

## بررسی تاثیر رفتار حرارتی ساکنان بر مصرف منابع انرژی در ساختمان‌های مسکونی شهر رشت

<sup>۱</sup> نرگس رضازاده پيله‌داربني<sup>۱</sup>، شاهين حيدري<sup>۲\*</sup>، حسين سلطانزاده<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> پژوهشگر دکتری، گروه معماری، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران.

<sup>۲</sup> استاد، گروه معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. نویسنده مسئول.

<sup>۳</sup> استاد، گروه معماری، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۳/۱۰/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۰۶

### چکیده

براساس آخرین تراژنامه انرژی ایران، بخش ساختمان یکی از بزرگترین تبدیل‌کننده‌های انرژی به‌صورت حرارتی در کشور می‌باشد. سرانه مصرف نهایی انرژی ایران در بخش خانگی بسیار زیاد است. در این بین رفتار ساکنان یکی از عوامل اصلی تأثیرگذار بر مصرف منابع انرژی و طراحی ساختمان‌هاست. از اینرو داشتن شناخت کافی از رفتار افراد و چگونگی تعامل آنها با سیستم‌های ساختمان در راستای بهبود آسایش حرارتی و کاهش مصرف منابع انرژی، امری ضروری محسوب می‌شود. درک عمیق‌تر رفتار حرارتی ساختمان، نیاز به درک رفتار کاربران ساختمان دارد زیرا رفتارهای ساکنان به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم در میزان مصرف منابع انرژی در ساختمان‌ها موثر است. روش پژوهش کاربردی و جمع‌آوری داده‌ها حال‌نگر و از طریق برداشت‌های میدانی، مشاهده، مصاحبه، پرسشنامه و اندازه‌گیری پارامترهای اقلیمی تهیه و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS 25 استفاده شده است. همچنین میزان مصرف منابع انرژی برق و گاز هر دو تیپ از ساختمان‌ها بررسی گردید. پرسش اصلی پژوهش، «چه رفتارهای اصلاحی باید توسط ساکنان ساختمان‌های مسکونی در راستای کاهش مصرف منابع انرژی در دوره‌های سرد و گرم سال انجام شود؟» می‌باشد. هدف پژوهش نیز بررسی تأثیر رفتار حرارتی ساکنان ساختمان‌های مسکونی ویلایی و آپارتمانی شهر رشت بر مصرف منابع انرژی در دوره‌های سرد و گرم سال می‌باشد. نتایج نشان داد که ساکنان از الگوهای رفتاری متفاوتی برای کسب آسایش حرارتی بهره می‌برند که برخی از آنها منجر به افزایش مصرف حامل‌های انرژی در ساختمان‌های مسکونی مورد بررسی می‌شود. همچنین عوامل رفتاری و معماری بطور توانمند باعث شدند که هیچ برچسب انرژی به ۸۰/۴۳ درصد ساختمان‌های آپارتمانی و ۹۱/۸۹ درصد ساختمان‌های ویلایی تعلق نگیرد. از اینرو اصلاحات رفتاری متناسب با هر دو فصل، همچنین تغییر اساسی در نگرش و رفتار آنها (ساختار شکنی عادات و تغییر اولویت‌ها) و اصرار و تداوم اجرای آن در طولانی‌مدت از طریق آموزش مستقیم یا غیرمستقیم پیشنهاد شده است.

**واژگان کلیدی:** رفتار حرارتی ساکنان، مصرف منابع انرژی، ساختمان‌های مسکونی شهر رشت، اصلاحات رفتاری، برچسب انرژی ساختمان.

\* نویسنده مسئول: E-mail: shheidari@ut.ac.ir

<sup>۱</sup> این مقاله برگرفته از رساله دکتری نویسنده اول با عنوان «تأثیر رفتار انسانی بر صرفه‌جویی در مصرف منابع انرژی در معماری. مطالعه موردی: معماری خانه‌های مسکونی گیلان - رشت» می‌باشد که به راهنمایی نویسنده دوم و مشاوره نویسنده سوم در دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین انجام شده است.

## مقدمه

با توجه به تاثیرات انرژی در حوزه‌های گوناگون و ضرورت نگرش جامع به این مقوله حیاتی، آنچه امروز نیاز آن بیش از گذشته احساس می‌شود، موقعیت و جایگاه حفظ آن در کشور است. براساس آخرین ترازنامه انرژی ایران، بخش ساختمان یکی از بزرگترین تبدیل‌کننده‌های انرژی به صورت حرارتی در کشور می‌باشد. مصرف انرژی در این بخش به دلایل متعدد از جمله افزایش جمعیت، ازدیاد نرخ رشد جمعیت شهرنشین، ورود تجهیزات مصرف‌کننده انرژی، بالا رفتن نسبی سطح رفاه جامعه، تلفات بالای منابع انرژی در ساختمان‌ها و تاسیسات، ارزان بودن نرخ تعرفه‌های انرژی و غیره، افزایش یافته است. سرانه مصرف نهایی انرژی ایران در بخش خانگی  $\frac{2}{1}$  برابر متوسط جهانی می‌باشد (ترازنامه انرژی ایران، ۱۴۰۰، ۲). در سال ۱۴۰۰ مصرف نهایی گاز طبیعی نسبت به سال قبل  $\frac{2}{7}$  درصد کاهش و مصارف بخش انرژی  $\frac{6}{7}$  درصد افزایش داشته‌اند. بزرگترین مصرف‌کنندگان نهایی گاز طبیعی به ترتیب با  $\frac{41}{2}$  و  $\frac{37}{2}$  درصد بخش‌های خانگی و صنعت می‌باشند (ترازنامه انرژی ایران، ۱۴۰۰، ۳۱). مصرف برق در بخش خانگی عمدتاً شامل روشنایی و استفاده از لوازم خانگی و دستگاه‌های خنک‌کننده می‌باشد. سرانه مصرف برق در سال ۱۴۰۰ نسبت به سال قبل از آن  $\frac{4}{2}$  درصد افزایش یافته نشان می‌دهد (ترازنامه انرژی ایران، ۱۴۰۰، ۳۸).

بنا بر سند ملی راهبرد انرژی کشور برای مدیریت بخش انرژی در یک بازه ۲۰ ساله تا افق سال ۱۴۲۰ با بهره‌گیری از توان کامل کارشناسی همه دستگاه‌های اجرایی و نهادهای مرتبط باید بخش انرژی کشور را مدیریت نمود. نظر به سیاست حذف یارانه‌ها نمی‌توان تاثیر بهسازی ابنیه و رفتار متصرفان بر مصرف را نادیده گرفت (توکلی و دیگران، ۱۳۹۸، ۷). در حال حاضر آنچه قابل توجه می‌باشد آنکه سهم مصرف منابع انرژی در بخش ساختمان زیاد است و باید راهبردهای کاهش مصرف را با شدت و حتی به صورتی اجباری به کار گرفت. با توجه به اهمیت مبحث رفتار ساکنان و ارتباط آن با مصرف منابع انرژی در محیط‌های ساخته شده که در سال‌های اخیر مورد توجه بیشتری قرار گرفته است، در این پژوهش به احساس حرارتی متفاوت افراد در مواجهه با شرایط محیطی فضای داخلی ساختمان، تاثیر رفتار ساکنان ساختمان‌های مسکونی بر مصرف منابع انرژی در ساختمان‌های مسکونی شهر رشت بر پایه شواهد تجربی از مشاهدات میدانی مورد بررسی قرار گرفته است. از این‌رو پاسخ به سوال «چه رفتارهای اصلاحی باید توسط ساکنان ساختمان‌های مسکونی در راستای کاهش مصرف منابع انرژی در دوره‌های سرد و گرم سال انجام شود؟» مد نظر می‌باشد.

## پیشینه پژوهش

در زمینه مصرف منابع انرژی در ساختمان‌های مسکونی و نحوه رفتار ساکنان جهت رسیدن به شرایط آسایش بیشتر و کاهش مصرف منابع انرژی در فضاهای داخلی، پژوهش‌های متعددی انجام شده، که به برخی از آنها در ادامه اشاره می‌شود. در پژوهشی که نقش تاثیر رفتار ساکنان در میزان مصرف منابع انرژی در ساختمان‌های مسکونی را مورد بررسی قرار داد، مشاهده شد که رفتارهای اصلاحی ساکنان شامل باز و بسته کردن پنجره‌ها، خاموش و یا روشن کردن لامپ‌ها، کشیدن و یا باز کردن پرده‌ها یا سایبان‌های متحرک خارجی، تغییر دمای ترموستات وسایل گرمایشی/سرمایشی، میزان تهویه مطبوع و حتی جابه‌جا شدن در فضای ساختمان می‌باشد. همچنین رفتارهای شخصی ساکنان از جمله نحوه پوشیدن لباس، مصرف نوشیدنی و حتی تغییر در نرخ متابولیک بدن بر میزان مصرف منابع انرژی ساختمان تاثیرگذار است (کمالی و آزموده، ۱۴۰۲، ۱). در بررسی رفتارهای سازگارانه حرارتی ساکنان واحدهای مسکونی ویلایی و آپارتمانی شهر رشت در فصل سرد سال، یافته‌ها ثابت کردند ساکنان از راهکارهای غیرفعال در مقابل راهکارهای فعال برای کسب آسایش حرارتی بهره می‌برند و استفاده از روش‌های غیرفعال می‌تواند به کاهش مصرف منابع انرژی منجر گردد (رضازاده و دیگران، ۱۴۰۱، ۷۱). در همین راستا در پژوهش دیگری سازگاری رفتاری ساکنان خانه‌های ویلایی و آپارتمانی شهر رشت در فصل تابستان مورد بررسی قرار گرفت. پژوهشگران نشان دادند که رفتار ساکنان یکی از عوامل اصلی تاثیرگذار بر مصرف منابع انرژی و طراحی ساختمان‌هاست، و

راهکارهای غیرفعال ساکنان برای دستیابی به آسایش حرارتی تابستانه در ساختمان‌های آپارتمانی و ویلایی شهر رشت نیز کم کردن لباس، نوشیدن مایعات خنک، باز کردن پنجره‌ها و تغییر مکان در مقایسه با راهکارهای فعال برای مقابله با عدم آسایش حرارتی شناسایی شد (رضازاده و دیگران، ۱۴۰۱، ۱۳۱). در بررسی مطالعه آسایش و رفتار حرارتی در آپارتمان‌های اقلیم گرم و خشک شهر شیراز مشخص شد که ۴۵٪ نارضایتی ساکنان از شرایط حرارتی، به علت عدم طراحی مناسب اقلیمی است. همچنین اولین اولویت رفتار حرارتی در ماه‌های گرم نیز تغییر لباس و بکارگیری وسایل سرمایشی و اولویت دوم نیز باز کردن پنجره‌ها و در ماه‌های سرد، کشیدن پرده، بستن پنجره و درب فضاهای سرد و تغییر لباس تعیین شد. این نتایج بر بکارگیری راهکارهای غیرفعال در فصل سرد تاکید داشته و تاثیر فصول بر رفتارهای واکنشی ساکنان را امری بدیهی می‌شمارد (عبداله‌زاده و دیگران، ۱۴۰۰، ۳۴). پژوهشگران با ارزیابی اثر رفتار ساکنان بر مقدار مصرف منابع انرژی مجموعه مسکونی شهید پاکدل شهر اصفهان نتیجه گرفتند که بهسازی ابنیه تا ۴/۶٪ و رفتار متصرفان بین سه تا ده برابر این مقدار کاهش در مصرف برق را فراهم می‌نماید که بیشترین سهم مربوط به نحوه استفاده از لوازم الکتریکی و روشنایی است (توکلی و دیگران، ۱۳۹۸، ۷). پژوهشگران با تحلیل عوامل رفتاری موثر ساکنان ساختمان‌های مسکونی بر میزان مصرف منابع انرژی نشان دادند که امروزه بهره‌گیری از راهکارهای فناورانه و طراحی معماری غیرفعال جهت شکل‌گیری ساختمان‌های مسکونی بهره‌ور در مصرف منابع انرژی امری ضروری است. اما عدم کاهش مصرف منابع انرژی با ماهیت پیچیده رفتار ساکنان آنها پیوند خورده است. همچنین آنها بر نقش عوامل اقلیمی، کالبدی، فردی-اجتماعی، زمینه‌ای و اقتصادی در شکل‌گیری رفتار ساکنان بر مصرف منابع انرژی تاکید دارند (رضایی و دیگران، ۱۳۹۶، ۳۹). در سال‌های اخیر اکثر دانشمندان متوجه شده‌اند که رفتار ساکنان و ارتباط آن با مصرف منابع انرژی در محیط ساخته‌شده بسیار مهم است. بنابراین تصمیم‌گیرندگان و سیاستمداران به منظور کاهش مصرف منابع انرژی یک کشور، باید به رفتار ساکنان توجه کنند. در زمینه علوم اجتماعی، رفتار در ارتباط با عواملی مانند ترجیح، نگرش، پیشینه فرهنگی و غیره تنظیم می‌شود که از «عوامل فردی» هستند (Schweiker & Shukuya, 2009, 2137).

