مجلّهٔ جغرافیا و توسعهٔ فضای شهری، سال پنجم، شمارهٔ ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۷، شمارهٔ پیاپی ۸

DOI: 10.22067/gusd.v5i1.61323

تحلیل رابطه میان فرم شهر و مصرف انرژی در بخش مسکن (مورد مطالعه بابلسر)

عامر نیک پور (استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران، نویسنده مسئول)
a.nikpour@umz.ac.ir
صدیقه لطفی (استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران)
s.lotfi@umz.ac.ir
مرتضی رضازاده (دانش آموختهٔ کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران)
mortezarezazadeh23@gmail.com
فاطمه الهقلی تبار نشلی (دانش آموختهٔ کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران)
fatemeh_nesheli@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹٦/۰٤/۲۲ تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۰۳/۲۱

صص ۹۲-۷۱

چکیده

امروزه اهمیت و نقش انرژی در زندگی، توسعه و پیشرفت جوامع، آشکارتر از همیشه است و در عین حال منابع و انواع انرژی های مورد استفاده بشر در معرض دگرگونی‌های بسیار جدی است. فرم شهری از طریق تـأثیر در مصـرف زمـین، پراکندگی محل سکونت، کیفیت محیط مسکونی، میزان مصرف انرژی و میزان سفرهای روزانه بـر روی محـل سـکونت انسان و اکوسیستم محیط تاثیرگذار است. هدف این مطالعه تحلیل رابطه میان فرم ساختمان و شهر با مصرف انرژی است. پژوهش از لحاظ ماهیت، توصیفی_تحلیلی و بنابر هدف کاربردی است. روش گردآوری اطلاعـات در ایـن پـژوهش بـه صورت کتابخانه‌ای، اسنادی و پیمایشی می‌باشد. جامعه آماری این پژوهش واحدهای مسکونی شـهر بابلسـر مـی باشـد. تعداد نمونه های مورد نظر، جهت بررسی میزان مصرف انرژی، ۳۷۵ واحد مسکونی موجود در محلات مختلف شهر می-باشد. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات این پژوهش از نرم‌افزارSPSS و GIS بهره گرفته شده است. به منظور طبقه بنـدی فرم محلات با توجه به ابعاد شش گانه‌ی تراکم، اتصال، ترکیب کاربری‌ها، تمرکـز، دسترسـی بـه زیرسـاخت‌هـا و میـزان مالکیت اتومبیل، از روش مجموع ساده وزنی (SAW) استفاده شد. نتایج حاصل از بررسی رابطه بین مصـرف انـرژی در ساختمان‌ها و فرم شهری نشان داد که رابطه معناداری بین مصرف انرژی و فرم ساختمان وجود دارد و یافته‌ها نشان داد که اگر در فرم فشرده، بافت فرسوده غالب نباشد میزان مصرف انرژی بسیار کمتر از سایر فرم‌هاست.

کلیدواژه‌ها: بابلسر، فرم ساختمان، فرم شهر، مصرف انرژی.

۱. مقدمه

۱. ۱. طرح مسئله

امروزه اهمیت و نقش انرژی در زندگی و توسعه و پیشرفت جوامع، آشکارتر از همیشه است و در عین حال، همواره منابع و انواع انرژی‌های مورد استفاده بشر در معرض دگرگونی‌های بسیار جدی است (کوران، ۱۳۷۳، ص.۱۳٤). مسأله انرژی در کشور ما سال‌ها مورد توجه درخور نبوده و یارانه‌های آشکار و پنهان دولتی همواره ما را از توجه واقعی به ارزش انرژی در اشکال مختلفش باز می‌داشته است. با این وجود، سرعت رشد مصرف داخلی انرژی، به حدی است که با روند موجود توسعه منابع نفتی شاید با گذشت چند سال و اندی دیگر قادر به صادرات نفت نباشیم. این در حالی است که بخش ساختمان نیز بیش از یک سوم انرژی مصرفی کشور را به خود اختصاص داده است و سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی، بزرگترین مصرف‌کنندگان انرژی در ساختمان به شمار می‌روند (فتحیان پور، ۱۳۸۵، ص.۲). با این وجود ساختمان‌های مسکونی ایران اغلب ساختاری قدیمی داشته و فاقد سیستم های کنترلی و مدیریتی انرژی هستند (فرخزاد ارشاد، ۱۳۸۷، ص.۱۲).

امروزه با تغییر الگوی زندگی و ساختار خانواده-ها، نیاز افراد به فضاهای مسکونی، پیوسته در حال تغییر و دگرگونی است؛ به این ترتیب خانه دیروز خانواده دیگر مناسب فردای او نیست. خانه باید با تغییر شرایط ساکنان، با کمترین هزینه و در کوتاهترین زمان با شرایط جدید منطبق شود و دامنه وسیع‌تری از نیازهای گوناگون ساکنان را پاسخگو باشد (خان محمدی و همکاران، ۱۳۹۲، ص.۳). مقوله پایداری از جمله مباحثی است که امروزه بسیار شنیده می‌شود؛ کیفیت بالای مسکن می‌تواند در دستیابی به پایداری شهری نقش مهمی ایفا کند. از طرفی دیگر موفقیت در احداث و بهره‌برداری از مسکن پایدار نیازمند ارزیابی دقیق از کیفیت وضع موجود می‌باشد (ملکی و همکاران، ۱۳۹۱، ص.۲). تاکنون بیشتر چارچوب-های سنجش و ارزیابی پایداری و همچنین متغیرها و شاخص‌های سنجش پایداری متمرکز بر سطوح مختلف بین‌المللی، ملی، منطقه‌ای و شهری بوده است، در حالی که بهترین مقیاس برای سنجش پایداری، سطح محلی می‌باشد (ویلسون و همکاران، ۲۰۰۹، ص.۱۲). محله‌های شهری به مثابه کوچکترین واحد سازمان فضایی شهر، در پایداری شهری نیز نقشی اساسی ایفا می‌کنند (یزدی، کیانی، جواهری،۱۳۹۱، ص.۲۲۵). می‌توان گفت که مفهوم توسعه پایدار در مقیاس محله هنوز به قطعیت روشنی نرسیده و ابعاد آن مورد بررسی و تجزیه و تحلیل‌های جدی قرار نگرفته است. این در حالی است که محله‌های شهری مکان های هستند که ابعاد مسائل در آنها کاملاً محسوس است (عزیزی، ۱۳۸۵، ص.۳۷). فرم شهری نیز بطور مستقیم و غیر مستقیم بر روی این ابعاد تاثیرگذار بوده و به آنها جهت می‌دهد. تاثیر متقابل بین سیستم های انرژی و ساختار شهری در همه سطوح از تک بناها گرفته تا کل منطقه وجود دارد. در تمام این سطوح، برنامه‌ریزی پیش‌نگرانه و کنترل توسعه می‌توانند در این تاثیر متقابل نقش موثری ایفا کنند. با توجه به بالا بودن میزان مصرف

انرژی در بخش مسکونی و لزوم دستیابی به فرم پایدار (فرم شهر و فرم ساختمان) در بهینه‌سازی مصرف انرژی، در این تحقیق سعی خواهد شد تا به این سوال پاسخ داده شود: آیا رابطه ای بین فرم شهر و میزان مصرف انرژی در بخش مسکونی وجود دارد؟

۱ .۲. پیشینه پژوهش و مبانی نظری

– اوینگ و فانگ رانگ (۲۰۰۸)[1] در مقاله ی "تاثیر فرم شهری بر استفاده ی انرژی مسکونی در ایالات متحده" بیان می‌کنند که درحالی‌که تاثیر فرم شهری بر مصرف انرژی‌ای که توسط حمل و نقل انجام می‌گیرد به طور گسترده‌ای مورد مطالعه قرار گرفته، تأثیر آن بر استفاده انرژی مسکونی به طور گسترده‌ای مورد مطالعه قرار نگرفته است. این مقاله یک چارچوب مفهومی از ارتباط فرم شهری با انرژی مصرفی مسکونی را با استفاده از ۳ مسیر ارائه می‌دهد: اتلاف انتقال برق و توزیع آن، انرژی مورد نیاز برای ساختمان‌های مختلف، گرمایش و سرمایش مورد نیاز برای فضا در ارتباط با جزایر گرمایی شهر. ۲ روش از این ۳ روش می‌تواند با اطلاعات ملی در دسترس مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد، سپس سایر عوامل تاثیرگذار کنترل می‌شوند، ساکنان بخش‌های گسترده (بخش‌هایی که شهرها به صورت پراکنده در آن مکان‌یابی شدند) به احتمال بیشتری در خانه‌های تک‌خانواری در مقایسه با بخش‌های فشرده زندگی می‌کنند و همچنین به احتمال زیاد در خانه‌های بزرگ زندگی می‌کنند. هر دوی این امر (خانه‌های تک-خانواری و بزرگ) منجر به استفاده انرژی بیشتر می-شود. به دلیل اثر جزیره گرمایی شهر، ساکنان بخش‌های گسترده (پراکنده) در سراسر کشور به طور متوسط هزینه‌ی انرژی مسکونی کمتری نسبت به بخش های فشرده می‌پردازند.

