیه‌سازی کامپیوتری، مدل‌سازی واقعی و محاسبات دقیق بوده و در زمینه طراحی معماری قابل استناد و بهره‌برداری است.

نتیجه‌گیری‌وجمعبندی

پوسته ساختمان به‌عنوان واسط بین فضای داخل و خارج و یکی از مهم‌ترین ابزار کنترل حرارتی ساختمان، نقش مهمی را در کاهش یا افزایش بار حرارتی ساختمان داراست. پوسته ساختمان، ازنظر عملکرد حرارتی دارای نقص‌های آشکار و نهان است که نقایص آشکار به‌وسیله مطالعه و نقایص پنهان به‌وسیله ابزار، قابل‌کشف و ارزیابی است و در این میان نرم‌افزارهای کنترل حرارتی به ما کمک می‌کند که این نقایص را با کنترل حرارت، ارزیابی و رفع نموده و به افزایش عملکرد مثبت حرارتی پوسته ساختمان کمک کنیم. به این منظور همان‌طور که از پژوهش‌های انجام‌شده تاکنون برمی‌آید، بررسی رفتار و عملکرد حرارتی ساختمان از روش‌های مختلف با رویکردهای متفاوت، نتایجی را حاصل می‌نماید که طراح معماری می‌تواند با توجه به مواردی از قبیل اقلیم ساختمان مورد طراحی، استانداردها و قوانین ساخت‌وساز موجود، نتایج حاصل از تحلیل و شبیه‌سازی عملکرد حرارتی ساختمان و با تسلط کافی بر تعریف پارامترهای محاسبات رفتار حرارتی ساختمان، تسلط بر فرمول‌ها، آشنایی با نرم‌افزارهای موجود و نحوه بهره‌گیری از آن با کمک تسلط بر پارامترها و درنتیجه استنتاج متغیرهای هدف بهترین گزینه برای طراحی را انتخاب نموده و گام مؤثری درزمینه کاهش اتلاف حرارت بردارد. کاهش اتلاف حرارت در ساختمان با اصلاح نقایص رایج پوسته بنا، در ساخت‌وساز کنونی، باعث کاهش بار حرارتی ساختمانی و درنتیجه کاهش مصرف انرژی خواهد شد. استفاده از ابزار بررسی کیفی مکس کیودا و روش فراترکیب، روش قابل اعتمادی برای دسته بندی و بررسی اصولی یافته پژوهشگران در گذشته و در نتیجه کمک به پژوهشگران آتی برای

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-26]

جدول ۵. پیشنهاد برای طراحان معماری، سازندگان و مجریان ساختمانی بر اساس مقوله‌ها و کدهای به‌دست‌آمده از نرم‌افزار مکس کیودا؛ ماخذ: نگارندگان

پیشنهاد برای طراحان معماری، سازندگان و مجریان ساختمان	اصول طراحی معماری بر اساس مقوله‌ها و کدهای برگرفته از نرم‌افزار مکس کیودا
بهره‌گیری از پنجره‌های دوجداره/عدم استفاده از پنجره سه جداره در لایه های بیرونی ساختمان برای کاهش بار حرارتی بنا	
بهره‌گیری از جهت مناسب قرارگیری پنجره‌ها در اقلیم مورد طراحی برای کاهش بار حرارتی بنا	
استفاده از فرم مناسب بام در هر اقلیم	
استفاده از بام‌های مختلف نظیر بام سبز برای کاهش بار حرارتی بنا در ساعات و فصول مختلف طبق نتایج تحقیقات گذشته	
استفاده از دیوارهای مختلف نظیر دیوار ترومب در اقلیم سرد برای کاهش بار حرارتی ساختمان	
بررسی مصالح رایج و مفید در هر شهر و اقلیم و استفاده از آن‌ها برای هر جز از پوسته بنا	
بهره‌گیری از سایه‌اندازی بام برای کاهش بار حرارتی ساختمان	
استفاده از سیستم‌های پویا و لایه‌بندی پوسته برای ساختمان‌ها در اقلیم‌های مختلف	
بهره‌گیری از فناوری‌های نوین نماسازی متناسب با هر اقلیم برای کاهش بار حرارتی	
تلفیق صحیح سیستم‌های مکانیکی با الگوهای طراحی متناسب با هر شهر و اقلیم	
استفاده از سایبان‌های آزمایش‌شده برای هر اقلیم	

انتخاب موضوع پژوهش و کمک به طراحان و سازندگان برای طراحی و ساخت یک بنای بهینه خواهد بود. دراین‌بین باید توجه داشت که یافته پژوهش در حوزه معماری بوده و علیرغم استفاده از نرم‌افزارها و پارامترها و اعداد و فرمول‌ها، آنچه به‌عنوان نتیجه ارائه می‌شود، یک نتیجه در حوزه معماری باشد.