در بررسی رفتار باز/بسته کردن پنجره توسط ساکنان، پژوهشگران به این نتیجه رسیدند که رفتار ساکنان می‌تواند تاثیرات زیادی بر مصرف منابع انرژی ساختمان داشته باشد و باعث ایجاد شکاف‌های بزرگ بین عملکرد انرژی واقعی و پیش‌بینی شده ساختمان‌ها شود. همچنین رفتارهای ساکنان مانند زمان و نوع باز شدن پنجره، استفاده از واحدهای تهویه مطبوع (AC) یا انتخاب نقطه تنظیم دمای داخلی نقش اساسی در میزان مصرف منابع انرژی در ساختمان‌ها ایفا می‌کند (Fabi et al, 2012, 188). ارزیابی سیستم مدیریت انرژی در ۳۱ خانه مسکونی در ایتالیا نشان داد که راهکارهای ارتباط تشویقی در کاهش مصرف منابع انرژی موثر هستند و میانگین صرفه‌جویی انرژی ساکنان در این خانه‌ها تحت تاثیر طرح‌های تشویقی، ۱۸ درصد می‌باشد (D'Oca & Corgnati & Buso, 2014, 131). در پژوهش دیگری تاکید شد که رفتار ساکنان یکی از عوامل اصلی تاثیرگذار بر مصرف منابع انرژی ساختمان و کمک به عدم قطعیت در پیش‌بینی و شبیه‌سازی مصرف منابع انرژی ساختمان می‌باشد. تعامل ساکنان با محیط داخلی در جستجوی آسایش فردی و حذف شکاف‌های پیش‌بینی بین مراحل طراحی و عملیات ساختمان با در نظر گرفتن مصرف منابع انرژی و تنظیمات آسایش، ادغام رفتار ساکنان در طی مراحل طراحی، بهره‌برداری و مقاوم‌سازی برای دستیابی به هدف ساختمان‌های کم‌انرژی یا با انرژی خالص صفر حیاتی است (Hong et al, 2016, 694). در پژوهشی نقش طراحی داخلی فضا و تاثیرات آن بر رفتار ساکنان و همچنین تعامل آنها با سیستم‌های ساختمانی و تاکید بر مصرف منابع انرژی مورد بررسی قرار گرفت. پژوهشگران عناصر فضایی جدید را به عنوان مقصد، سیرکولاسیون و نقاط رفتار انرژی پیشنهاد کردند. مقاصد آن مکان‌هایی در داخل فضا هستند که درگیری فعال ساکنان در آن صورت می‌گیرد و شامل درگیری غیرفعال ساکنان با فضا است (Delzendeh et al, 2017, 601). همچنین پژوهشگران نقش رفتارهای سازگارانه را بر کیفیت محیط داخلی، آسایش و مصرف منابع انرژی مهم می‌دانند. عبارتی رفتارهای سازگارانه با تاثیر بر کیفیت، آسایش و انرژی فضای داخلی و بهبود محیط می‌توانند ساکنان را به انجام اینگونه رفتارها تشویق کنند (Korsavi & Montazami & Brusey, 2018, 360). در پژوهشی نقش تغییرات فصلی حرارتی و

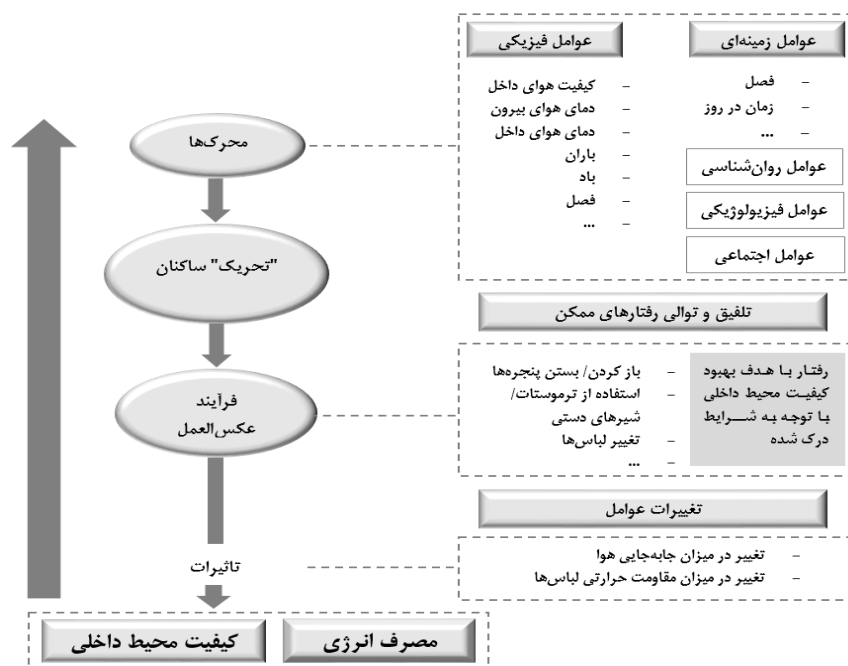
رفتار فضایی ساکنان در فضاهای خانگی در پایتخت اردن بررسی شد. نتایج حاکی از آن بود که تغییرات فصلی دما موجب می شود تا ساکنان در آپارتمان های خود به دنبال مناطق ارجح از نظر حرارتی باشند (Anwar et al, 2019, 364).

## ■ مبانی نظری

ساختمان ها برای مردم ساخته می شوند تا فعالیت های خود را به بهترین شکل انجام دهند. برای هر یک از این فعالیت ها لازم است افراد در ساختمان خود، احساس راحتی کنند (مهدوی نژاد، صانعی و اسلامی راد، ۱۳۹۸، ۱۰). آنچه در طراحی ساختمان ها و به ویژه طراحی بر مبنای تامین شرایط آسایش ساکنان مورد غفلت واقع شده، عدم توجه به نیازها و الگوهای رفتاری کاربران و نادیده گرفتن تاثیرات این راهکارها بر رفتار ساکنان و در نهایت مصرف منابع انرژی می باشد. در این راستا ادبیات نظری مرتبط با موضوع مورد بحث عبارتند از:

## ■ رفتار ساکنان

تعاریف متفاوتی از رفتار وجود دارد. رفتارها، کنش های کاربر، در پاسخ به محرک های محیط اطراف است که در راستای حل مشکلات یا حفظ سطح خاصی از آسایش انجام می شود. یک تعامل دو طرفه بین ساختمان ها و ساکنان آنها وجود دارد، که در آن رفتار نقش مهمی در تعامل حرارتی انسان با محیط ایفا می کند (صابری و صانعی، ۱۳۸۱، ۴۵). درک عمیق تر رفتار حرارتی ساختمان، نیاز به درک کامل رفتار کاربران ساختمان دارد (Stazi & Naspi, 2018, 14). اصطلاح «رفتار» به معنای «واکنش یک فرد، اقدامات قابل مشاهده، در پاسخ به محرک های خارجی و داخلی یا واکنش یک فرد برای سازگاری با شرایط محیط ساخته شده» می باشد (Yoshino, Hong and Nord, 2017, 124). رفتار ساکنان تحت تاثیر عوامل گوناگون بسیار زیادی قرار می گیرند. این عوامل عبارتند از: عوامل داخلی (با فردی) «مانند ترجیح، نگرش، پیشینه فرهنگی، زمینه شخصی و غیره» و عوامل خارجی «مانند دمای هوا، سرعت باد و غیره»، و همچنین ویژگی های هر ساختمان مانند وسایل سرمایش/گرمایش موجود، مالکیت ساختمان و غیره (Ajzen & Fishbein, 2005; Ajzen, Brown & Carvajal, 2004; Schweiker, 2010; Andersen et al, 2009; Fabi et al, 2012; Stazi & Naspi, 2018). به طور کل رفتار ساکنان در مصرف منابع انرژی را می توان به دو نوع رفتارهای تطبیق پذیر (فعال)<sup>۱</sup> و رفتارهای غیر تطبیق پذیر (غیرفعال)<sup>۲</sup> طبقه بندی نمود. با توجه به شاخص هیمفریز<sup>۳</sup> (رویکرد تطبیقی)، چنانچه تغییراتی در داخل ساختمان ایجاد شود که باعث سلب رضایت ساکنان شود، مردم در راستای آسایش و رضایت خود عمل می کنند. این رفتارهای ساکنان آسایش و میزان مصرف منابع انرژی در ساختمان را تحت تاثیر قرار می دهد و با آنها ارتباط دوسویه دارد (رضایی، شرقی و مطلبی، ۱۳۹۶، ۴۱). مولفه های انسانی و رفتار ساکنان می توانند به میزان پیشرفت های فناورانه در بهره وری مصرف منابع انرژی در ساختمان های مسکونی تاثیرگذار باشند (Fabi et al, 2012; D' Oca et al, 2018). برخی از موارد مربوط به رفتار ساکنان که باعث کنترل ساختمان و فرآیند کلی که منجر به مصرف منابع انرژی می شود در تصویر ۱ ارایه شده است. بر طبق این شکل، عوامل بیرونی و داخلی موثر بر رفتار ساکنان ساختمان را می توان با اصطلاح کلی «محرک ها» مشخص کرد. محرک ها عواملی هستند که ساکنان ساختمان را وادار به انجام واکنش و یک عمل برای رسیدن به شرایط آسایش می کنند. این عوامل به پنج گروه عوامل محیطی فیزیکی، عوامل زمینه ای، عوامل روانی، عوامل فیزیولوژیکی و عوامل اجتماعی تقسیم شده اند و ترکیبی از آنها رفتار ساکنان در مصرف منابع انرژی را متاثر می سازند که این تاثیرگذاری منحصر بر شکل گیری یک نوع رفتار نیست بلکه ممکن است منجر به ترغیب و شکل گیری چندین گونه رفتار شود.



تصویر ۱. فرآیند تأثیرپذیری رفتار ساکنان از محرکها (عوامل موثر) تا میزان مصرف انرژی و کیفیت محیط داخلی (Fabi et al, 2012, 190)

همچنین، فرآیند تأثیرپذیری رفتار ساکنان از محرکها تا بهبود شرایط داخلی محیط و میزان مصرف منابع انرژی یک چرخه است؛ در حقیقت، تغییراتی که به سبب تعامل ساکنان با عناصر و سیستم‌های ساختمانی در کیفیت محیط داخلی رخ می‌دهد خود می‌تواند محرکی برای شکل‌گیری رفتار (یا رفتارهای) دیگر باشد (رضایی و دیگران، ۱۳۹۶، ۴۱). به این ترتیب، رفتار ساکنان را می‌توان به پیشنهاد شوایکر<sup>۴</sup> (۲۰۱۰) چنین تعریف کرد: «اقدامات ناخودآگاه و آگاهانه انسان‌ها برای کنترل پارامترهای فیزیکی محیط ساخته‌شده در اطراف بر اساس مقایسه محیط درک شده با مجموع تجربیات گذشته». اگرچه ثابت شده است رفتار ساکنان یکی از مولفه‌های اصلی در مصرف منابع انرژی در ساختمان‌ها می‌باشد، اما کمی نمودن تأثیرات رفتار ساکنان ساختمان‌ها بر میزان مصرف منابع انرژی همواره چالشی برای پژوهشگران بوده است (Hong et al, 2017; Keyvanfar et al, 2014; Lopes et al, 2012; Andersen et al, 2009). درک نحوه تعامل و استفاده ساکنان با سیستم‌ها و اجزای ساختمان در طراحی فضایی که نه تنها نیازهای آنها را برآورده می‌کنند، بلکه با اهداف معاصر حفظ انرژی، کاهش آسیب‌های محیطی و رفاه ساکنان همسو هستند، بسیار مهم است. به طور مشابه، رفتار ساکنان تعامل با سیستم‌های ساختمان (تهویه مطبوع، بخاری، کنترل نور) و اجزا (پنجره‌ها، سایه‌بان‌ها و درب‌ها) در راستای دستیابی به یک محیط داخلی خوب برای سلامت و بهره‌وری است (Ebuy et al, 2023, 1)

### ■ صرفه‌جویی در مصرف منابع انرژی

ایران از نظر مصرف منابع انرژی در کشورهای با شدت انرژی بسیار بالا محسوب می‌شود (ترازنامه انرژی ایران، ۱۴۰۰، ۲). همچنین ساختمان‌ها یکی از مهمترین بخش‌های مصرف‌کننده انرژی در شهرها می‌باشند که در کشورهای مختلف به دلیل ویژگی‌های مختلف آنها، سهم متفاوتی را در مصرف منابع انرژی در مقایسه با بخش‌های دیگر به خود اختصاص داده است (Montenegro, 2021, 48). مصرف انرژی بر اساس انواع ساختمان‌ها، متفاوت است. برای نمونه در ساختمان‌های مسکونی، گرمایش و سرمایش فضای خانه، گرم‌کردن آب، روشنایی و آشپزی از جمله فعالیت‌هایی می‌باشند که مصرف منابع انرژی را شکل می‌دهند. (نوریان و فتح‌جلالی، ۱۳۹۹، ۲۷۲). مصرف منابع انرژی در یک ساختمان مسکونی به عوامل مختلفی

بستگی دارد که می‌توان آنها را به سه دسته عوامل خارجی، انسانی و ساختمانی تقسیم کرد. از جمله عوامل خارجی می‌توان به شرایط اقلیمی و موقعیت بناهای مجاور اشاره کرد. همچنین تعداد افراد ساکن، سن افراد و الگوی مصرف را می‌توان در زمره عوامل انسانی برشمرد. عوامل ساختمانی نیز به پارامترها و ویژگی‌های ساختمان از جمله شکل بنا، نوع مصالح و روش ساخت و ... اشاره دارد (غفاری و صالح، ۱۳۹۲، ۱۱۷). ساکنان برای دستیابی به شرایط آسایش بیشتر با سیستم‌های کنترل و عناصر ساختمان به روش‌های مختلفی در تعامل هستند. این اقدامات بر عملکرد انرژی ساختمان‌ها تاثیر می‌گذارد و میزان بالای مصرف منابع انرژی را به خود اختصاص می‌دهند.