– ترابی(۱۳۹۲) در مقاله ی با عنوان "بررسی پارامترهای مؤثر در میزان مصرف انرژی در بخش مسکونی در ایران" با استفاده ازیک نرم افزار[2] اثر پارامترهایی چون تنوع مصالح در دیوارهای خارجی، عایق‌کاری دیوارهای خارجی، تنوع مصالح درسقف، عایق‌کاری سقف، انواع شیشه و اندازه پنجره‌ها در بار حرارتی و میزان مصرف انرژی ساختمان در ماه‌های سرد سال در یک ساختمان حقیقی در شرایط آب و هوایی شهر تهران بررسی کرده است.

– کرمانی، ماجدی و ذبیحی (۱۳۹۲) در مقاله ی "عوامل موثر بر پایداری مصرف انرژی در ساختمان-ها " به ارزیابی مولفه‌های کالبدی شهری موثر بر مصرف انرژی محلات و ساختمان‌ها با کمک فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی[3] در محله ی مینو در شهر قزوین به عنوان نمونه موردی که یکی از محلات نوساز و طراحی‌شده می‌باشد، پرداخته‌اند. نتایج حاصله حاکی از ناپایداری محله مینودر قزوین و بی‌توجهی به شرایط اقلیمی شهر قزوین در طراحی محله بوده است و در آخر به بیان راهکارها و سیاست‌های کلی در جهت بهبود محله مینودر پرداخته‌اند.

تعریف فرم هیچ‌گاه آسان نبوده است و به همین دلیل همیشه متناسب با نوع کاربردش تعریف می-

1. Reid ewing&, Fang rong

2. Method A Simplified Energy Analysis ASEA
3. AHP

شود، در تعریف کلی آن آمده، الگوی توزیع فضایی فعالیت‌های انسان در دوره‌ی خاصی از زمان (آندرسن[1]، ۱۹۹٦، ص.۸). پژوهشگری به نام هندی[2]، فرم شهری را ترکیبی از ویژگی‌های مربوط به الگوی کاربری اراضی، سیستم حمل و نقل و طراحی شهری می‌داند (سیف‌الدینی و همکاران، ۱۳۹۱، ص.۱۵۷). کوین لینچ[3] (۱۹۸۱) نیز، فرم شهری را الگوی فضایی عناصر کالبدی بزرگ، ساکن و دائمی در شهر تعریف می‌کند(همان منبع). در مجموع می‌توان گفت، فرم شهری نتیجه گردهم آمدن مفاهیم و عناصر متعددی از ساختار شهر است (جابارن[4]، ۲۰۰٦، ص.۳۹).

سهم بالایی از مصرف انرژی در شهرها به ساختمان ها مربوط می‌شود، برای نمونه در بریتانیا برآورد می‌شود که مصرف انرژی در ساختمان‌ها شامل حدود ۲۹ درصد از کل مصرف انرژی است، درحالی که همین میزان برای بخش حمل و نقل عددی معادل ۳۷ درصد است. این واقعیت، انگیزه‌ای اساسی در تدوین سیاست‌های پایداری بریتانیا محسوب می‌شود که دولت طی آن از بخش ساخت وساز و نظام برنامه‌ریزی کشور انتظار دارد که تا سال ۲۰۱٦ تمامی ساختمان‌های جدید را به‌گونه‌ای طراحی و اجرا کند که فاقد هرگونه انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از مصارف خانگی باشند. روابط بالقوه‌ای بین مصرف انرژی خانگی و تاثیر آن بر فرم شهری از جهت الگوی تراکم سکونتی، جانمایی عناصر شهری و سایر موارد دیگر دیده می‌شود. تراکم به نوع و الگوی مسکن ارتباط پیدا می‌کند. نکته اینجا است که اگر همه ما در آپارتمان‌ها و خانه‌های ردیفی با تراکم بالا زندگی کنیم، تاثیر آن بر مصرف انرژی چگونه خواهد بود و در حقیقت چه ارتباطی بین الگوی مصرف انرژی با اندازه خانه وجود خواهد داشت؟ فرم شهری نیز بر شیوه زندگی خانوارها (برای مثال به دلیل اجبار به کار در منزل به دلیل فاصله زیاد تردد شهری) تأثیر دارد که این امر به صورت بالقوه می‌تواند بر الگوی مصرف انرژی (عدم تردد روزانه شهری) تاثیرگذار باشد (کیت باکر و همکاران، ۲۰۱۳ به نقل از رفیعیان، ۱۳۹۱، ص.۲۲۰). به طور کلی می‌توان اذعان کرد که مطالعات مرتبط با سنجش ارتباط میان فرم شهری و الگوی مصرف انرژی هنوز در سطح آن چه می‌توان آن‌ها را جنبه-های محلی موثر بر الگوی فرم شهری نامید، مانند فرم فیزیکی ساختمان‌ها هم چون اندازه زیربنا و عرصه بنا، تعداد طبقات و نوع واحدهای مسکونی مانند خانه های مستقل، نیمه مستقل و ردیفی و غیره همچنان در مراحل اولیه قرار دارند (پرکایندز[5]، ۲۰۰۲). البته چنین جنبه‌هایی در کل به ابعاد تراکم و مورفولوژی شهری نیز مرتبط می باشند. با توجه به این نکته که ساختمان‌ها هیچ وقت صد در صد عایق بندی نیستند، مصرف انرژی و کارایی ساختمان ها نیز بی شک به فرم فیزیکی آن ها مرتبط است. مصرف انرژی با توجه به از دست رفتن گرما به دلیل نوع اسکلت ساختمان، مسئله ای کاملا شناخته شده است و در

1. Anderson
2. Handi
3. Kevin andrew lynch
4. Jabareen
5. Perkayndz

صورت یکسان بودن تاثیر دیگر عوامل، مبنای بالقوه مفیدی برای پیش‌بینی و مقایسه الگوی مصرف انرژی در ساختمان‌ها می‌باشد(یاناس[1]، ۱۹۷۲ و مارتین[2]، ۱۹۹٤). در این پژوهش ابعاد مختلف فرم شهر و فرم ساختمان مورد بررسی قرار گرفته است. اکثر پژوهش‌های حاضر در این حوزه، میزان تاثیرگذاری عنصر فرم شهر و فرم ساختمان در میزان مصرف انرژی را به صورت مستقل و جدا از هم مورد ارزیابی و تحلیل قرار دادند. این در حالی است که در پژوهش حاضر، ابعاد هر دو نوع فرم تاثیرگذار (فرم شهر و فرم ساختمان) بر میزان مصرف انرژی به صورت مقایسه‌ای مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفته است.

۲. روش شناسی تحقیق

۲. ۱. روش تحقیق

نوع تحقیق حاضر کاربردی می‌باشد و در تدوین این تحقیق از روش‌های توصیفی_تحلیلی و اسنادی_پیمایشی استفاده شده است. از روش اسنادی، مطالعه‌ی کتابخانه‌ای برای جمع‌آوری دیدگاه‌ها، نظریات و تجربیات موجود استفاده خواهد شد. داده‌های مربوط به میزان مصرف انرژی و کیفیت ساختمان از طریق پرسشنامه گردآوری شده است.

روش نمونه‌گیری در این پژوهش، به صورت خوشه‌ای چند مرحله‌ای است بدین صورت که پرسشنامه‌ها به طور تصادفی در بین شهروندان هر محله بر اساس تعداد مساکن هر محله، پخش شده است. برای تعیین حجم نمونه با توجه به نامحدود بودن جامعه آماری از فرمول کوکران استفاده شده است و حجم نمونه بدست آمده ۳۷۵ نمونه می‌باشد. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات این پژوهش از نرم-افزار(SPSS) و (GIS) بهره گرفته شده است.

برای طبقه بندی فرم محلات شهر از مدل مجموع ساده وزنی۳ استفاده شده است. و همچنین برای تبدیل مصرف برق و گاز به واحد انرژی از رابطه: هر یک کیلو وات ساعت برابر است با۱۰٦*۳/٦ ژول برای مصرف برق و با توجه به رابطه $J=Pa*m^3$ و این نکته که فشار گاز شهری معادل ۱/٤ پوند بر اینچ مربع می‌باشد و اینکه هر پوند بر اینچ مربع تقریباً برابر است با ٦۸۹٤/۷۵۲۹ پاسکال، فشار گاز شهری برابر می‌شود با ۱۷۲۳/٦۸۹۳ پاسکال استفاده شده است. همچنین برای تحلیل رابطه میان فرم و انرژی از آزمون‌های آماری ضریب همبستگی پیرسون، آزمون t دونمونه ای مستقل و آنوا استفاده شده است.