قدردانی: در این موقعیت از راهنمایی‌های آقای دکتر احمدرضا قاسمی و آقای دکتر حمید زاده درزمینه روش تحقیق کیفی و استفاده از نرم‌افزار مکس کیودا و همچنین از زحمات خانم مهندس ملیحه محمدی حسینی نژاد که بدون زحمات ایشان این پژوهش به ثمر نمی‌رسید، قدردانی و تشکر می‌نمایم.

منابع و ماخذ

• دیکی، مارک، براون، جی زد، (۱۳۸۹) طراحی اقلیمی خورشید باد نور، ترجمه سعید آقایی، انتشارات پرهام نقش، تهران، ایران.

• صادقی روش، محمدحسن، (۱۳۸۹) مقایسه میزان آسایش حرارتی انسان در شرایط آب و هوایی خشک و مرطوب (مطالعه موردی شهر یزد و ساری)، فصلنامه خشک بوم، جلد ۱، شماره ۲، تهران، ایران.

• صفامنش، کامران، (۱۳۸۱) شخصیت شکلی معماری امروز ایران، فصلنامه ما، دوره سوم، تهران، ایران.

• قاسمی، احمدرضا، رعیت پیشه، محمدعلی، ۱۳۹۴، ارائه مدلی برای ارزیابی پایداری زنجیره تأمین با رویکرد فراترکیب، پژوهشنامه مدیریت اجرایی، سال هفتم، شماره چهاردهم، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.

• کسمایی، مرتضی، (۱۳۸۲) اقلیم و معماری، انتشارات مرکز معماری ایران، تهران، ایران.

• لکنر، نربرت، (۱۳۸۵) سرمایش، گرمایش، روشنایی، رویکردهای طراحی برای معماران، ترجمه رحمان آذری، محمدعلی کی نژاد، انتشارات دانشگاه هنر اسلامی تبریز، چاپ اول، تبریز، ایران.

• محمد، شقایق، (۱۳۹۲) مطالعه رفتار حرارتی مصالح رایج در ساخت دیوار. مطالعه موردی: ساختمان‌های مسکونی شهر تهران، نشریه هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی، دوره ۱۸، شماره ۱، تهران، ایران.

• مسندی، مریم، حیدری، شاهین، (۱۳۸۹) شبیه‌سازی بام‌ها؛ راهکار بررسی دقیق تأثیرات دمایی در محیطی مجازی، هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی، شماره ۴۲،

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-26]

تهران، ایران.
• مهـدوی نـژاد، محمدجـواد، (۱۳۹۲) الگـوی انـرژی دوسـتی در سـاختمان بـر اسـاس رفتـار حرارتـی بـام، نقش‌جهـان، سـال سـوم، شـماره ۲، تهـران، ایـران.
• مهـدی زاده سـراج، فاطمـه، جاپلقـی، غلامرضـا، صنایعیـان، هانیـه، (۱۳۹۳) تأثیـر وجود پیـش ورودی بر رفتـار حرارتی فضـای اصلی در اقلیم گرم و خشـک ایران (بررسـی خانه‌هـای قدیمـی شـهر یـزد)، نشـریه علمی- پژوهشـی انجمـن علمـی معمـاری و شهرسـازی ایـران، شـماره ۸، تهـران، ایـران.
• مهـدی زاده سـراج، فاطمـه، دانـش، محمدمهـدی، صنایعیـان، هانیـه، (۱۳۹۳) تأثیـر تعـداد جداره‌های لایه درونـی و بیرونـی نماهـای دوپوسـته بـر میـزان مصـرف انـرژی سـاختمان‌های اداری و آموزشـی، نشـریه علـوم و تکنولـوژی محیط‌زیسـت، دوره شـانزدهم، شـماره سـه، تهـران، ایران.
• مهـران، سـعید، رمضانـی، بابـک، (۱۳۹۰) آمـوزش تجزیه‌وتحلیـل شـدت تابـش انـرژی خورشـید و ارائـه روش‌هـای بهینـه، فصلنامـه فـن و هنـر، تهـران، ایـران.
• نیلسـن، هالگر گـوک، (۱۳۸۵) تهویه طبیعی راهنمای طراحـی اقلیمی مناطق گرم، ترجمه محمـد احمدی‌نژاد، نشـر خاک، تهران، ایران.
• Albatayneh, aiman, Alterman, dariusz, Page, adrian, Moghtaderi, behdad, 2015, Assessment of the thermal performance of complete buildings using adaptive thermal comfort, Elsevier.
• Korniyenko, sergey, 2015, evaluation of thermal performance of residential building envelope, Elsevier.

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-26]