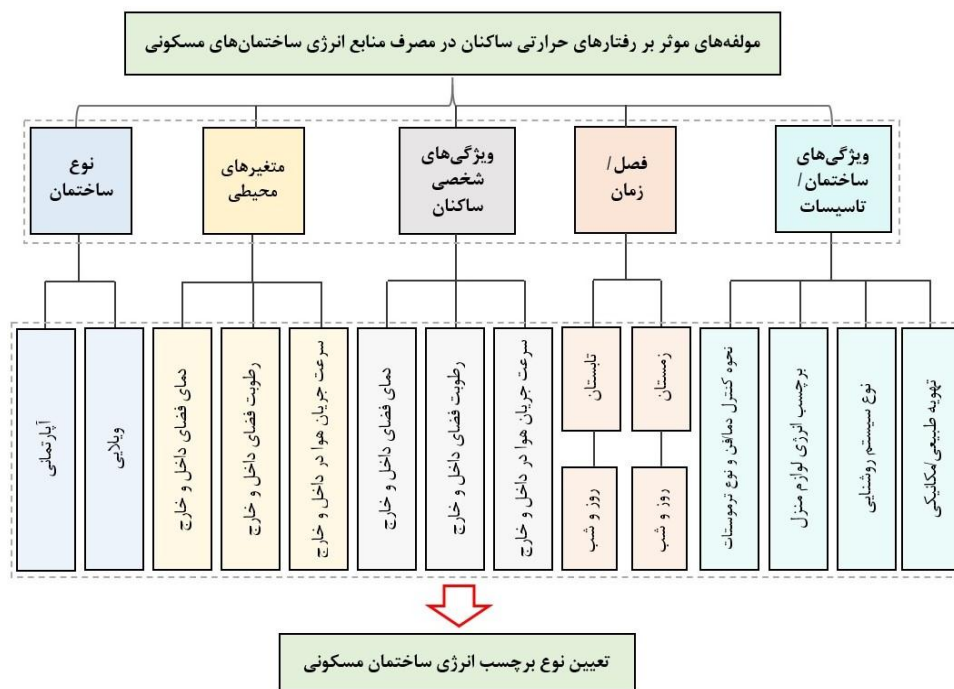
## ■ برچسب انرژی ساختمان

برچسب‌های انرژی، نمادهای اطلاع‌رسانی رده‌بندی انرژی بصورت عددی و یا حروفی بوده که کارایی انرژی تجهیزات، وسایل، ساختمان‌ها و بطور کلی سیستم‌های مصرف‌کننده انرژی را نشان می‌دهند. این برچسب‌ها، مفاهیمی نظیر وضعیت انرژی سالیانه، بازده، صرفه‌جویی و یا هزینه‌های انرژی را مشخص می‌کنند. معیار مصرف انرژی با توجه به کاربری وسیله و یا ساختمان در استاندارد مشخص می‌شود و برای این معیار دامنه مجاز حداقل تا حداکثر تعریف شده که در رده‌های مختلف طبقه‌بندی می‌گردد. رده‌ها بصورت نوارهای رنگی قرمز تا سبز و با حروف G تا A تعیین می‌شود. رده G با نوار رنگی قرمز دارای کمترین بازدهی است و رده A با نوار رنگی سبز بیشترین بازدهی و یا بیشترین صرفه‌جویی در مقایسه با رده G را دارا می‌باشد. برچسب انرژی ساختمان روشی موثر برای انتقال سطح بهره‌وری انرژی ساختمان برای مالکان است. نصب برچسب انرژی در ساختمان‌های موجود نیاز به ممیزی انرژی یک ساختمان از طریق جمع‌آوری داده‌های عملی و مصارف انرژی (گاز، برق، سوخت و ...) برای یک ساختمان در طول یک دوره زمانی برابر با سه سال کامل شمسی، براساس کاربری ساختمان، نوع استفاده و اقلیم دارد. ممیزی و مانیتورینگ به مالکان ساختمان کمک می‌کند که استفاده از انرژی را مدیریت کرده و نهایتاً تصمیمات آگاهانه‌ای را در راستای کاهش هزینه‌های انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای بگیرند. در حالی که جهت تعیین رده انرژی در برچسب انرژی ساختمان‌های جدید لازم است با استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی، مدل زمان‌مند از رفتار حرارتی و عملکرد ساختمان با توجه به اقلیم، شرایط آب و هوایی و کاربری و چگونگی بهره‌برداری از ساختمان تهیه گردد. تفاوت‌های عملی بین برچسب‌دهی انرژی وسایل برقی و گازی و ساختمان‌ها وجود دارد. محدودیت‌هایی در برچسب‌دهی انرژی ساختمان‌ها در راستای تاثیرپذیری آنها وجود دارد که سبب می‌گردد تا برچسب انرژی ساختمان‌ها توسط کارشناسان متخصص حوزه انرژی و با استفاده از تجهیزات آزمایشگاهی قابل حمل و نرم‌افزارهای شبیه‌سازی ساختمان انجام پذیرد. بدلیل اینکه هر ساختمان منفرد است، تولید برچسب دقیق نیازمند بررسی‌های دقیقی است که هزینه‌بر بوده، در صورتی که برای محصولات بدلیل اینکه تولید انبوه است بررسی‌ها فقط برای یک محصول انجام و به بقیه تعمیم داده می‌شود. ویرایش اول استاندارد برچسب انرژی ساختمان در سال ۱۳۹۰ و در دو بخش استاندارد برچسب انرژی ساختمان‌های مسکونی به شماره ISIRI 14253 و استاندارد برچسب انرژی ساختمان‌های غیر مسکونی به شماره ISIRI 14254 تدوین و منتشر گردید. این استاندارد هم ساختمان‌های موجود و هم ساختمان‌های تازه‌ساز را در بر می‌گرفت. بعد از آن در سال ۱۴۰۱ دوباره استانداردها بازنگری گردید و دامنه شمول آن فقط ساختمان‌های موجود می‌باشد و ساختمان‌های تازه‌ساز براساس دسته‌بندی موجود در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان به سه گروه مشتمل بر ساختمان‌های منطبق با ضوابط مبحث ۱۹ با نام اختصاری EC و ساختمان‌های کم‌مصرف EC<sup>+</sup> و ساختمان‌های بسیار کم‌مصرف EC<sup>++</sup> تقسیم می‌گردند (URL 1). نمونه برچسب انرژی ساختمان‌های مسکونی بر اساس استاندارد ISIRI 14253 در تصویر ۲ مشاهده می‌شود.



| انرژی                             |  | برچسب انرژی ساختمان مسکونی                 |  |
|-----------------------------------|--|--------------------------------------------|--|
|                                   |  | بازدهی بیشتر                               |  |
|                                   |  | بازدهی کمتر                                |  |
| تاریخ آغاز بهره برداری از ساختمان |  | دوره ارزیابی                               |  |
| سال .....                         |  | سال .....                                  |  |
| ..... m <sup>3</sup>              |  | ..... سال                                  |  |
| ..... m <sup>3</sup>              |  | ..... سال                                  |  |
| ..... m <sup>3</sup>              |  | ..... سال                                  |  |
| ..... kWh                         |  | ..... سال                                  |  |
| ..... kWh                         |  | ..... سال                                  |  |
| ..... kWh                         |  | ..... سال                                  |  |
| ..... kWh/m <sup>2</sup> /year    |  | شاخص مصرف ویژه انرژی اولیه ساختمان         |  |
| ..... kWh/m <sup>2</sup> /year    |  | شاخص مصرف ویژه انرژی اولیه ساختمان ایده آل |  |
| .....                             |  | نسبت انرژی ساختمان                         |  |
| ..... m <sup>2</sup>              |  | مساحت اعیان ساختمان                        |  |
| ..... m <sup>2</sup>              |  | مساحت مفید ساختمان                         |  |
| .....                             |  | شهر محل استقرار ساختمان                    |  |
| .....                             |  | نیاز غالب و درجه انرژی سالانه شهر          |  |
| .....                             |  | نشانی                                      |  |
| .....                             |  | کدپستی                                     |  |
| .....                             |  | شماره برچسب                                |  |
| .....                             |  | تاریخ اعتبار برچسب                         |  |
| .....                             |  | شناسه ملی ساختمان                          |  |

تصویر ۲. نمونه تصویر برچسب انرژی ساختمان مسکونی (استاندارد ملی ایران، ۱۴۰۱، ۱۳)



تصویر ۳. مدل مفهومی پژوهش (نگارندگان)

## روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع پژوهش‌های کاربردی است و جمع‌آوری و اطلاعات مورد نیاز این پژوهش حال‌نگر می‌باشد. ماهیت پژوهش بدلیل استخراج معیارهای خاص و قابل اندازه‌گیری از نوع کمی می‌باشد، اما برداشتها و بررسی‌های کیفی نیز صورت گرفته است. به همین دلیل این پژوهش تلفیقی از راهبردهای کیفی و کمی در نظر گرفته می‌شود. جمع‌آوری داده‌ها بر مبنای برداشتهای میدانی، مشاهده، مصاحبه، پرسش‌نامه و اندازه‌گیری پارامترهای اقلیمی ساختمان‌های مسکونی (آپارتمانی و ویلایی) شهر رشت در استان گیلان در زمستان ۱۳۹۹ و تابستان ۱۴۰۰ انجام شده است. پرسش‌نامه در این پژوهش به‌عنوان یک ابزار اصلی برای تحلیل رفتارهای حرارتی ساکنان ساختمان‌های مسکونی رشت با تمرکز بر ارزیابی سازگاری حرارتی هر دو فصل زمستان و تابستان در راستای مصرف بهینه منابع انرژی و تخصیص برچسب انرژی به ساختمان‌های مورد بررسی استفاده شده است. از نرم افزار SPSS 25 برای تجزیه و تحلیل داده‌های کمی استفاده شده است. در این پژوهش از ساکنان ۴۲ واحد آپارتمانی و ۳۷ خانه ویلایی جهت تکمیل پرسشنامه در زمستان ۱۳۹۹ و تابستان ۱۴۰۰ استفاده شد. در فصل زمستان حجم نمونه پرسشنامه برای ساختمان‌های ویلایی و آپارتمانی به ترتیب برابر با ۱۱۶ و ۱۱۵ نفر (مجموع ۲۳۱ نفر) و در فصل تابستان حجم نمونه به ترتیب برابر با ۱۳۳ و ۱۳۲ نفر برای این دو تیپ از ساختمان‌ها بدست آمد (مجموع ۲۶۵ نفر). برای ارزیابی میزان مصرف منابع انرژی با چگونگی رفتار ساکنان در مجموع ۴۹۶ پرسش‌نامه توسط ساکنان ساختمان‌های مسکونی ویلایی (یک طبقه (فلت) و دوبلکس) و آپارتمانی شهر رشت با ارتفاع ساختمان‌های آپارتمانی حداقل ۳ طبقه و بالاتر، از هر پنج منطقه شهری رشت پر گردید و مورد بررسی قرار گرفت.