۲. ۲. متغیرها و شاخص‌های تحقیق

در این تحقیق شاخص‌ها و متغیرهای متعددی برای تعیین فرم شهر و ساختمان به کار گرفته شد که عبارتند از: تراکم ناخالص مسکونی، تراکم کلی مسکونی، تراکم ساختمانی، تراکم بلوک، تراکم خیابان، نسبت شبکه ارتباطی کل، تراکم تقاطع، نسبت گره‌های متصل، نسبت ارتباطات به گره، اختلاط کاربری، تمرکز اشتغال، تمرکز جمعیت، تمرکز مسکونی، تمرکز ساختمانی، برق، گاز، آب، تلفن، نسبت مالکیت اتومبیل، تعداد اعضای خانوار، تعداد

1. Yanas
2. Martin
3. simple additive weighting

طبقات، تعداد واحد، تعداد اتاق، تعداد پنجره، نوع واحد مسکونی، نوع مالکیت، نوع پنجره، نوع دیوار، عایق بندی دیوار، مساحت زیربنا، طبقه سکونت، عمر ساختمان، اسکلت ساختمان، نوع عایق پشت بام، جهت نما، نحوه ارتباط واحد مسکونی با فضای اطراف.

۲. ۳. محدوده مورد مطالعه

قلمرو مکانی این تحقیق، شهر بابلسر در استان مازندران از توابع شهرستان بابلسر است. شهر بابلسر دارای مساحتی بالغ بر ۱۹۱۹ هکتار و جمعیتی بالغ بر ۵۹۹٦٦ نفر می‌باشد (شهردار بابلسر و سالنامه آماری مازندران، ۱۳۹۵). این شهرستان در قسمت مرکزی استان قرار گرفته و از شمال به دریای خزر، از جنوب به شهرستان بابل، از شرق به شهرستان جویبار و از غرب به شهرستان فریدونکنار محدود شده است. در دوره رضاشاه با احداث میادین، خیابان‌ها و ساختمان‌های دولتی، گسترش شهر در امتداد محور رودخانه بابلرود و در دو سوی آن صورت گرفت.

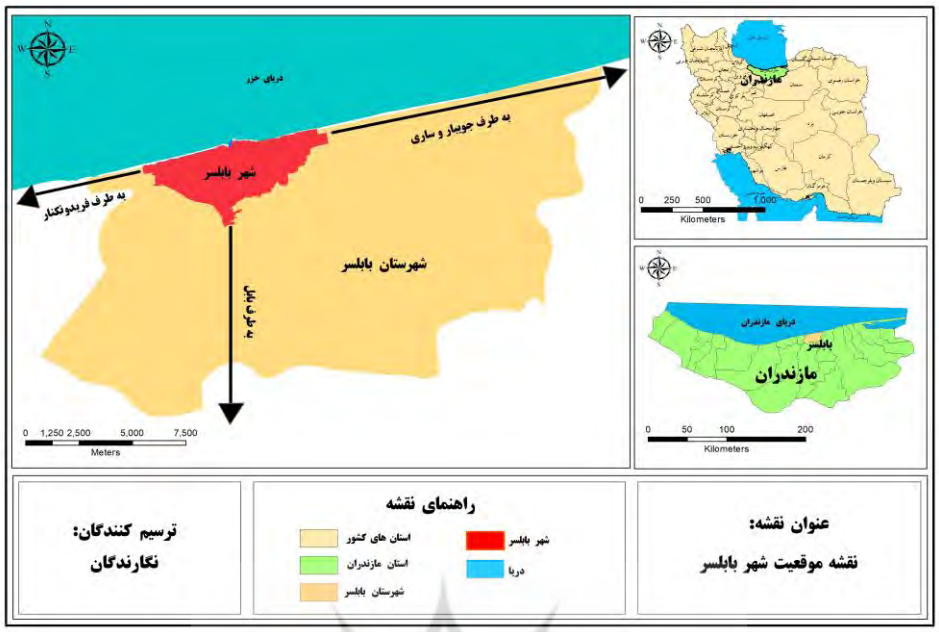
به طور کلی سه عامل عمده در توسعه کالبدی شهر بابلسر تأثیر مستقیم داشته‌اند که عبارتند از: رودخانه بابلرود، دریای خزر، شبکه ارتباطی جاده‌ای یا محورکناره و محور ارتباطی بابلسر به بابل. نتیجه و برآیند این سه عامل گسترش کالبدی شهر به اطراف بخش مرکزی و در محورهای جنوبی و غربی- شرقی را سبب شده است. این شهر دارای محلات بیست و دو گانه می‌باشد. شبکه خیابان‌های اصلی شهر، به صورت شعاعی در امتداد سه محور خروجی شهر در مرکز شهر به هم می‌پیوندند و این در حالی است که این خطوط مربوط به دوره پهلوی اول بود و تناسبی با وضعیت امروزی شهر به لحاظ جمعیت و فعالیت ندارد (قدمی و همکاران، ۱۳۹۰، ص.۱۳۵).

در دوره اخیر(۱۳۹۵) از میزان رشد جمعیت به شدت کاسته شده است ولی مساحت شهر نسبت به دو دوره‌ی گذشته افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته است. که به دلیل گسترش شهر در محله‌های شرقی شهر و اضافه شدن روستا میاندشت به محدوده شهر بابلسر می‌باشد.

جدول ۱. جمعیت و مساحت شهر بابلسر در طی دوره های ۹۵-۱۳۳۵

سال	جمعیت	مساحت(هکتار)	رشد جمعیت (درصد)	رشد مساحت(درصد)
۱۳۳۵	۷۲۳۷	٦۰/۳۰	*	*
۱۳٤۵	۱۱۷۸۱	۲٤٤/۰٦	٤/۹۹	۱۳/۵۸
۱۳۵۵	۱۸۸۱۰	۷٦۷/٤٤	٤/۷۹	۱۲/۱٤
۱۳٦۵	۲۸۵۸۹	۱۱۷۳	٤/۲۷	٤/۳۳
۱۳۷۵	۳۸٦٤٤	۱۳۵٤	۳/۰۵	۱/٤٤
۱۳۸۵	۵۰۰۳۲	۱٦۵۰/۱۳	۲/٦۱	۱/۹۹
۱۳۹۰	۵۰٤۷۷	۱۸۸۷/۰۳	۰/۱۸	۲/۷۲
۱۳۹۵	۵۹۹٦٦	۱۹۱۹	۲/٦	۰/۳٤

ماخذ: (سرشماری عمومی نفوس و مسکن مرکز آمار ایران ۱۳۹۵-۱۳۳۵)



شکل ۱. موقعیت شهر بابلسر

۳. یافته‌های پژوهش

۳. ۱. تعیین فرم محلات شهر بابلسر

به منظور ارزیابی و تعیین فرم محلات شهر از شش شاخص اصلی فرم یعنی تراکم، اتصال، ترکیب کاربری ها، تمرکز، دسترسی به زیرساخت ها و مالکیت اتومبیل استفاده شده است. هرکدام از این شاخص‌ها به زیر شاخه‌هایی تقسیم می‌شوند که در جدول زیر به تفصیل به آن پرداخته شده است.

جدول ۲. شاخص های تعیین فرم شهر

شاخص	زیرشاخص	نحوه محاسبه	توضیحات
تراکم	تراکم ناخالص مسکونی	$PD = \frac{\text{جمعیت منطقه } i}{\text{مساحت منطقه } i}$	به معنای جمعیت در واحد سطح و معمولاً نفر در هکتار است. به طور معمول این شاخص را در قلمرو شهر یا مناطق درون شهری تراکم ناخالص مسکونی نیز می‌گویند. این شاخص حاصل تقسیم جمعیت بر مساحت جغرافیایی مورد نظر(ناحیه، شهر، محله) می‌باشد.
	تراکم کلی مسکونی	$TRD = \frac{\text{تعداد واحدهای مسکونی منطقه } i}{\text{مساحت منطقه } i}$	این شاخص، حاصل تقسیم تعداد واحدهای مسکونی منطقه مورد نظر بر مساحت جغرافیایی همان منطقه می‌باشد.
	تراکم ساختمانی	$FAR = \frac{\text{مساحت زیربنا (درطبقات)}}{\text{مساحت منطقه } i}$	تراکم ساختمانی برابر است با نسبت سطح زیربنای ساختمان (در تمام طبقات) به مساحت قطعه زمین.
اتصال	تراکم بلوک	$C = \frac{\text{تعداد بلوک منطقه } i}{\text{مساحت منطقه } i}$	منظور، تعداد بلوک‌های شمارش شده در هر هکتار می باشد. هرچه تعداد بلوک‌های شمارش شده در هرهکتار از منطقه مورد نظر بیشتر باشد اتصال‌پذیری بالاتر را نشان می‌دهد.