جدول ۱. تعداد و درصد جنسیت افراد پاسخ‌دهنده به پرسشنامه در خانه‌های آپارتمانی و ویلایی در هر دو فصل

| نوع ساختمان‌های مسکونی | زمستان ۱۳۹۹ |       |      | تابستان ۱۴۰۰ |       |      |
|------------------------|-------------|-------|------|--------------|-------|------|
|                        | جنسیت       | تعداد | درصد | جنسیت        | تعداد | درصد |
| ویلایی                 | زنان        | ۷۸    | ۶۷/۲ | زنان         | ۸۷    | ۶۵/۴ |
|                        | مردان       | ۳۸    | ۳۲/۸ | مردان        | ۴۶    | ۳۴/۶ |
| آپارتمانی              | زنان        | ۸۹    | ۷۷/۴ | زنان         | ۹۰    | ۶۷/۷ |
|                        | مردان       | ۲۶    | ۲۲/۶ | مردان        | ۴۲    | ۳۱/۶ |

ویژگی‌های محیطی (دمای فضای داخل/خارج، رطوبت فضای داخل/خارج، سرعت جریان هوا در داخل/خارج) و رفتاری به عنوان متغیر مستقل و صرفه‌جویی در مصرف منابع انرژی در ساختمان‌های مسکونی به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شده‌اند. مشاهده، اندازه‌گیری‌ها، بررسی شرایط و متغیرهای محیطی، تکمیل پرسشنامه‌ها و مصاحبه به‌طور هم‌زمان در هر بازدید از ساختمان‌های مسکونی ویلایی و واحدهای آپارتمانی جمع‌آوری شده است. همچنین به جهت ارزیابی مصرف منابع انرژی از استاندارد ۱۴۲۵۳ استفاده شده است. مطابق با این استاندارد نیاز غالب شهر رشت، (گرمایش) و گونه‌بندی درجه انرژی سالانه شهر رشت، (کم) تعیین گردیده است. برای تعیین نسبت انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی ساختمان، نسبت انرژی ساختمان R طبق رابطه ۱ محاسبه می‌شود.

$$R = \frac{E_{actual}}{E_{ideal}} \quad (1) - (استاندارد ملی ایران، ۱۴۰۱، ۸)$$

که در آن R نسبت انرژی ساختمان،  $E_{actual}$  شاخص مصرف ویژه انرژی اولیه ساختمان در دوره ارزیابی برحسب واحد کیلووات ساعت بر مترمربع در سال ( $kWh/m^2/year$ )،  $E_{ideal}$  شاخص مصرف ویژه انرژی اولیه ساختمان ایده‌آل برحسب کیلووات ساعت بر مترمربع در سال  $kWh/m^2/year$  است. برچسب انرژی ساختمان تنها به ساختمان‌هایی تعلق می‌گیرد که رتبه بازده انرژی آنها یکی از رتبه‌های A تا G باشد و درغیراین‌صورت به ساختمان، برچسب انرژی تعلق نمی‌گیرد. رتبه بازده انرژی ساختمان براساس نسبت انرژی و درجه انرژی سالانه شهر محل استقرار آن، مطابق با جدول ۲ تعیین می‌شود (استاندارد ملی ایران، ۱۴۰۱، ۹-۷).



جدول ۲. تعیین رتبه بازده انرژی ساختمان براساس نسبت انرژی (R) و درجه انرژی سالانه شهر محل (استاندارد ملی ایران، ۱۴۰۱، ۹)

| رتبه بازده انرژی ساختمان | گونه‌بندی درجه انرژی سالانه شهر محل استقرار ساختمان |                        |                    |                    |
|--------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|
|                          | گرمایش و یا سرمایش کم                               | گرمایش یا سرمایش متوسط | سرمایش زیاد        | گرمایش زیاد        |
| A                        | $R \leq 1$                                          | $R \leq 1$             | $R \leq 1$         | $R \leq 1$         |
| B                        | $1 < R \leq 2$                                      | $1 < R \leq 2$         | $1 < R \leq 1/5$   | $1 < R \leq 1/8$   |
| C                        | $2 < R \leq 2/9$                                    | $2 < R \leq 3$         | $1/5 < R \leq 2/1$ | $1/8 < R \leq 2/6$ |
| D                        | $2/9 < R \leq 3/9$                                  | $3 < R \leq 3/8$       | $2/1 < R \leq 2/6$ | $2/6 < R \leq 3/4$ |
| E                        | $3/9 < R \leq 4/8$                                  | $3/8 < R \leq 4/9$     | $2/6 < R \leq 3/1$ | $3/4 < R \leq 4/2$ |
| F                        | $4/5 < R \leq 5/8$                                  | $4/9 < R \leq 5/8$     | $3/1 < R \leq 3/7$ | $4/2 < R \leq 5$   |
| G                        | $5/8 < R \leq 6/7$                                  | $5/8 < R \leq 6/8$     | $3/7 < R \leq 4/2$ | $5 < R \leq 5/7$   |
| برچسب تعلق نمی‌گیرد      | $6/7 < R$                                           | $6/8 < R$              | $4/2 < R$          | $5/7 < R$          |

در جدول‌های ۳ و ۴ سوالات مطرح شده برای هر دو فصل زمستان و تابستان در تعامل با محیط بر اساس مطالعات میدانی، در پرسشنامه و مصاحبه آورده شده است.

جدول ۳. سوالات مطرح شده در پرسشنامه (فصل زمستان) (نگارندگان)

| ردیف | سوال                                                                                                 |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱    | کدام لوازم را در خانه خود برای گرمایش دارید؟                                                         |
| ۲    | چگونه دما را در خانه خود کنترل می‌کنید؟                                                              |
| ۳    | در زمستان چه تعداد اتاق/ فضا را در اوقات مختلف شبانه‌روز منزل گرم می‌کنید؟                           |
| ۴    | چه مدت در شبانه‌روز در زمستان به طور معمول خانه خود را با باز کردن پنجره‌ها یا درب‌ها تهویه می‌کنید؟ |
| ۵    | آیا بیش از نیمی از روشنایی منزل شما از لامپ‌های کم‌مصرف، LED، یا فلورسنت تشکیل شده است؟              |
| ۶    | اگر در یک روز ابری نور خانه مناسب نباشد، به ترتیب چه اقداماتی انجام می‌دهید؟                         |

جدول ۴. سوالات مطرح شده در پرسشنامه (فصل تابستان) (نگارندگان)

| ردیف | سوال                                                                                                                                                |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱    | کدام لوازم را در خانه خود برای سرمایش دارید؟                                                                                                        |
| ۲    | سیستم سرمایش منزل خود را در چه دما/درجه‌ای تنظیم می‌کنید؟                                                                                           |
| ۳    | در تابستان چه تعداد اتاق/ فضا را در اوقات مختلف شبانه‌روز منزل خنک می‌کنید؟                                                                         |
| ۴    | چند ساعت در طول روزهای فصل گرم (تابستان) پنجره‌ها را طبق عادت معمول باز می‌کنید؟                                                                    |
| ۵    | در صورت عدم رضایت از نور طبیعی منزل شما، چند ساعت در طول روز (از ساعت ۶ صبح تا ۱۹ غروب) از سیستم روشنایی مصنوعی (مانند لامپ و ...) استفاده می‌کنید؟ |

## ■ تحلیل یافته‌ها

همان‌گونه که پیش‌تر اشاره شد حضور و رفتار ساکنان تاثیر زیادی بر شرایط داخلی ساختمان و بحث آسایش دارد. رفتار انسان به میزان زیادی بر میزان مصرف منابع انرژی در ساختمان با حرکت افراد از فضایی به فضای دیگر، استفاده یا عدم استفاده از تجهیزات مکانیکی، باز و بسته کردن پنجره و موارد دیگر تاثیرگذار است. این بخش از پژوهش پاسخ‌گویی به پرسش‌های مطرح شده زیر که مرتبط با تنوع و تغییر الگوهای رفتاری ساکنان ساختمان‌ها در هر دو فصل در تعامل با محیط بر اساس مطالعات میدانی، در پرسشنامه و مصاحبه است می‌پردازد تا تلاشی در جهت پیدا کردن تغییراتی که در هر دو فصل با توجه به عوامل اقلیمی، زمانی و محیطی بر شیوه زندگی ساکنان و الگوهای رفتاری آنان در راستای کنترل حرارتی و مصرف منابع انرژی به وجود می‌آید، باشد.

با توجه به نتایج پرسشنامه و مصاحبه در فصل سرد، رفتارهای حرارتی مرتبط با مصرف منابع انرژی (برق و گاز) ساکنان ساختمان‌های مسکونی شهر رشت در جدول ۵ ارائه شده است.

(۱) در رابطه با پرسش اول مطرح شده در پرسشنامه زمستان، بررسی سهم «نوع تجهیزات گرمایشی» که در این پژوهش مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفته‌اند، طبق جدول ۵ درصد فراوانی نوع تجهیزات گرمایشی ساختمان‌های ویلایی و آپارتمانی شهر رشت در طی فصل سرد نشان می‌دهد که در ساختمان‌های ویلایی بیشتر از بخاری گازی و در ساختمان‌های آپارتمانی از سیستم پکیج برای گرم کردن اتاق‌ها استفاده می‌شود.

(۲) در مورد پرسش دوم مطرح شده در پرسشنامه زمستان «نحوه کنترل دما»، مشاهده می‌شود مهم‌ترین ابزار کنترل دما در ساختمان‌های ویلایی و آپارتمانی «ترموستات دستی» بوده است. به دلیل سهم بالای ترموستات دستی در کنترل دمای محیط ساختمان و عدم دقت این روش، میزان مصرف منابع انرژی نسبت به ترموستات اتوماتیک از نوسان بیشتری برخوردار می‌باشد. لذا ضرورت استفاده از تجهیزات گرمایشی با ترموستات اتوماتیک و قابل برنامه‌ریزی در اوقات مختلف شبانه‌روز می‌تواند در مصرف بهینه منابع انرژی و ممانعت از افزایش مصرف آن موثر واقع شود.

(۳) در راستای بررسی مصرف منابع انرژی در ساختمان‌های ویلایی و آپارتمانی شهر رشت در دوره سرد سال از پرسش‌شوندگان سوالی با عنوان «چه تعداد اتاق/ فضا را در منزل گرم می‌کنید؟» پرسیده شد. چنانچه مشاهده می‌شود در ساختمان‌های ویلایی تفاوت آشکاری در درصد فضاهای گرم شده در اوقات مختلف روز (اعم از زمان حضور یا عدم حضور در خانه) وجود ندارد. این رفتار نادرست در زمان عدم حضور در خانه منجر به افزایش مصرف منابع انرژی خواهد شد. بنابراین می‌توان گفت در ساختمان‌های ویلایی درصد فضاهای کمتر یا مساوی ۴، بیشترین درصد را به خود اختصاص داده و این مهم در مورد ساختمان‌های آپارتمانی برای خانه‌های دارای ۳ تا ۶ فضا نیز صدق می‌کند. یافته‌ها نشان می‌دهد در ساختمان‌های آپارتمانی فضاهای بیشتری در اوقات مختلف روز نسبت به ساختمان‌های ویلایی در فصل سرد سال گرم نگه داشته می‌شوند.

(۴) در پاسخ به سوال «چه مدت در شبانه‌روز در زمستان به طور معمول خانه خود را باز کردن پنجره‌ها و درب‌ها تهویه می‌کنید» در ساختمان‌های ویلایی، با توجه به درصد‌های موجود از تعداد ساعات باز کردن پنجره‌ها و درب‌ها در فضاهای مختلف خانه در جدول ۵ چنانچه مشاهده می‌شود ساکنان ساختمان‌های ویلایی در دوره سرد سال با کمتر باز و بسته کردن پنجره‌ها و درب‌های فضاهای مختلف از اتلاف انرژی و هدررفت آن جلوگیری می‌کنند. در همین راستا نتایج بدست آمده از این سوال در ساختمان‌های آپارتمانی نشان می‌دهد که ساکنان ساختمان‌های آپارتمانی نیز رفتاری مشابه با رفتار ساکنان ساختمان‌های ویلایی در پاسخ به این سوال دارند. بعبارت دیگر درصد پاسخ‌ها به چهار گزینه مطرح شده در این سوال، مشابه درصد پاسخ‌دهندگان به گزینه‌های مختلف همین سوال در ساختمان‌های ویلایی است. پس می‌توان گفت که بیشتر ساکنان این دو تیپ از ساختمان‌ها با کمتر باز کردن پنجره و درب فضاهای مختلف (کمتر از ۱ ساعت در شبانه‌روز) از هدررفت انرژی جلوگیری می‌کنند.

(۵) در راستای بررسی سوال «آیا بیش از نیمی از روشنایی منزل شما از لامپ‌های کم‌مصرف، LED، یا فلورسنت تشکیل شده است؟»، مشخص است که در ۹۸/۴ درصد ساختمان‌های ویلایی، بیش از نیمی از روشنایی منازل مسکونی از لامپ‌های کم‌مصرف، LED و فلورسنت تشکیل شده است. این مهم در مورد ساختمان‌های آپارتمانی صددرصد بوده و بیانگر رفتار درست استفاده از روشنایی در فصل سرد می‌باشد.