ادامه جدول ۲

شاخص	زیرشاخص	نحوه محاسبه	توضیحات
	تراکم خیابان	$C = \frac{\text{مساحت شبکه ارتباطی منطقه i}}{\text{کل مساحت منطقه i}}$	منظور نسبت مساحت شبکه ارتباطی منطقه مورد نظر به کل مساحت منطقه مورد نظر می‌باشد. عدد بالاتر نشان‌دهنده خیابان های بیشتر است و با تراکم بالاتر خیابان، اتصال‌پذیری بالاتر خواهد بود.
	نسبت شبکه ارتباطی کل	$C = \frac{\text{مساحت شبکه ارتباطی منطقه i}}{\text{کل مساحت شبکه ارتباطی}}$	منظور، نسبت مساحت خیابان منطقه i به کل مساحت خیابان شهر می-باشد. هرچقدر مقدار این نسبت بالاتر باشد سهم منطقه از کل شبکه ارتباطی شهر بیشتر است.
	تراکم تقاطع	$C = \frac{\text{تعداد تقاطع منطقه i}}{\text{مساحت منطقه i}}$	تعداد تقاطع‌های (گره‌های واقعی یعنی تقاطع سه راه یا چهار راه نه انتهای کوچه‌های بن‌بست) شمارش شده در هر واحد سطح (مانند هکتار). عدد بالاتر تقاطع‌های بیشتر و احتمالاً اتصال بالاتر را نشان خواهد داد.
	نسبت گره های متصل	$C = \frac{\text{تعداد گره های منطقه i}}{\text{تعداد کل گره ها}}$	منظور، تعداد گره‌های واقعی تقسیم بر تعداد کل همه گره‌هاست، یعنی تعداد تقاطع خیابان‌ها تقسیم بر تعداد تقاطع‌ها به اضافه بن‌بست‌ها. هرچه این مقدار بالاتر باشد، نشان می‌دهد و از لحاظ فرض علمی، یک سطح بالاتر از اتصال وجود دارد.
	نسبت ارتباطات به گره	$C = \frac{\text{تعداد ارتباطات بخش منطقه i}}{\text{تعداد گره ها}}$	معادل مساحت ارتباطات بخش بر تعداد گره‌ها (تقاطع‌ها و یا انتهای یک بن‌بست) در سطح محدوده مورد مطالعه می‌باشد.
اختلاط	**اختلاط کاربری**	آنتروپی شانون $H_1 = \frac{-\sum_{i=1}^{s}(p_i) * \ln(p_i)}{\ln(m)}$	روش نسبت مساحت کاربری‌ها با استفاده از شاخص آنتروپی شانون استفاده شده است. شاخص آنتروپی روشی برای اندازه‌گیری تغییرات، پراکندگی یا تنوع است و نشان‌دهنده‌ی مقداری است که کاربری‌ها به صورت ناهمگن در یک محله توزیع یا پخش شده‌اند. مقدار صفر نشان-دهنده همگونی است و وقتی اتفاق می‌افتد که تمام کاربری‌های در منطقه از یک نوع باشند. مقدار ۱ به معنی ناهمگونی کامل است؛ یعنی منطقه مورد نظر توسط کاربری‌ها مختلف دارای توزیع یکنواخت است.
تمرکز	تمرکز اشتغال	$CP = \frac{\text{تعداد شاغلین منطقه i}}{\text{کل شاغلین شهر}}$	منظور نسبت شاغلین منطقه به کل شاغلین شهر می‌باشد. مقدار این شاخص بین ۰ تا ۱ می باشد. هرچه عدد به دست آمده برای هر منطقه یه یک نزدیک تر باشد نشانه تمرکز آن متغیر در سطح مورد نظر است و هرچه این عدد به صفر نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده پراکندگی متغیر در سطح جغرافیایی مورد مطالعه می‌باشد.
	تمرکز جمعیت	$CP = \frac{\text{تعداد جمعیت منطقه i}}{\text{کل جمعیت شهر}}$	معادل نسبت تعداد جمعیت هر منطقه به کل جمعیت شهر می‌باشد.
	تمرکز مسکونی	$CP = \frac{\text{تعداد مسکن منطقه i}}{\text{کل مساکن شهر}}$	عبارت است از نسبت تعداد مسکن هر منطقه به کل مسکن شهر مورد نظر.

ادامه جدول ۲

شاخص	زیرشاخص	نحوه محاسبه	توضیحات
تمرکز	تمرکز ساختمانی	$CP = \frac{\text{مساحت زیربنای منطقه i}}{\text{کل مساحت زیربنای شهر}}$	نسبت زیربنای ساختمانی هر منطقه به کل زیربنای ساختمانی شهر را تمرکز ساختمانی گویند.
دسترسی به زیرساخت ها	برق	$A = \frac{\text{تعداد مشترکین برق منطقه i}}{\text{کل خانوار منطقه i}} \times 100$	منظور نسبت مشترکین برق منطقه مورد نظر به کل خانوار منطقه مورد نظر می باشد. اگه عدد به دست آمده ضرب در ۱۰۰ شود درصد دسترسی به برق در منطقه مورد نظر به دست می‌آید.
	گاز	$A = \frac{\text{تعداد مشترکین گاز منطقه i}}{\text{کل خانوار منطقه i}} \times 100$	منظور نسبت مشترکین گاز منطقه مورد نظر به کل خانوار منطقه مورد نظر می‌باشد. اگه عدد به دست آمده ضرب در ۱۰۰ شود درصد دسترسی به گاز در منطقه مورد نظر به دست می‌آید.
	آب	$A = \frac{\text{تعداد مشترکین آب منطقه i}}{\text{کل خانوار منطقه i}} \times 100$	منظور نسبت مشترکین آب منطقه مورد نظر به کل خانوار منطقه مورد نظر می باشد. اگه عدد به دست آمده ضرب در ۱۰۰ شود درصد دسترسی به آب در منطقه مورد نظر به دست می‌آید.
	تلفن	$A = \frac{\text{تعداد مشترکین تلفن منطقه i}}{\text{کل خانوار منطقه i}} \times 100$	منظور نسبت مشترکین تلفن منطقه مورد نظر به کل خانوار منطقه مورد نظر می باشد. اگه عدد به دست آمده ضرب در ۱۰۰ شود درصد دسترسی به تلفن در منطقه مورد نظر به دست می‌آید.
نسبت مالکیت اتومبیل	نسبت مالکیت اتومبیل	$O = \frac{\text{تعداد خانوار مالک اتومبیل منطقه i}}{\text{کل خانوار منطقه i}}$	عبارت است از تعداد خانوار مالک اتومبیل منطقه تقسیم بر کل خانوار منطقه.

مأخذ: (صرافی،۱۳۹۳؛ عزیزی،۱۳۸۳؛ مشکینی،۱۳۹۳؛ حکمت نیا و موسوی،۱۳۹۰؛ لطفی و بختیاری،۱۳۹۲؛ Ewing, 2002)

۳. ۲. مدل مجموع ساده وزنی[1] برای طبقه بندی فرم شهر

این مدل یکی از ساده‌ترین روش‌های تصمیم-گیری چند شاخصه می‌باشد. با محاسبه اوزان شاخص‌ها می‌توان به راحتی از این روش استفاده کرد. تعیین فرم محلات بر اساس ۱۹ شاخص و طبق مراحل زیر انجام شده است:

۱) تعیین ماتریس تصمیم باتوجه به شاخص‌ها وگزینه‌ها

۲) کمی کردن ماتریس تصمیم‌گیری

۳) بی‌مقیاس‌سازی مقادیر ماتریس تصمیم‌گیری

٤) تعیین وزن شاخص‌ها بااستفاده ازآنتروپی

۵) ضرب ماتریس بی‌مقیاس‌شده در اوزان شاخص-ها

1. SAW

٦) انتخاب بهترین گزینه (A^*)

$$A*= \left\{ A \mid Max \sum_{j=1}^{n} n_{ij} w_j \right\} \quad (1)$$

بعد از انجام مراحل بالا امتیاز هر یک از محلـه هـا محاسبه شده است، بـراین اسـاس هـر چقـدر میـزان امتیاز افزایش می‌یابد فرم محله فشـرده‌تـر و هرچقـدر میزان امتیاز پایین‌تر باشد فرم محله پراکنـده‌تـر اسـت، بنابراین محله همت آبـاد بیشـترین امتیـاز (۰/۵۵۱) و محله علی‌آباد میرکمترین امتیاز(۰/۰۵٦) را در بـین ۲۲ محله بابلسر به خود اختصاص داده اند.

جدول ۳. امتیاز مدل مجموع ساده وزنی در سطح محلات بابلسر

ردیف	نام محلات	مجموع ساده وزنی SAW	رتبه	ردیف	نام محلات	مجموع ساده وزنی SAW	رتبه
۱	پارکینگ ها	۰/۱۰۹۰	**۳**	۱۲	علوم پایه	۰/۰۵۷۸	**۲۱**
۲	کتی بن	۰/۰۸۹۷	**۱۴**	۱۳	شهرک آزادگان	۰/۰۹۲۳	**۱۲**
۳	میاندشت	۰/۰۶۹۴	**۱۸**	۱٤	شهرک ساحلی	۰/۱۳۲۰	**۲**
٤	جوادیه	۰/۰۸۹۸	**۱۳**	۱٥	شهرک دانشگاه	۰/۱۰۵۲	**۶**
٥	همت آباد	۰/۱۲۸٥	**۱**	۱٦	یور محله بالا	۰/۰۹۷۴	**۸**
٦	بی بی سرروزه	۰/۰۸۷۰	**۱٥**	۱۷	یور محله	۰/۱۰۵۴	**۴**
۷	بازار محله	۰/۰۹٥۰	**۱۰**	۱۸	شهرک قائم	۰/۱۰۰۱	**۵**
۸	سادات محله	۰/۱۰۴۸	**۷**	۱۹	کاظم آباد	۰/۰۹٥۳	**۹**
۹	ولیعصر	۰/۰۷۴۴	**۱۷**	۲۰	جواهری	۰/۰۶۶٥	**۱۹**
۱۰	نخست وزیری	۰/۰۶٥۶	**۲۰**	۲۱	شهدا محله	۰/۰۹۴۹	**۱۱**
۱۱	علی آباد میر	۰/۰٥۶۸	**۲۲**	۲۲	قائمیه	۰/۰۷۶۱	**۱۶**

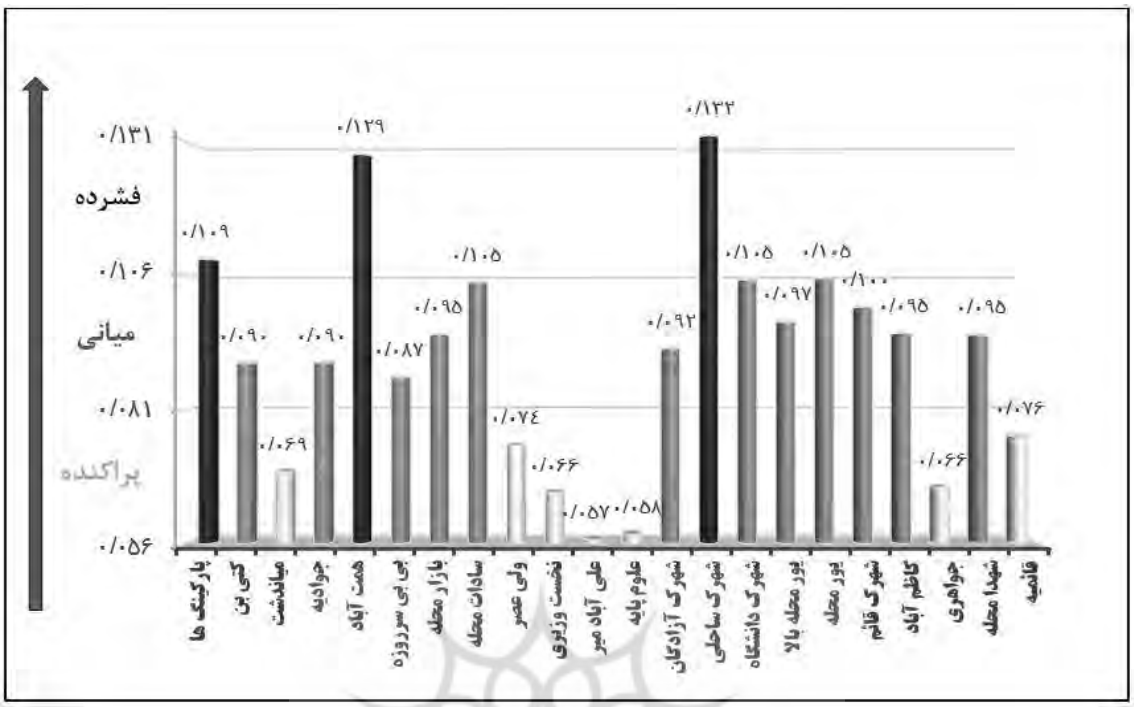
در نهایت و بر اساس فرمول فاصله تعیین طبقات، فرم محلات به سه طبقه تقسیم شده است

$$\text{فاصله تعیین طبقات} = \frac{MAX - MIN}{K} \quad (2)$$

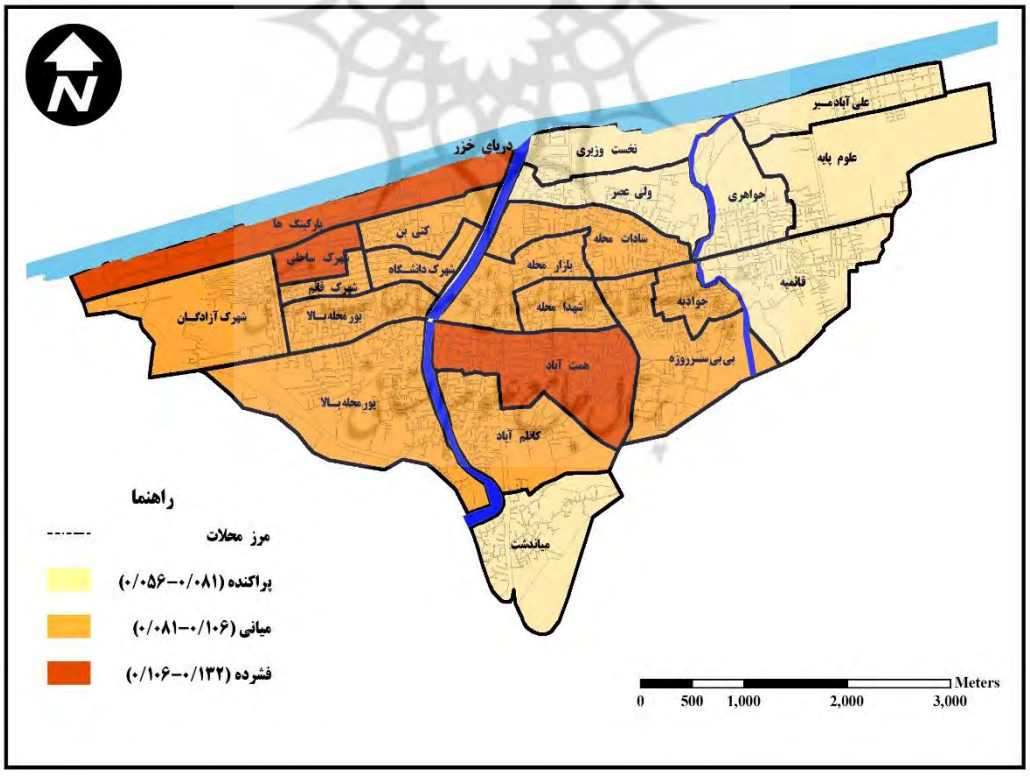
جدول ٤. طبقه بندی فرم محلات شهر بابلسر

محلات	دامنه طبقاتی	نوع فرم
علی آباد میر–علوم پایه–جواهری–نخست وزیری ولیعصر– میاندشت– قائمیه	۰/۰۸۱ – ۰/۰٥۶	پراکنده
جوادیه–بی بی سرروزه–شهدا محله– کتی بن–شهرک آزادگان– سادات محله– بازار محله–کاظم آباد– یور محله–شهرک قائم– یورمحله بالا- شهرک دانشگاه	۰/۱۰٦ – ۰/۰۸۱	میانی
پارکینگ–شهرک ساحلی–همت آباد	۰/۱۳۲ – ۰/۱۰٦	فشرده

مأخذ: (یافته‌های پژوهش، ۱۳۹٥)