(۶) در ارتباط با سوال ششم مطرح شده «رفتار روشنایی در یک روز ابری در فصل سرد» نتایج نشان می‌دهد که در ساختمان‌های ویلایی گزینه «روشن کردن چراغ‌ها» با سهم بیشتر (۴۲/۲ درصد) نسبت به دو گزینه دیگر «رفتن به سمت پر نورتر خانه (۳۴/۴ درصد)» و «کنار زدن پنجره‌ها (۲۳/۴ درصد)» بعنوان اولویت اول مورد توجه ساکنان ساختمان‌های ویلایی بوده است. نتایج همین محاسبات بر روی رفتار روشنایی ساکنان ساختمان‌های آپارتمانی نیز نشان می‌دهد که در ساختمان‌های آپارتمانی برخلاف ساختمان‌های ویلایی گزینه «رفتن به سمت پر نورتر خانه» با سهم بیشتر (۴۵/۱ درصد) نسبت به دو گزینه

دیگر «کنار زدن پرده‌ها (۲۸/۲ درصد)» و «روشن کردن چراغ‌ها (۲۶/۸ درصد)» از سهم بیشتری برخوردار بوده و بیانگر آن است که بیشتر ساکنان ساختمان‌های آپارتمانی برخلاف روشن کردن چراغ‌ها در ساختمان‌های ویلایی، اولویت اول خود را گزینه «رفتن به سمت پر نورتر خانه» انتخاب می‌کنند. بعبارت دیگر استفاده از این روش باعث می‌شود مقدار برق مصرفی در خانه‌های آپارتمانی نسبت به ویلایی کاهش یابد.

جدول ۵. توزیع فراوانی رفتارهای ساکنان ساختمان‌های مسکونی در راستای تامین آسایش حرارتی (فصل سرد) (نگارندگان)

| سوال (۱) نوع تجهیزات مورد استفاده برای گرمایش در ساختمان های مسکونی   |        |               |                                                                                                                                             |                                      |               |                                                                                                                     |           |                                                                                          |       |                                                               |      |                                    |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------|--------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------------------------------|------|------------------------------------|------|-----------|------|--|--|--|--|--|--|
| نوع ساختمان                                                           | ویلايي | شومينه        |                                                                                                                                             | بخاری برقی                           | گرمایش از سقف | گرمایش از کف                                                                                                        | موتورخانه | بخاری گازی                                                                               | پکیج  | فراوانی/درصد                                                  |      |                                    |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
|                                                                       |        | تعداد         | درصد                                                                                                                                        | ۴                                    | ۰             | ۰                                                                                                                   | ۳         | ۳۱                                                                                       | ۸     | تعداد                                                         | درصد |                                    |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
|                                                                       |        | ۱۰/۸۱         | ۱۰/۸۱                                                                                                                                       | ۰                                    | ۰             | ۸/۱۱                                                                                                                | ۸۳/۷۸     | ۲۱/۶۲                                                                                    | ۲۶    | ۶۳/۴۱                                                         |      |                                    |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
| سوال (۲) نحوه کنترل دما                                               |        |               |                                                                                                                                             |                                      |               |                                                                                                                     |           |                                                                                          |       |                                                               |      |                                    |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
| نوع ساختمان                                                           | ویلايي | بدون ترموستات |                                                                                                                                             | ترموستات اتوماتیک و قابل برنامه ریزی |               | ترموستات دستی                                                                                                       |           | فراوانی/درصد                                                                             |       |                                                               |      |                                    |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
|                                                                       |        | تعداد         | درصد                                                                                                                                        | ۱                                    | ۳             | ۳۳                                                                                                                  | ۸۹/۱۹     | ۳۷                                                                                       | ۹۰/۲۴ |                                                               |      |                                    |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
|                                                                       |        | ۲/۷           | ۸/۱۱                                                                                                                                        | ۲/۴۴                                 | ۷/۳۲          | -                                                                                                                   | -         |                                                                                          |       |                                                               |      |                                    |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
| سوال (۳) نحوه کنترل تجهیزات در طول شبانه روز در ساختمان های ویلايي    |        |               |                                                                                                                                             |                                      |               |                                                                                                                     |           |                                                                                          |       |                                                               |      |                                    |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
| نوع ساختمان                                                           | ویلايي | کل            |                                                                                                                                             | ۸ و ۷                                |               | ۵ و ۶                                                                                                               |           | ۳ و ۴                                                                                    |       | کمتر یا مساوی ۲                                               |      | تعداد اتاق                         |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
|                                                                       |        | تعداد         | درصد                                                                                                                                        | تعداد                                | درصد          | تعداد                                                                                                               | درصد      | تعداد                                                                                    | درصد  | تعداد                                                         | درصد | تعداد فضا                          |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
|                                                                       |        | ۱۰۰           | ۶۴                                                                                                                                          | ۳/۱                                  | ۲             | ۱۱                                                                                                                  | ۳۷/۵      | ۲۴                                                                                       | ۴۲/۳  | ۲۷                                                            | ۴۵/۳ | طی روز یا عصر که کسی در خانه نیست  |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
| ۱۰۰                                                                   | ۶۴     | ۳/۱           | ۲                                                                                                                                           | ۱۱                                   | ۳۴/۴          | ۲۲                                                                                                                  | ۴۵/۳      | ۲۹                                                                                       | ۳۹/۱  | در طول روز که در خانه هستند                                   |      |                                    |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
| ۱۰۰                                                                   | ۶۴     | ۳/۱           | ۲                                                                                                                                           | ۱۱                                   | ۴۰/۷          | ۲۶                                                                                                                  | ۳۹/۱      | ۲۵                                                                                       | ۳۹/۱  | عصر وقتی در خانه هستند                                        |      |                                    |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
| ۱۰۰                                                                   | ۶۴     | ۳/۱           | ۲                                                                                                                                           | ۱۱                                   | ۴۳/۸          | ۲۸                                                                                                                  | ۳۶        | ۲۳                                                                                       | ۳۶    | در طی شب                                                      |      |                                    |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
| سوال (۳) نحوه کنترل تجهیزات در طول شبانه روز در ساختمان های آپارتمانی |        |               |                                                                                                                                             |                                      |               |                                                                                                                     |           |                                                                                          |       |                                                               |      |                                    |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
| نوع ساختمان                                                           | ویلايي | کل            |                                                                                                                                             | ۸ و ۷                                |               | ۵ و ۶                                                                                                               |           | ۳ و ۴                                                                                    |       | کمتر یا مساوی ۲                                               |      | تعداد اتاق                         |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
|                                                                       |        | تعداد         | درصد <td>تعداد</td> <td>درصد</td> <td>تعداد</td> <td>درصد</td> <td>تعداد</td> <td>درصد</td> <td>تعداد</td> <td>درصد</td> <td>تعداد فضا</td> | تعداد                                | درصد          | تعداد                                                                                                               | درصد      | تعداد                                                                                    | درصد  | تعداد                                                         | درصد | تعداد فضا                          |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
|                                                                       |        | ۷۱            | ۱۰۰                                                                                                                                         | ۱/۴                                  | ۱             | ۱۸                                                                                                                  | ۵۳/۵      | ۳۸                                                                                       | ۱۹/۷  | ۱۴                                                            | ۱۹/۷ | طی روز یا عصر که کسی در خانه نیست  |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
| ۷۱                                                                    | ۱۰۰    | ۱/۴           | ۱                                                                                                                                           | ۱۸                                   | ۲۵/۶          | ۴۲                                                                                                                  | ۱۴/۱      | ۱۰                                                                                       | ۱۴/۱  | در طول روز که در خانه هستند                                   |      |                                    |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
| ۷۱                                                                    | ۱۰۰    | ۱/۴           | ۱                                                                                                                                           | ۱۴                                   | ۱۹/۷          | ۶۹                                                                                                                  | ۹/۸       | ۷                                                                                        | ۹/۸   | عصر وقتی در خانه هستند                                        |      |                                    |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
| ۷۱                                                                    | ۱۰۰    | ۱/۴           | ۱                                                                                                                                           | ۱۴                                   | ۱۹/۷          | ۶۴/۸                                                                                                                | ۴۶        | ۱۴/۱                                                                                     | ۱۴/۱  | در طی شب                                                      |      |                                    |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
| سوال (۴) رفتار باز/ بسته کردن درب و پنجره در ساختمان های ویلايي       |        |               |                                                                                                                                             |                                      |               |                                                                                                                     |           |                                                                                          |       |                                                               |      |                                    |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
| نوع ساختمان                                                           | ویلايي | کل            |                                                                                                                                             | ۱۳ تا ۲۴ ساعت                        |               | ۹ تا ۱۲ ساعت                                                                                                        |           | ۵ تا ۸ ساعت                                                                              |       | ۱ تا ۴ ساعت                                                   |      | کمتر از یک ساعت                    | خیر  | فضا       |      |  |  |  |  |  |  |
|                                                                       |        | تعداد         | درصد <td>تعداد</td>                                                                                                                         | تعداد                                | درصد          | تعداد <td>درصد</td> <td>تعداد<td>درصد</td><td>تعداد<td>درصد</td><td>تعداد<td>درصد</td><td>تعداد</td></td></td></td> | درصد      | تعداد <td>درصد</td> <td>تعداد<td>درصد</td><td>تعداد<td>درصد</td><td>تعداد</td></td></td> | درصد  | تعداد <td>درصد</td> <td>تعداد<td>درصد</td><td>تعداد</td></td> | درصد | تعداد <td>درصد</td> <td>تعداد</td> | درصد | تعداد     |      |  |  |  |  |  |  |
|                                                                       |        | ۱۰۰           | ۶۴                                                                                                                                          | ۳/۱۲                                 | ۲             | ۰                                                                                                                   | ۰         | ۴/۶۹                                                                                     | ۳     | ۱۰/۹۴                                                         | ۷    | ۶۸/۷۵                              | ۴۴   | ۱۲/۵      | ۸    |  |  |  |  |  |  |
| ۱۰۰                                                                   | ۶۴     | ۶/۲۶          | ۴                                                                                                                                           | ۰                                    | ۰             | ۳/۱۲                                                                                                                | ۲         | ۲۰/۳۱                                                                                    | ۱۳    | ۵۰                                                            | ۳۲   | ۲۰/۳۱                              | ۱۳   | آشپزخانه  |      |  |  |  |  |  |  |
| ۱۰۰                                                                   | ۶۴     | ۱۵/۶۲         | ۱۰                                                                                                                                          | ۱/۵۶                                 | ۱             | ۱/۵۶                                                                                                                | ۱         | ۶/۲۵                                                                                     | ۴     | ۱۵/۶۲                                                         | ۱۰   | ۵۹/۳۹                              | ۳۸   | حمام      |      |  |  |  |  |  |  |
| ۱۰۰                                                                   | ۶۴     | ۱۰/۹۴         | ۷                                                                                                                                           | ۱/۵۶                                 | ۱             | ۰                                                                                                                   | ۰         | ۶/۲۵                                                                                     | ۴     | ۵۰                                                            | ۳۲   | ۳۱/۲۵                              | ۲۰   | اتاق خواب |      |  |  |  |  |  |  |
| سوال (۴) رفتار باز/ بسته کردن درب و پنجره در ساختمان های آپارتمانی    |        |               |                                                                                                                                             |                                      |               |                                                                                                                     |           |                                                                                          |       |                                                               |      |                                    |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
| نوع ساختمان                                                           | ویلايي | کل            |                                                                                                                                             | ۱۳ تا ۲۴ ساعت                        |               | ۹ تا ۱۲ ساعت                                                                                                        |           | ۵ تا ۸ ساعت                                                                              |       | ۱ تا ۴ ساعت                                                   |      | کمتر از یک ساعت                    |      | خیر       | فضا  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                       |        | تعداد         | درصد <td>تعداد</td>                                                                                                                         | تعداد                                | درصد          | تعداد <td>درصد</td> <td>تعداد<td>درصد</td><td>تعداد<td>درصد</td><td>تعداد<td>درصد</td><td>تعداد</td></td></td></td> | درصد      | تعداد <td>درصد</td> <td>تعداد<td>درصد</td><td>تعداد<td>درصد</td><td>تعداد</td></td></td> | درصد  | تعداد <td>درصد</td> <td>تعداد<td>درصد</td><td>تعداد</td></td> | درصد | تعداد <td>درصد</td> <td>تعداد</td> | درصد | تعداد     |      |  |  |  |  |  |  |
|                                                                       |        | ۱۰۰           | ۷۱                                                                                                                                          | ۶۸/۱۲                                | ۹             | ۱/۴                                                                                                                 | ۱         | ۷/۰۴                                                                                     | ۵     | ۸/۴۵                                                          | ۶    | ۶۶/۲                               | ۴۷   | ۴/۲۲      | ۳    |  |  |  |  |  |  |
| ۱۰۰                                                                   | ۷۱     | ۱۲/۶۸         | ۹                                                                                                                                           | ۰                                    | ۰             | ۸/۴۴                                                                                                                | ۶         | ۱۲/۶۸                                                                                    | ۹     | ۵۰/۷                                                          | ۳۶   | ۱۵/۵                               | ۱۱   | آشپزخانه  |      |  |  |  |  |  |  |
| ۱۰۰                                                                   | ۷۱     | ۱۵/۴۹         | ۱۱                                                                                                                                          | ۲/۸۲                                 | ۲             | ۰                                                                                                                   | ۰         | ۱۴/۰۸                                                                                    | ۱۰    | ۱۵/۴۹                                                         | ۱۱   | ۵۲/۱                               | ۳۷   | حمام      |      |  |  |  |  |  |  |
| ۱۰۰                                                                   | ۷۱     | ۱۸/۳          | ۱۳                                                                                                                                          | ۵/۶۳                                 | ۴             | ۸/۴۶                                                                                                                | ۶         | ۸/۴۵                                                                                     | ۶     | ۴۷/۸۹                                                         | ۳۴   | ۱۱/۲۷                              | ۸    | اتاق خواب |      |  |  |  |  |  |  |
| سوال (۵) رفتار استفاده از سیستم روشنایی کم مصرف در فصل سرد            |        |               |                                                                                                                                             |                                      |               |                                                                                                                     |           |                                                                                          |       |                                                               |      |                                    |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
| نوع ساختمان                                                           | ویلايي | آپارتمانی     | گزینه                                                                                                                                       | تعداد                                | درصد          |                                                                                                                     |           |                                                                                          |       |                                                               |      |                                    |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
|                                                                       |        |               |                                                                                                                                             |                                      |               |                                                                                                                     |           |                                                                                          |       |                                                               |      |                                    | بلی  | ۶۳        | ۹۸/۴ |  |  |  |  |  |  |
|                                                                       |        |               |                                                                                                                                             |                                      |               |                                                                                                                     |           |                                                                                          |       |                                                               |      |                                    | خیر  | ۱         | ۱/۶  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                       |        |               | بلی <td>۷۱</td> <td>۱۰۰</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>                      | ۷۱                                   | ۱۰۰           |                                                                                                                     |           |                                                                                          |       |                                                               |      |                                    |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
|                                                                       |        |               | خیر                                                                                                                                         | ۰                                    | ۰             |                                                                                                                     |           |                                                                                          |       |                                                               |      |                                    |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
| سوال (۶) رفتار روشنایی در یک روز ابری در فصل سرد                      |        |               |                                                                                                                                             |                                      |               |                                                                                                                     |           |                                                                                          |       |                                                               |      |                                    |      |           |      |  |  |  |  |  |  |
| گزینه ها                                                              |        | ویلايي        |                                                                                                                                             |                                      |               | آپارتمانی                                                                                                           |           |                                                                                          |       |                                                               |      |                                    |      |           |      |  |  |  |  |  |  |