شکل ۲. طبقه بندی فرم محلات شهر بابلسر



شکل ۳. طبقه‌بندی فرم محلات شهر بابلسر

۳. ۳. فرم ساختمان و مصرف انرژی

نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که بین متغیر تعداد اعضای خانوار (متغیر مستقل) و متغیرهای وابسته مصرف انرژی (۰/۲۳٤)، مصرف برق (۰/۲۳٤)، مصرف گاز (۰/۳۳۹)، مصرف آب (۰/٤۸۸)، هزینه تلفن ثابت (۰/۲۱۸) و هزینه تلفن همراه خانوار (۰/۲٦۲) همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح معنی‌داری ۰/۰۱ وجود دارد. یعنی با افزایش تعداد اعضای خانواده میزان مصرف انرژی هم در بخش-های مختلف افزایش می‌یابد. از سوی دیگر همبستگی منفی و معنی‌داری میان مصرف انرژی (متغیر وابسته) و متغیرهایی مثل تعداد طبقات (۰/۱۰۷-) و تعداد واحد مسکونی (۰/۱۲۷-) وجود دارد. یعنی با افزایش تعداد طبقات و تعداد واحدهای مسکونی مصرف انرژی کاهش می یابد. بررسی‌ها نشان می دهد که بین تعداد اتاق در واحد مسکونی (۰/۱۵۳) و مصرف انرژی، و همچنین بین تعداد پنجره (۰/۱۳۹) و مصرف انرژی همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. یعنی با افزایش تعداد اتاق و تعداد پنجره در واحدهای مسکونی، میزان مصرف انرژی هم افزایش می‌یابد. (جدول ۵)

جدول ۵. ماتریس همبستگی بین متغیرهای فرم ساختمان با متغیر میزان مصرف انرژی

متغیر مستقل	متغیر وابسته	میزان همبستگی	مقدار P-Value	تعداد نمونه
تعداد اعضای خانوار	مصرف انرژی	٭۰/۲۳٤	۰/۰۰۰	۳۷۵
تعداد اعضای خانوار	مصرف برق	٭۰/۲۳٤	۰/۰۰۰	۳۷۵
تعداد اعضای خانوار	مصرف گاز	٭۰/۳۳۹	۰/۰۰۰	۳۷۵
تعداد اعضای خانوار	مصرف آب	٭۰/٤٤۸	۰/۰۰۰	۳۷۵
تعداد اعضای خانوار	هزینه تلفن ثابت	٭۰/۲۱۸	۰/۰۰۰	۳۷۵
تعداد اعضای خانوار	هزینه تلفن همراه	٭۰/۲٦۲	۰/۰۰۰	۳۷۵
تعداد طبقات	مصرف انرژی	٭٭-۰/۱۰۷	۰/۰۳۸	۳۷۵
تعداد واحد	مصرف انرژی	٭٭-۰/۱۲۷	۰/۰۱٤	۳۷۵
تعداد اتاق	مصرف انرژی	٭٭۰/۱۵۳	۰/۰۰۳	۳۷۵
تعداد پنجره	مصرف انرژی	٭٭۰/۱۳۹	۰/۰۰۷	۳۷۵

مأخذ: (یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵) ٭در سطح معناداری ۰/۰۱ ٭٭ در سطح معناداری ۰/۰۵

همان‌گونه که در جدول شماره ٦ مشاهده می‌شود ۵ مؤلفه‌ی مربوط به فرم ساختمان در شهر بابلسر از طریق آزمون T مورد آزمون قرار گرفته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که بین میانگین مصرف انرژی در واحدهای مسکونی آپارتمانی(میانگین ۱۳۲۷۰۹۰/۱۷۵ کیلوژول) و غیرآپارتمانی(میانگین ۱٤۵۳۰٦٦/۱۱ کیلوژول) هرچند تفاوت وجود دارد و میانگین مصرف انرژی در واحدهای غیر آپارتمانی بیشتر است اما این تفاوت معنی‌دار نیست. همچنین نتایج نشان می‌دهد که بین واحدهای مسکونی شخصی و استیجاری از نظر میزان مصرف انرژی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد و این دو گروه از نمونه‌ها با سطح اطمینان ۹۵ درصد

در میـــانگین مصـــرف انـــرژی (شخصـــی ۱۴۲۷۴۳۸/۷۳کیلـــــو ژول و اســـــتیجاری ۱۴۲۰۱۲۹/۱۷کیلو ژول) با هم مشابه هستند.

طبـق یافتـه‌هـا مصـرف انـرژی در واحـدهای مسـکونی بـا پنجـره‌هـای دوجـداره (۱۱۹۶۹۱۹/۲۶ کیلوژول) کمتر از واحدهای مسکونی بـا پنجـره‌هـای معمـولی(۱۴۴۹۰۵۱/۲ کیلـوژول) اسـت و تفـاوت معنی‌داری در میزان مصرف انرژی بین ایـن دو گـروه دیده می شود. همچنین مصرف انـرژی در واحـدهای مسکونی با دیوارهـای دوجـداره کمتـر از واحـدهای مسکونی با دیوارهای معمولی اسـت و تفـاوت معنـی داری بین این دو گـروه دیـده مـی شـود. در بررسـی وجود تفاوت در بین واحدهای مسکونی با دیوارهـای عایق‌بندی شده و بدون عایق نتایج نشان می‌دهد، بـین واحدهای مسکونی دارای دیوارهای عایق‌بنـدی شـده و واحدهایی با دیوارهای بدون عـایق تفـاوت معنـی-داری(۰/۰۴۲ وجود دارد. تفاوتی که نشـان مـی دهـد میانگین مصـرف انـرژی در واحـدهـای مسـکونی بـا دیوارهای عایق‌بندی شده ۱۲۴۵۹۴/۳ کیلـوژول کمتـر از واحدهایی با دیوارهای معمولی است.

جدول ٦. نتایج آزمون t دو نمونه ای مستقل بین متغیر های فرم و مصرف انرژی

متغیر مستقل	متغیر وابسته	گروه ها	میانگین مصرف انرژی (کیلو ژول)	تفاوت میانگین	مقدار t	مقدار P-Value
نوع واحد مسکونی	مصرف انرژی	آپارتمانی	۱۳۲۷۰۹۰/۱۷۵	-۱۲۵۹۷۵/۹۳	-۱/۷۰۵	۰/۰۸۸
		غیر آپارتمانی	۱۴۵۳۰۶۶/۱۱			
نوع مالکیت	مصرف انرژی	شخصی	۱۴۲۷۴۳۸/۷۳	۷۳۰۹ /۵۶	۰/۰۹۰	۰/۹۲۸
		استیجاری	۱۴۲۰۱۲۹/۱۷			
نوع پنجره	مصرف انرژی	دو جداره	۱۱۹۶۹۱۹/۲۶	-۲۵۲۱۳۱/۹۳	-۲/۴۰۱	۰/۰۱۷
		معمولی	۱۴۴۹۰۵۱/۲			
نوع دیوار	مصرف انرژی	دو جداره	۱۲۷۰۶۸۰/۲۲	-۲۴۱۹۷۷/۷۲	-۳/۸۹۳	۰/۰۰۰
		معمولی	۱۵۱۲۶۵۷/۹۴			
عایق بندی دیوار	مصرف انرژی	دارای عایق	۱۳۷۲۰۳۴/۲۵	-۱۲۴۵۹۴/۳	-۲/۰۴۴	۰/۰۴۲
		بدون عایق	۱۴۹۶۶۲۸/۵۵			

مأخذ: (یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵) در سطح معناداری ۰/۰۵

جدول شماره ۷ میانگین مصرف انرژی را در میـان گروه‌های مختلف از فرم ساختمان نشان می‌دهد. طبق نتـایج آزمـون آنـووا بـین سـطوح مختلـف زیربنـای مسـکونی از نظـر میـانگین مصـرف انـرژی تفـاوت معناداری وجود دارد. واحدهای زیر ۵۰ متـر کمتـرین میانگین مصرف انرژی را در بین گروه‌هـا دارنـد و در مقابـل واحـدهای ۷٦ تـا ۸۰ متـر بیشـترین میـانگین مصرف انرژی را در بین گـروه‌هـای مختلـف از نظـر زیربنا داشته است. شاید یکی از دلایلی که ایـن گـروه از واحدهای مسکونی، بیشترین میزان مصـرف انـرژی را به خود اختصاص داده است؛ تعداد کم نمونه‌هـا در این گروه باشد. در مجمـوع یافتـه هـای ایـن قسـمت

نشان می دهد با افزایش سطح زیربنا بر میـزان انـرژی مصرفی واحدهای مسکونی افزوده می‌شود.

یافته ها نشان می‌دهد مصـرف انـرژی در طبقـات ساختمان نیز بـا یکـدیگر تفـاوت معنـاداری دارنـد و میزان مصرف در واحدهای مسکونی همکـف نسـبت به سایر واحدها بیشتر است. بناهای چند طبقه و چنـد واحدی اتلاف حرارتی کمتری دارند، که شاید کـاهش ضخامت پوسته‌ی بنا یکی از دلایل آن باشد. همچنـین میـانگین مصـرف انـرژی در واحـدهای مسـکونی بـا افزایش عمر ساختمان به طور قابل ملاحظه‌ای افـزایش می‌یابد. آزمون آنوا این تفـاوت معنـی‌دار را در میـزان مصرف انرژی را تأیید می‌کند.

مصرف انرژی در گروه‌های مختلف مصـالح نیـز تفاوت معنی داری بـا یکـدیگر دارنـد. در میـان انـواع مصـالح، بلـوک سـیمانی بیشـترین میـزان مصـرف و خشت و گل کمترین مقدار را به خود اختصـاص داده اسـت. تفـاوت مصـرف انـرژی در بـین گـروه‌هـای مختلف اسکلت ساختمان نیز مشـاهده مـی شـود، بـه طوری که میانگین مصرف انـرژی در اسـکلت فلـزی کمتر از بتون آرمـه بـوده اسـت. در مـورد نـوع عـایق پشت بام واحدهـای مسـکونی بـا عـایق شـیروانی بـا میانگین ۱۴۸۲۰۰۱/۶۸ کیلوژول انرژی بیشـترین میـزان مصـرف و عـایق موزائیـک کمتـرین میـزان را دارد. میـانگین مصـرف انـرژی در جهـت‌هـای مختلـف جغرافیایی «نما» نیز تفاوت معنی‌داری بـا هـم دارنـد و مصرف در جهت جنوبی کمتر از سایر جهـات اسـت. همچنین در بین انواع مختلـف، مسـاکنی کـه فقـط از یک طرف بـا فضـای اطـراف ارتبـاط دارنـد مصـرف انـــرژی کمتـــری نســـبت بـــه انـــواع دیگـــر دارنـــد.

جدول ۷. میانگین مصرف انرژی در گروه‌های مختلف فرم ساختمان

متغیر مستقل	گروه ها	میانگین مصرف انرژی (کیلوژول)
مساحت زیربنا	زیر ۵۰ متر	۱۰۳۲۱۲۵/٤۰
	۵۰ تا۷۵ متر	۱۱۹۷٤۸۹/۱۸
	۷٦ تا ۸۰ متر	۲٦۹۱٦۲۲/۲۹
	۸۱ تا ۱۰۰متر	۱٤۰۱۵۰۷/۷۷
	۱۰۱ تا۱۵۰ متر	۱٤۰٤۹۱۰/۹٦
	۱۵۱ تا ۲۰۰ متر	۱۵۲٦۲۳۳/۹٦
	۲۰۱ تا۳۰۰ متر	۱٦۸۳۵۵۷/۵۰
طبقه سکونت	طبقه همکف	۱۵۲۸۹۹۰/۸٦
	پیلوت	۱۲۹۹٦۹۲/۵۵
	طبقه اول	۱۳٦۳٤۸۱/۹۱
	طبقه آخر	۱۲۱۹۵٦۸/۵۰
	سایر طبقات	۱۳۸٤۱۳٤/٤۹
عمر ساختمان	زیر ۵سال	۱۱۹۷۱۲۱/۳۱

ادامه جدول ۷

متغیر مستقل	گروه ها	میانگین مصرف انرژی (کیلوژول)
عمر ساختمان	۵-۱۰ سال	۱۳۱۸۳۱۵/۰۲
	۱۱-۲۰ سال	۱۳۸۰۰۰٤
	۲۱-۳۰ سال	۱۵۵۵۲۲۲/٦
	بالای ۳۰ سال	۱۵۹۳٦۸۱/۲۱
مصالح عمده بکار رفته	آجر، آهن،سنگ	۱۲۸۵۰۹۸/٤۳
	بلوک سیمانی	۱٤۹۷۳۸۸/۵۰
	تمام آجر	۱٤۷۸۵٦۸/۲۳
	خشت و گل	۸٤۸٦۹٦/۰۰
اسکلت ساختمان	اسکلت فلزی	۱۲۹٦٤٤۲/۳۳
	بتن آرمه	۱۳٦۳۸۵۰/۸۹
	سایر	۱۵۲٦٤۷۰/۵۹
نوع عایق پشت بام	ایزوگام	۱۲۵۱۰٤۲/٤۰
	موزائیک	۱۲۱۵۳۹۷/۲۵
	شیروانی	۱٤۸۲۰۰۱/٦۸
جهت نما	شمالی	۱۵۰۲۲۹۳/۳٦
	جنوبی	۱۳۲٤۱۱٤/۱۸
	شرقی	۱٤٤٤۵۷٦/۱۷
	غربی	۱۵۲۸٤٤٤/۲۹
نحوه ارتباط واحد مسکونی با فضای اطراف	از یک طرف باز است	۱۲۵۱۰۱۲/۸۷٤
	از دو طرف باز است	۱٤۳٤٦٦۲/۲۰۸
	از سه طرف باز است	۱۵۵۵۲۹۸/۸۸۳
	از چهار طرف باز است	۱٦۰۰٦۹۷/۲

مأخذ: (یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵)

جدول ۸. نتایج آزمون F بین متغیر مصرف انرژی و فرم ساختمان

متغیر مستقل	مقدار F	مقدار P-Value
مساحت زیربنا	۸/۸۳۷	۰/۰۰۰
طبقه سکونت	۳/۱۱۲	۰/۰۱۵
عمر ساختمان	۳/۸۰٦	۰/۰۰۵
مصالح عمده بکار رفته	٤/۲۲٤	۰/۰۰٦

ادامه جدول ۸

متغیر مستقل	مقدار F	مقدار P-Value
اسکلت ساختمان	۳/۵۱۰	۰/۰۳۱
نوع عایق پشت بام	۵/٤۹٤	۰/۰۰٤
جهت نما	۲/۷۷۸	۰/۰٤۱
نحوه ارتباط واحد مسکونی با فضای اطراف	۵/۱۱۲	۰/۰۰۲

مأخذ: (یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵)

۳. ٤. مقایسه مصرف انرژی در فرم های مختلف محله های شهر بابلسر

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که میانگین مصرف انرژی در سطح محلات شهر بابلسر تقریباً نزدیک به هم است. بازار محله با میانگین ۵۰۸/۹۵ کیلو وات مصرف برق بالاترین میزان مصرف برق را در بین محله‌های شهر دارد. همچنین محله نخست وزیری با میانگین ۳۳٤ کیلووات کمترین میزان مصرف انرژی را در بین محلات ۲۲ گانه شهر بابلسر دارد. در مورد مصرف گاز محله میاندشت با میانگین ۲۸٦/٤ مترمکعب بیشترین مقدار مصرف را دارد و در مقابل شهرک قائم با میانگین ۲۱۳/٤۲ مترمکعب کمترین مقدار مصرف را در بین محله‌های شهر دارد. در مورد مصرف آب، محله کتی بن با میانگین ۳۳۳۳۱/۵۴ لیتر بیشترین میزان مصرف را دارد و محله بازار محله با میانگین ۲۵۵۲۶/۳۶ لیتر کمترین میزان مصرف را در بین محلات شهر بابلسر دارد. در مجموع نتایج نشان می‌دهد محله‌ی «بازار محله» با میانگین ۱۸۳۲۶۶۸/۸۶ کیلوژول بیشترین مقدار و محله نخست وزیری با میانگین ۱۲۰۲۷۷۰/۵۰ کیلوژول کمترین مقدار مصرف انرژی را در سطح محلات شهر دارد.

جدول ۹. میانگین مصرف انرژی در محلات شهر بابلسر(سال ۱۳۹۵)

نام محله	میانگین مصرف برق (کیلو وات)	میانگین مصرف گاز (متر مکعب)	میانگین مصرف آب (لیتر)	میانگین مصرف انرژی (کیلو ژول)
پارکینگ	۳۸۲/۵۰	۲۱٦/۵۰	۲٦٤۰۰/۰۰	۱۳۷۷۳۷۳
کتی بن	٤۲۳/۸۵	۲٤۰/۸۵	۳۳۳۳۱/۵٤	۱۵۲٦۲٦۱
میاندشت	٤۳۸/۳۳	۲۸٦/٤۰	۳۲۱۰٦/٦۷	۱۵۷۸٤۹۳
جوادیه	٤۲۹/٤۳	۲٦۳/۰۷	۳۲۰۸۳/۵۷	۱۵٤٦۳۹٦
همت آباد	٤٦۵/۹۸	۲۸۳/۵۷	۳۲۳۸۸/۵۳	۱٦۷۸۰۱۸
بی بی سرروزه	۳۹٦/۹۲	۲٦٦/۸۸	۲۸٤۳۵/٦۰	۱٤۲۹۳۷۲
بازار محله	۵۰۸/۹۵	۲۵۰/۸٦	۲۵۵۲٦/۳٦	۱۸۳۲٦٦۸
سادات محله	۳۸۱/۱۳	۲۵۲/٦۹	۲۸٤٦۷/۸۱	۱۳۷۲٤۸۵
ولیعصر	۳۹۲/۰۰	۲٦۵/۷۷	۳۲۰۸٦/۹۲	۱٤۱۱٦۵۸