|                                                  | اولویت سوم |       | اولویت دوم |       | اولویت اول |       | اولویت سوم |       | اولویت دوم |       | اولویت اول |       |
|--------------------------------------------------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|
|                                                  | درصد       | تعداد | درصد       | تعداد | درصد       | تعداد | درصد       | تعداد | درصد       | تعداد | درصد       | تعداد |
| روشن کردن چراغها                                 | ۷          | ۵     | ۶۶/۲       | ۴۷    | ۲۶/۸       | ۱۹    | ۷/۸        | ۵     | ۵۰         | ۳۲    | ۴۲/۲       | ۲۷    |
| کنار زدن پردهها                                  | ۴۲/۳       | ۳۰    | ۲۹/۶       | ۲۱    | ۲۸/۲       | ۲۰    | ۳۷/۵       | ۲۴    | ۳۹/۱       | ۲۵    | ۲۳/۴       | ۱۵    |
| رفتن به سمت پر نورتر خانه<br>(مثلا کنار پنجرهها) | ۵۰/۷       | ۳۶    | ۴/۲        | ۳     | ۴۵/۱       | ۳۲    | ۵۴/۷       | ۳۵    | ۱۰/۹       | ۷     | ۳۴/۴       | ۲۲    |
| کل                                               | ۱۰۰        | ۷۱    | ۱۰۰        | ۷۱    | ۱۰۰        | ۷۱    | ۱۰۰        | ۶۴    | ۱۰۰        | ۶۴    | ۱۰۰        | ۶۴    |

با توجه به نتایج پرسشنامه و مصاحبه در فصل گرم، رفتارهای حرارتی مرتبط با مصرف منابع انرژی (برق و گاز) ساکنان ساختمانهای مسکونی شهر رشت در جدول ۶ به قرار زیر می باشد:

۱) در رابطه با پرسش اول و دوم مطرح شده در پرسشنامه تابستان «نوع تجهیزات سرمایشی و نحوه کنترل دما/فن»، طبق جدول ۵ چنانچه مشاهده می شود در ساختمانهای ویلایی بیشترین درصد فراوانی تجهیزات سرمایشی به ترتیب مربوط به پنکه ایستاده (۷۳ درصد)، کولر گازی اسپلیت (۴۳/۲۴ درصد)، پنکه سقفی (۴۰/۵۴ درصد) و با درصد برابر نیز کولر گازی پنجره‌ای و اینورتردار (۲۹/۷۳ درصد) است. این مهم در ساختمانهای آپارتمانی نیز به ترتیب شامل پنکه ایستاده (۶۹/۰۵ درصد)، کولر گازی اسپلیت (۵۷/۱۴ درصد) و کولر گازی اینورتردار (۴۲/۸۶ درصد) است. همچنین درصد کولر گازی اسپلیت و کولر گازی اینورتردار در ساختمانهای آپارتمانی بیشتر از ساختمانهای ویلایی است و به نوعی در دوره گرم سال امکان استفاده آنها در آپارتمانها بیشتر از ویلاها می باشد.

۲) در جدول ۶ تنظیمات دما/فن سیستم سرمایشی ساختمانهای ویلایی شهر رشت در فصل گرم با توجه به سوال «سیستم سرمایش منزل خود را در چه دما / درجه ای تنظیم می کنید؟» به درصد آورده شده است. بدین منظور با در نظر گرفتن معیار اداره برق که دمای ۲۴ درجه سانتی گراد را بعنوان دمای بهینه کولر و آسایش در نظر می گیرد و همچنین تنظیمات فن سیستم سرمایشی به سه طبقه کم، متوسط و زیاد، نتایج جدول برای ساکنان ساختمانهای ویلایی استخراج شد. در مجموع ۵۲/۰۹ درصد از ساکنان دمای کولر را کمتر از ۲۴ درجه سانتی گراد تنظیم می کردند که به ترتیب ۱۵/۱، ۱۲/۳۳ و ۲۴/۶۶ درصد از این افراد درجه فن کولر را روی مقدار کم، متوسط و زیاد قرار می دادند. همچنین ۴۷/۹۱ درصد از ساکنان ساختمانهای ویلایی دمای کولر را مساوی یا بیشتر از ۲۴ درجه سانتی گراد و به ترتیب ۱۹/۱۸، ۱۳/۷ و ۱۵/۰۳ درصد ساکنان این تیپ از ساختمانها درجه فن کولر را روی مقدار کم، متوسط و زیاد تنظیم می کردند. در نتیجه ۵۰ درصد افراد به دلیل عدم آگاهی از تاثیر تنظیم دما و فن وسایل سرمایشی در کاهش مصرف منابع انرژی، باعث افزایش مصرف انرژی برق در ساختمانهای ویلایی شده اند. زیرا با توجه به قابلیت کلید فن در کولرهای گازی مورد استفاده، این امکان وجود دارد که در هنگام شب از دستگاه تنها برای تهویه هوا استفاده شده و هزینه مصرف برق آن را به میزان چشمگیری کاهش داد. در همین راستا، نتایج تنظیمات دما/فن سیستم سرمایشی توسط ساکنان ساختمانهای آپارتمانی در دوره گرم سال نشان می دهد که از ۱۰۰ درصد افراد، ۳۶/۳۵ درصد دمای کولر را کمتر از ۲۴ درجه سانتی گراد و به ترتیب ۵/۶۸، ۱۱/۳۶ و ۱۹/۳۱ درصد این افراد فن کولر را روی درجه کم، متوسط و زیاد تنظیم می کردند. همچنین ۶۳/۶۵ درصد از افراد این ساختمانها دمای کولر را بیشتر یا مساوی ۲۴ درجه سانتی گراد تنظیم و به ترتیب ۳۱/۸۱، ۱۷/۰۷ و ۱۴/۷۷ درصد افراد درجه فن کولر را بر روی درجه کم، متوسط و زیاد قرار می دادند. از اینرو می توان گفت تنظیم کولر و فن توسط ساکنان ساختمانهای آپارتمانی نسبت به ساختمانهای ویلایی هوشمندانه و بهینه است (جدول ۶).

۳) در راستای بررسی مصرف منابع انرژی در ساختمانهای ویلایی و آپارتمانی شهر رشت در دوره گرم سال از پرسش شوندگان سوالی با عنوان «در تابستان چه تعداد فضا را در منزل خنک می کنید؟» پرسیده شد. در جدول ۵ با توجه به درصدهای اشاره شده باید گفت افراد ساکن در ساختمانهای ویلایی و آپارتمانی در مواقعی که خارج از خانه هستند به ندرت وسایل سرمایشی را جهت خنک نگه داشتن فضاها روشن می گذارند. همینطور اکثر ساکنان این دو تیپ از ساختمانها یک اتاق را در طول روز، عصر و شب که در خانه هستند خنک نگه می دارند و این بنوعی باعث افزایش کارایی وسایل سرمایشی و خنک کننده از جمله کولر شده و همچنین بیانگر رفتار درست و فعال ساکنان در راستای مصرف بهینه منابع انرژی است.

۳۹

| رفتار استفاده از سیستم روشنایی مصنوعی در طول روز |        |      |           |      |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------------------|--------|------|-----------|------|--|--|--|--|--|--|--|
| تعداد ساعات                                      | ویلایی |      | آپارتمانی |      |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                  | تعداد  | درصد | تعداد     | درصد |  |  |  |  |  |  |  |
| ۹ تا ۱۳                                          | ۱۵     | ۲۰/۵ | ۸         | ۹/۱  |  |  |  |  |  |  |  |
| ۵ تا ۸                                           | ۱۶     | ۲۱/۹ | ۲۲        | ۲۵   |  |  |  |  |  |  |  |
| ۱ تا ۴                                           | ۲۱     | ۲۸/۸ | ۲۷        | ۳۰/۷ |  |  |  |  |  |  |  |
| کمتر از ۱                                        | ۵      | ۶/۸  | ۲۳        | ۲۶/۱ |  |  |  |  |  |  |  |
| استفاده نمی‌کنم                                  | ۱۶     | ۲۱/۹ | ۸         | ۹/۱  |  |  |  |  |  |  |  |
| کل                                               | ۷۳     | ۱۰۰  | ۸۸        | ۱۰۰  |  |  |  |  |  |  |  |

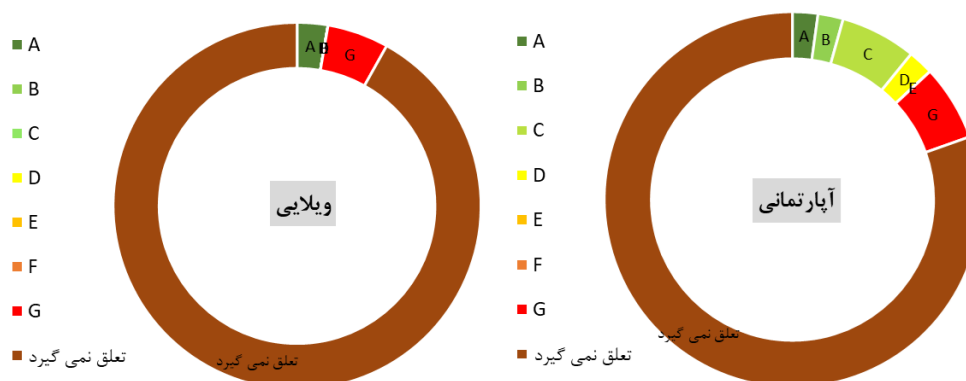
همچنین در این پژوهش به منظور ارزیابی ارتباط مصرف منابع انرژی (حامل‌های انرژی حرارتی و الکتریکی مصرفی) و رفتارهای کنترلی ساکنان ساختمان‌های مسکونی ویلایی و آپارتمانی شهر رشت، با استفاده از شماره‌های اشتراک برق و گاز منازل مسکونی ساکنان، میزان مصرف منابع انرژی برق و گاز ساکنان در طی دوره ۳ ساله (سال‌های ۱۳۹۹، ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱) از طریق سامانه خدمات الکترونیک شرکت توزیع نیروی برق استان گیلان و همچنین شرکت ملی گاز ایران استخراج و مورد بررسی قرار گرفت. در جدول ۷ میانگین مصرف منابع انرژی برق و گاز ساختمان‌های مسکونی ویلایی و آپارتمانی شهر رشت آورده شده است. تفاوت بین حداکثر و حداقل مصرف این دو منبع انرژی خانگی در هر دو تیپ از ساختمان‌ها برحسب متر مکعب (گاز) و کیلووات ساعت (برق) محاسبه شد. میزان انحراف معیار گاز و برق مصرفی خانه‌های ویلایی برابر با ۱۲۲۶/۹۸ متر مکعب و ۱۶۵۷/۰۸ کیلووات ساعت و برای ساختمان‌های آپارتمانی نیز برابر با ۸۲۳/۸۲ متر مکعب و ۲۴۹۵/۰۶ کیلووات ساعت بدست آمد. همچنین میزان انحراف معیار گاز و برق مصرفی خانه‌های بدست آمده بیانگر انحراف معیار بالای گاز و برق مصرفی در ساختمان‌های ویلایی و مصرف برق در ساختمان‌های آپارتمانی است.

جدول ۷. شاخص‌های آماری بدست آمده از مصرف انرژی برق و گاز در ساختمان‌های ویلایی و آپارتمانی شهر رشت (نگارندگان، استخراج شده بر اساس داده‌های شرکت توزیع نیروی برق و شرکت ملی گاز استان گیلان)

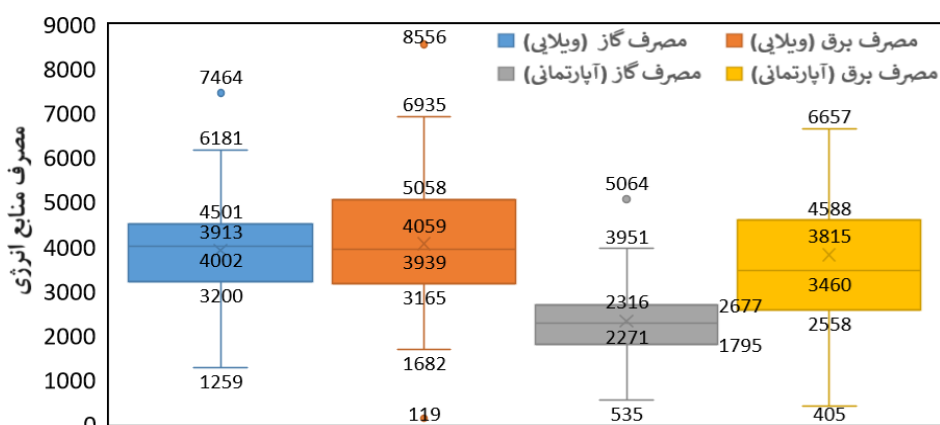
| شاخص         | ویلایی   |          | آپارتمانی |          |
|--------------|----------|----------|-----------|----------|
|              | مصرف گاز | مصرف برق | مصرف گاز  | مصرف برق |
| میانگین      | ۳۹۱۳/۲۵  | ۴۰۵۹/۱۳  | ۲۳۱۵/۶۲   | ۳۸۱۴/۹۹  |
| حداقل        | ۱۲۵۸/۶۷  | ۱۱۸/۶۷   | ۵۳۴/۶۷    | ۴۰۵/۳۳   |
| حداکثر       | ۷۴۶۳/۶۷  | ۸۵۵۶/۳۳  | ۵۰۶۴/۰۸   | ۱۶۷۳۳    |
| انحراف معیار | ۱۲۲۶/۹۸  | ۱۶۵۷/۰۸  | ۸۲۳/۸۲    | ۲۴۹۵/۰۶  |

در تصویر ۴ برچسب انرژی ساختمان‌های مسکونی ویلایی و آپارتمانی شهر رشت براساس استاندارد ۱۴۲۵۳ محاسبه و نشان داده شده است. بر اساس استاندارد فوق، از ۱۰۰ درصد ساختمان‌های ویلایی مورد مطالعه در حدود ۲/۷ درصد رده انرژی A و ۵/۴۱ درصد رده انرژی G دریافت کرده و ۹۱/۸۹ درصد ساختمان‌ها هیچ رده انرژی به آنها تعلق نگرفت. در همین راستا برچسب انرژی متعلق به ساختمان‌های آپارتمانی بیانگر آن است که ۲/۱۷ درصد رده انرژی A، ۲/۱۷ درصد رده انرژی B، ۶/۵۲ درصد رده انرژی C، ۲/۱۷ درصد رده انرژی D و ۶/۵۲ درصد رده انرژی G دریافت کردند و ۸۰/۴۳ درصد ساختمان‌ها از هیچ‌گونه رده انرژی برخوردار نبوده و برچسبی به آنها تعلق نگرفته است. با توجه به اینکه اکثر ساختمان‌های ویلایی و آپارتمانی بدون برچسب هستند می‌توان نتیجه گرفت که مصرف منابع انرژی در ساختمان‌های مورد مطالعه بسیار زیاد است.





تصویر ۴. ارزیابی برچسب انرژی ساختمان‌های ویلاهی و آپارتمانی شهر رشت (نگارندگان)



تصویر ۵. مصرف میانگین منابع انرژی و تغییرات آن در ساختمان‌های مسکونی ویلاهی و آپارتمانی (نگارندگان، برگرفته از خروجی نرم‌افزار SPSS 25)

در نمودار جعبه‌ای ارائه شده در تصویر ۵ شاخص‌های آماری اعم از میانگین، انحراف معیار و داده‌های حداقل و حداکثر مصرف انرژی برق و گاز بیانگر مصرف تغییرپذیری بیشتر مصرف برق در هر دو تیپ از ساختمان‌ها نسبت به گاز است.

## نتیجه‌گیری

در این پژوهش تاثیر رفتار انسانی بر صرفه‌جویی در مصرف منابع انرژی در معماری ساختمان‌های ویلاهی و آپارتمانی شهر رشت در دو دوره سرد و گرم سال مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به تجزیه و تحلیل‌های صورت گرفته، نتایج پرسش‌های مطرح شده برای هر دو فصل که مرتبط با تنوع و تغییر الگوهای رفتاری ساکنان ساختمان‌ها است، به قرار زیر می‌باشد:

یافته‌های پژوهش برای فصل سرد بیانگر آن است که در ساختمان‌های ویلاهی بیشتر از بخاری گازی و در ساختمان‌های آپارتمانی از سیستم پکیج برای گرم کردن اتاق‌ها استفاده می‌شود و مهم‌ترین ابزار کنترل دما در ساختمان‌های ویلاهی و آپارتمانی «ترموستات دستی» بوده است. در ساختمان‌های آپارتمانی فضاهای بیشتری در اوقات مختلف روز نسبت به ساختمان‌های ویلاهی گرم نگه داشته می‌شوند. بیشتر ساکنان این دو تیپ از ساختمان‌ها با کمتر باز کردن پنجره و درب فضاهای مختلف (کمتر از ۱ ساعت در شبانه‌روز) از هدررفت انرژی جلوگیری می‌کنند. روشنایی ۹۸/۴ درصد ساختمان‌های ویلاهی و صددرصد ساختمان‌های آپارتمانی از لامپ‌های کم‌مصرف، LED و فلورسنت تشکیل شده است. رفتار روشن کردن چراغ‌ها در یک روز ابری با ۴۲/۲ درصد بعنوان اولویت اول مورد توجه ساکنان ساختمان‌های ویلاهی بوده است و در

ساختمان‌های آپارتمانی رفتار رفتن به سمت پر نورتر خانه با ۴۵/۱ درصد از سهم بیشتری برخوردار می‌باشد. یافته‌ها برای فصل گرم نشان می‌دهد در ساختمان‌های ویلایی بیشترین درصد فراوانی تجهیزات سرمایشی به ترتیب مربوط به پنکه ایستاده (۷۳ درصد) و کولر گازی اسپلیت (۴۳/۲۴ درصد)، و در ساختمان‌های آپارتمانی نیز به ترتیب شامل پنکه ایستاده (۶۹/۰۵ درصد) و کولر گازی اسپلیت (۵۷/۱۴ درصد) است. نتایج تنظیمات دما/فن سیستم سرمایشی در ساختمان‌های ویلایی نشان می‌دهد ۵۰ درصد افراد به دلیل عدم آگاهی از تاثیر تنظیم دما و فن وسایل سرمایشی در کاهش مصرف منابع انرژی، باعث افزایش مصرف انرژی برق شده‌اند. این نتایج برای ساختمان‌های آپارتمانی نشان می‌دهد که تنظیم کولر و فن توسط ساکنان ساختمان‌های آپارتمانی نسبت به ساختمان‌های ویلایی هوشمندانه‌تر است. در پاسخ به سوال «در تابستان چه تعداد فضا را در منزل خنک می‌کنید؟»، با توجه به درصدهای اشاره شده باید گفت ساکنان هر دو تیپ از ساختمان‌ها رفتارهای درست و فعال در راستای مصرف بهینه منابع انرژی دارند. همچنین به دلیل آنکه ساکنان ساختمان‌های آپارتمانی از وسایل سرمایشی بمدت بیشتری برای خنک کردن فضاهای داخلی نسبت به ساختمان‌های ویلایی استفاده می‌کنند، این امر باعث افزایش مصرف منابع انرژی در ساختمان‌های آپارتمانی نسبت به ساختمان‌های ویلایی شده است. در نهایت لازم به ذکر است فراوانی استفاده از روشنایی مصنوعی در هر ۵ گروه زمانی و در هر دو نوع تیپ از ساختمان‌ها بالا می‌باشد. همچنین در راستای پاسخ به سوال مطرح شده در این پژوهش تحت عنوان «چه رفتارهای اصلاحی باید توسط ساکنان ساختمان‌های مسکونی در راستای کاهش مصرف منابع انرژی در دوره‌های سرد و گرم سال انجام شود؟»، رفتارهای اصلاحی بر اساس تجزیه و تحلیل یافته‌ها به شرح زیر ارایه می‌گردد:

## ■ دوره سرد

رفتارهای اصلاحی با توجه به تجزیه و تحلیل‌های صورت گرفته بر اساس نتایج پرسشنامه و مصاحبه در فصل سرد و همچنین جدول شماره ۵ به شرح زیر می‌باشد:

– رفتار اصلاحی براساس پیشنهاد شرکت ملی گاز ایران، ترجیح استفاده از پکیج، سیستم گرمایش از کف و سیستم کنترل هوشمند موتورخانه به جای بخاری و شومینه گازی به دلیل مزایای زیاد مانند عدم اشغال فضای مفید ساختمان، ابعاد بسیار کوچک با کارایی بالا، راندمان حرارتی بالا به نسبت دریافت انرژی، کوتاه شدن مسیر لوله‌های انتقال آب و کاهش تلفات انرژی می‌باشد.

– در کنترل دمای محیط ساختمان و عدم دقت ترموستات دستی، میزان مصرف منابع انرژی نسبت به ترموستات اتوماتیک از نوسان بیشتری برخوردار می‌باشد. بنابراین رفتار اصلاحی بر ضرورت استفاده از تجهیزات گرمایشی با ترموستات اتوماتیک و قابل برنامه‌ریزی در اوقات مختلف شبانه‌روز می‌باشد که می‌تواند در مصرف بهینه منابع انرژی و ممانعت از افزایش مصرف آن موثر واقع شود.

– در مورد نحوه کنترل تجهیزات گرمایشی در طول شبانه‌روز، تفاوت آشکاری در درصد فضاهای گرم شده در اوقات مختلف روز (اعم زمان حضور یا عدم حضور در خانه) در هر دو تیپ از ساختمان‌ها وجود ندارد. این رفتار نادرست در زمان عدم حضور در خانه منجر به افزایش مصرف منابع انرژی خواهد شد. رفتار اصلاحی ترجیحی نیز تجمع ساکنان در فضاهای نیمه‌خصوصی و نیمه‌عمومی خانه است تا تعداد فضاهای کمتری در اوقات مختلف شبانه‌روز گرم نگه داشته شود، و یا در طول روز و عصر در زمان‌هایی که افراد برای ساعات طولانی در خانه حضور ندارند، از گرمایش فضاهای غیر ضروری خودداری شود و شب هنگام در زمان خواب سیستم گرمایشی آن فضاها روشن شود. رفتار نادرست روشن کردن اضافی چراغ‌ها باعث افزایش مقدار برق مصرفی در ساختمان‌های ویلایی نسبت به آپارتمانی می‌شود. بنابراین رفتار اصلاحی روشنایی در یک روز ابری، بر ضرورت کمتر روشن کردن چراغ‌ها و اصلاح الگوی مصرف و تغییر آگاهانه اصلاح رفتارهای

ساکنان به ترتیب اولویت، ۱) رفتن به سمت پر نورتر خانه به عنوان مثال کنار پنجره‌ها، ۲) کنار زدن پرده پنجره‌ها و در نهایت ۳) روشن کردن چراغ‌ها می‌باشد.

## ■ دوره گرم

رفتارهای اصلاحی با توجه به تجزیه و تحلیل‌های صورت گرفته بر اساس نتایج پرسشنامه و مصاحبه در فصل گرم و همچنین جدول شماره ۶ به شرح زیر می‌باشد:

– در مورد نوع تجهیزات سرمایشی، اولویت اول ترجیح استفاده از پنکه‌های سقفی و ایستاده بطور هم‌زمان با باز کردن پنجره‌ها برای ایجاد کوران طبیعی هوا جهت کاهش رطوبت فضای داخل است. اولویت‌های بعدی براساس پیشنهاد شرکت توزیع نیروی برق ایران با توجه به مرطوب بودن این منطقه از کشور به ترتیب شامل ترجیح استفاده از کولرهای گازی اسپلیت اینورتر (کولر گازی کم‌مصرف) به جای کولرهای معمولی به دلیل کاهش مصرف منابع انرژی تا ۳۰ درصد و بالا بردن عمر استفاده از کولر گازی می‌باشد.

– رفتار اصلاحی با در نظر گرفتن معیار شرکت توزیع نیروی برق ایران که دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد را بعنوان دمای بهینه کولر و آسایش در نظر می‌گیرد و همچنین با توجه به تنظیمات فن سیستم‌های سرمایشی به سه طبقه کم، متوسط و زیاد، تنظیم کولرهای گازی بر روی دمای آسایش و رعایت راهکارهای مدیریت مصرف منابع انرژی مانند تنظیم درجه فن کولرها بر روی درجه بالا (حداکثر) می‌باشد. همچنین دقت به برچسب انرژی A و میزان مصرف برق کولر در هنگام خرید، استفاده از پنجره‌های دوجداره یا چندجداره با قاب یوپی‌وی‌سی و شیشه کم‌گسیل به همراه نصب اصولی آنها، جلوگیری از وجود درز و نفوذ هوا از طریق درب‌ها و پنجره‌ها، نصب پنل بیرونی کولرهای گازی دو تکه در سایه و قسمت‌های خنک، نظافت فیلترهای داخلی و عایق کاری لوله‌کشی خارجی کولرهای دو تکه و استفاده از تنظیمات مخصوص کولرهای گازی به منظور کنترل کارکرد بهینه و ممانعت از افزایش مصرف آن و در زمان خرید توجه به کولرهای متناسب با متراژ خانه از جمله راهکارهای کاهش مصرف برق در این دسته از سامانه‌های سرمایشی است.

– در ارتباط نحوه کنترل تجهیزات سرمایشی در طول شبانه‌روز، رفتار اصلاحی بر ضرورت آگاه‌سازی و فرهنگ‌سازی ساکنان، همچنین تغییر اساسی در نگرش و رفتار آنها (ساختار شکنی عادات) و اصرار و تداوم اجرای آن در طولانی‌مدت از طریق آموزش مستقیم یا غیرمستقیم به منظور تحقق پایداری رفتاری در مصرف منابع انرژی می‌باشد.

– در رابطه با استفاده از سیستم روشنایی مصنوعی در طول روز (از ساعت ۶ صبح تا ۱۹ عصر)، رفتار اصلاحی اول نیز توجه بیشتر به طراحی همساز با اقلیم و جهت‌گیری اصولی در ساختمان‌ها به منظور برخورداری از نورهای مناسب جنوبی و شمالی است. این مهم نظارت دقیق‌تر و جدی‌تر مسئولین سازمان نظام مهندسی، گروه‌های تخصصی و کنترل نقشه، همچنین تعامل بیشتر مسئولین شهرداری‌ها با سازمان نظام مهندسی و طراحان معمار و شهرساز استان را می‌طلبد.

در نهایت باید گفت نقش رفتار ساکنان بر مصرف منابع انرژی بسیار پر رنگ است. همچنین عوامل رفتاری و معماری بطور توأمان باعث شدند که هیچ برچسبی به ۸۰/۴۳ درصد ساختمان‌های آپارتمانی و ۹۱/۸۹ درصد ساختمان‌های ویلایی تعلق نگیرد. از اینرو اصلاحات رفتاری متناسب با فصل‌های سرد و گرم، تغییر اولویت‌ها و اصلاح آنها از طریق آموزش مستقیم یا غیرمستقیم پیشنهاد می‌گردد. عبارتی دریافت اطلاعات از رفتارهای سازگاران، ویژگی‌های محیطی، معماری و فردی و جمعیتی ساکنان می‌تواند در راستای بهبود میزان آسایش فضای داخلی و کاهش مصرف منابع انرژی و همچنین مدیریت آن موثر باشد. بنابراین نتایج این پژوهش می‌تواند مرجع مفیدی برای طراحان، مدیران و مجریان ساختمانی جهت افزایش آسایش و رضایت ساکنان باشد و در طراحی محیط سالم مسکونی بر مبنای رویکرد کاربر محور نقش ایفا کند.

1. Active
2. Passive
3. Michael Humphreys
4. Schweiker

## فهرست منابع

- توکلی، الهه و زمردیان، زهرا سادات و تحصیلدوست، محمد و حافظی، محمدرضا. (۱۳۹۸). *ارزیابی اثر رفتار ساکنان بر مقدار مصرف انرژی؛ نمونه موردی: مجموعه مسکونی شهید پاکدل در شهر اصفهان*. نشریه انرژی ایران، ۲۲ (۳): ۷-۲۹.
- رضازاده‌پیلهداربنی، نرگس و حیدری، شاهین و سلطان‌زاده، حسین. (۱۴۰۱). *بررسی رفتارهای سازگارانه حرارتی ساکنان واحدهای مسکونی ویلایی و آپارتمانی شهر رشت در فصل سرد سال*. نقش جهان - مطالعات نظری و فناوری های نوین معماری و شهرسازی، ۱۲ (۴): ۷۰-۹۵.
- رضازاده‌پیلهداربنی، نرگس و حیدری، شاهین و سلطان‌زاده، حسین. (۱۴۰۱). *سازگاری رفتاری ساکنان خانه‌های ویلایی و آپارتمانی شهر رشت در فصل تابستان*. مطالعات معماری ایران، ۱۱ (۲۱): ۱۵۷-۱۳۱.
- رضایی، سهراب و شرقی، علی و مطلبی، قاسم. (۱۳۹۶). *چارچوبی جهت تحلیل عوامل رفتاری مؤثر ساکنان ساختمان‌های مسکونی بر میزان مصرف انرژی*. معماری و شهرسازی پایدار، ۵ (۲): ۵۸-۳۹.
- سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۴۰۱). *ساختمان‌های مسکونی-تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برجسب انرژی. استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۲۵۳*. تهران: سازمان ملی استاندارد ایران.
- صابری، امید و صانعی پریسا. (۱۳۸۱). *معماری با حداقل انرژی*. تهران: شرکت نگاه شرقی سبز.
- عبدالله‌زاده، سیده مهسا و حیدری، شاهین و عینی‌فر، علیرضا. (۱۴۰۰). *بررسی سازگاری حرارتی در آپارتمان‌های اقلیم گرم و خشک: مطالعه آسایش و رفتار حرارتی در آپارتمان‌های شیراز*. نقش جهان - مطالعات نظری و فناوری های نوین معماری و شهرسازی، ۱۱ (۳): ۴۸-۳۳.
- غفاری، شهلا و غفاری، شیلا و صالح، الهام. (۱۳۹۲). *راهکارهای طراحی مسکن در بهینه‌سازی مصرف انرژی شهر تهران*. پژوهش‌های برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری انرژی، ۱۱ (۱): ۱۳۲-۱۱۵.
- کمالی، مهدیس و آزموده، مریم. (۱۴۰۲). *مروری بر تاثیر رفتار ساکنین در میزان مصرف انرژی در ساختمان‌های مسکونی*. سومین کنفرانس بین‌المللی معماری، عمران، شهرسازی، محیط زیست و افق‌های هنر اسلامی در بیانیه گام دوم انقلاب. تبریز: دانشگاه هنر اسلامی تبریز.
- معاونت امور برق و انرژی، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی. (۱۴۰۲). *ترازنامه انرژی سال ۱۴۰۰*. تهران: وزارت نیرو.
- مهدوی‌نژاد، محمد جواد و صانعی، آذین و اسلامی‌راد، نسیم. (۱۳۹۸). *مفاهیم پایه در انرژی و معماری*. تهران: دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.
- نوریان، فرشاد و فتح جلالی، آرش. (۱۳۹۹). *بررسی و تحلیل برنامه‌ریزی کاربری اراضی و شبکه حمل و نقل بر مصرف انرژی در شهر، مورد مطالعاتی: محدوده ۳۵ هکتاری در شهر جدید هشتگرد*. معماری و شهرسازی آرمانشهر، ۱۳ (۳۱): ۲۸۶-۲۷۱.

- Ajzen, Icek. & Brown, Thomas C. & Carvajal, Franklin. (2004). *Explaining the discrepancy between intentions and actions: The case of hypothetical bias in contingent valuation*. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 30(9), 1108- 1121.
- Ajzen, Icek. & Fishbein, Martin. (2005). *The Influence of Attitudes on Behavior*. The handbook of attitudes. (Chap. 5, pp. 173-221). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Andersen, Rune Vinther. & Toftum, Jørn. & Andersen, Klaus Kaae. & Olesen, Bjarne W. (2009). *Survey of occupant behaviour and control of indoor environment in Danish dwelling*. *Energy and Buildings*, 41(1), 11-16.
- Anwar, Ibrahim. & Hikmat, Ali. & Fadeelah, Abuhendi. & Suha, Jaradat. (2019). *Thermal seasonal variation and occupants' spatial behaviour in domestic spaces*. *Building Research & Information*, 48 (4), 364-378.

- D' Oca, Simona. & Corgnati, Stefano P. & Buso, Tiziana. (2014). **Smart meters and energy savings in Italy: Determining the effectiveness of persuasive communication in dwellings.** *Energy Research & Social Science*, 3, 131-142.
- D' Oca, Simona. & Hong, Tianzhen. & Langevin, Jared. (2018). **The human dimensions of energy use in buildings: A review.** *Renewable & Sustainable Energy Review*, 81(1), 731-742.
- Delzendeh, Elham. & Wu, Song. (2017). **The Influence of Space Layout Design on Occupant's Energy Behaviour.** *Lean and Computing in Construction Congress - Joint Conference on Computing in Construction*, 601-608. Heraklion.
- Ebuy, Habtamu Tkubet. & Bril El Haouzi, H. & Benelmir, R. & Pannequin, R. (2023). **Occupant Behavior Impact on Building Sustainability Performance: A Literature Review.** *MDPI sustainability*, 15(3), 1-23.
- Fabi, Valentina. & Andersen, Rune Vinther. & Corgnati, Stefano. & Olesen, Bjarne W. (2012). **Occupants' window opening behaviour: A literature review of factors influencing occupant behaviour and models.** *Building and Environment*, 58, 188-198.
- Hong, Tianzhen. & Taylor-Lange, Sarah C. & D'Oca, Simona. & Yan, Da. & Corgnati, Stefano P. (2016). **Advances in research and applications of energy-related occupant behavior in buildings.** *Journal of Energy and Building*, 116, 694-702.
- Hong, Tianzhen. & Yan, Da. & D'Oca, Simona. & Chen, Chien-fei. (2017). **Ten questions concerning occupant behavior in buildings: the big picture.** *Building and Environment*, 114, 518-530.
- Keyvanfar, Ali. & Shafaghat, Arezou. & Abd Majid, Muhd Zaimi. & Bin Lamit, Hasanuddin. & Warid Hussin, Mohd. & Binti Ali, Kherun Nita. & Dhafer Saad, Alshahri. (2014). **User satisfaction adaptive behaviors for assessing energy efficient building indoor cooling and lighting environment.** *Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier*, 39(C), 277-295.
- Korsavi, Sepideh Sadat. & Montazami, Azadeh. & Brusey, James. (2018). **Developing a Design Framework to Facilitate Adaptive Behaviours.** *Energy & Buildings*, 179, 360-373.
- Lopes, Marta A. R. & Antunes, Carlos Henggeler. & Martins, Nelson. (2012). **Energy behaviours as promoters of energy efficiency: A 21st century review.** *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(6), 4095-4104.
- Montenegro, J.G.C & Zemerero, B.R. & De Souza, A.C.D.B. & Tostes, M.E & Bezerra, U.H. (2021). **Building Information Modeling approach to optimize energy efficiency in educational buildings.** *Building Engineering*, 43, 1-14.
- Schweiker, Marcel. & Shukuya, Masanori. (2009). **Comparison of theoretical and statistical models of air-conditioning-unit usage behaviour in a residential setting under Japanese climatic conditions.** *Building and Environment*, 44 (10), 2137-2149.
- Schweiker, Marcel. (2010). **Occupant behaviour and related reference levels for heating and cooling,** Supervisor: Masanori Shukuya, Ph.D. Thesis, Yokohama: Tokyo City University.
- Stazi, Francesca. & Naspi, Federica. (2018). **Impact of occupants' behaviour on Zero-Energy Building.** Switzerland: Springer cham, Briefs in Energy.
- URL 1: Behsa. (2023). **Energy Label.** Retrieved December 28, 2024, from <https://www.behsa.ir/index.php/energy-tip/194-energy-label>.
- Yoshino, Hiroshi & Hong, Tianzhen. & Nord, Natasa. (2017). **EBC IEA. Annex 53- Total energy use in buildings-Analysis and evaluation methods.** *Energy and Buildings*.152, 124-136.