ادامه جدول ۹

نام محله	میانگین مصرف برق (کیلو وات)	میانگین مصرف گاز (متر مکعب)	میانگین مصرف آب (لیتر)	میانگین مصرف انرژی (کیلو ژول)
نخست وزیری	۳۳٤/۰۰	۲۱۵/۰۰	۲٦۷۹۵/۰۰	۱۲۰۲۷۷۰
علی آباد میر	۳۷۵/۳۸	۲٦۱/۰۰	۲۷۸۲٦/۲۵	۱۳۵۱۷۹۹
علوم پایه	۳۸٤/۸۰	۲۵۵/۰۰	۲۹۷۲۰/۰۰	۱۳۸۵۷۱۹
شهرک آزادگان	۳۵۲/٦۹	۲٤۲/۲۵	۲۸۹۷۹/۳۸	۱۲۷۰۰۹۲
شهرک ساحلی	۳٦۱/۳۱	۲٤۹/۰۰	۲۹۱٤۵/۳۸	۱۳۰۱۱۳٦
شهرک دانشگاه	۳۳۷/۹۲	۲۱۵/۳۳	۲۹۲٦٦/٦۷	۱۲۱٦۸۷۱
یورمحله بالا	۳۸۲/۵۷	۲٤۲/۸٦	۳۰۰۳٦/٤۳	۱۳۷۷٦۷۵
یورمحله	۳۳۹/۹٦	۲۱۹/۳۸	۳۰۰۸۱/۱۵	۱۲۲٤۲۳۹
شهرک قائم	۳۵۳/۳۳	۲۱۳/٤۲	۲۷۸٤۷/۹۲	۱۲۷۲۳٦۷
کاظم آباد	۳٤۵/۸۱	۲۱۹/٤۸	۲۷۰۳۷/۳۳	۱۲٤۵۳۱۱
جواهری	۳٦٤/۲۰	۲۱۹/۳۰	۲۸۳٤۷/۰۰	۱۳۱۱٤۹۸
شهدا محله	۳٤۹/۷٦	۲۲۳/۵۹	۳۱۳۸۵/۲۹	۱۲۵۹۵۳۸
قائمیه	۳۹۷/٦۷	۲٤۲/۳۳	۲۹۳٤۰/۰۰	۱٤۳۲۰۱۷

ماخذ: (یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵)

جدول ۱۰. نتایج آزمون F بین متغیرهای فرم شهر و مصرف انرژی

متغیر مستقل	متغیر وابسته	گروه ها	میانگین مصرف انرژی (کیلو ژول)	مقدار F	مقدار P-Val ue
فرم شهر	مصرف انرژی	پراکنده	۱٤۲۲۷۱۸/۲۹	۲/۰۹۱	۰/۱۲۵
		میانی	۱۳۸۲۰٤٤/٦۹		
		فشرده	۱۵۳۰۰۳۵/۸۹		

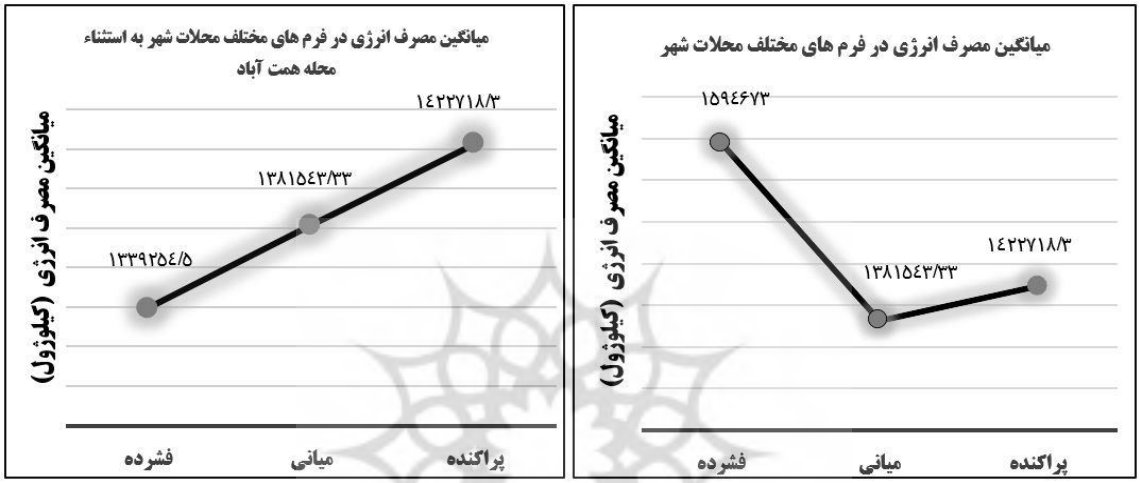
ماخذ: (یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵)		در سطح معناداری ۰/۰۵

مقایسه مصرف انرژی در فرم‌های مختلف محلات شهر بابلسر نشان داده است که در نگاه اول بیشترین میزان مصرف انرژی در محله‌های پارکینگ، شهرک ساحلی و همت‌آباد وجود دارد که در گروه محلاتی با فرم فشرده طبقه بندی می شوند. اما واقعیت امر چیز دیگری است، اگر محله همت‌آباد (محله ای قدیمی و فرسوده با بیشترین درصد ساختمان‌های بالای ۳۰ سال (شکل ۵) و دارای بیشترین میزان مصرف انرژی در بین محلات شهر)، کنار گذاشته شود، مصرف انرژی در فرم فشرده پایین‌ترین مقدار را در بین فرم‌های مختلف خواهد داشت. به همین ترتیب بعد از فرم فشرده، فرم میانی و سپس فرم پراکنده قرار می گیرند.

جدول ۱۱. میانگین مصرف انرژی در فرم های مختلف محلات (سال ۱۳۹۵)

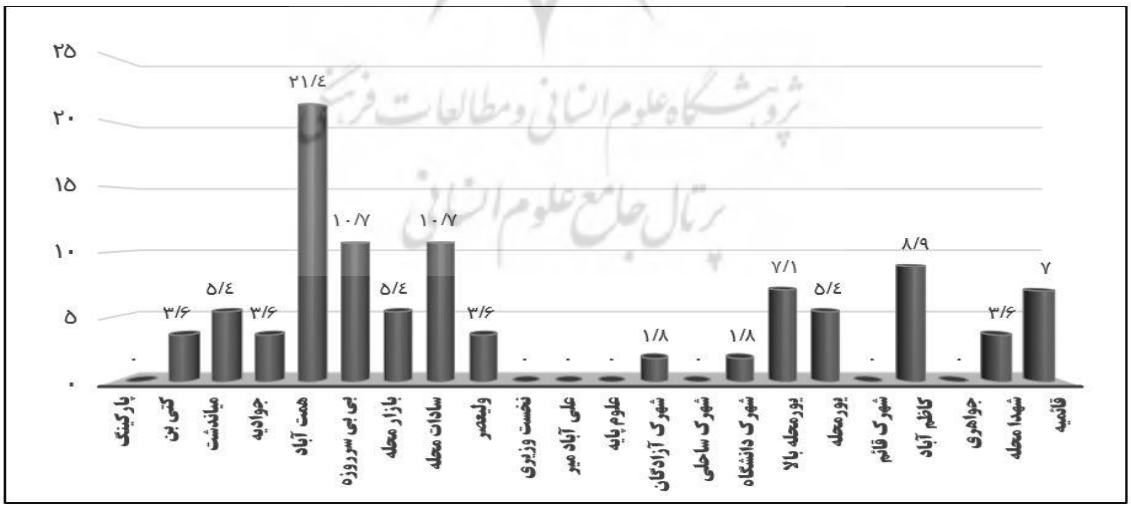
فرم	میانگین مصرف	میانگین مصرف (به استثناء همت آباد)
پراکنده	۱٤۲۲۷۱۸/۲۹	۱٤۲۲۷۱۸/۲۹
میانی	۱۳۸۱٥٤۳/۳۳	۱۳۸۱٥٤۳/۳۳
فشرده	۱٥۹٤٦۷۳/٥٥	۱۳۳۹۲٥٤/٥

ماخذ: (یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵)



شکل ٤. میانگین مصرف انرژی در گروه های مختلف فرم محلات شهر بابلسر

مأخذ: (یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵)



شکل ۵. نمودار درصد ساختمان های با عمر بالای ۳۰ سال و بیشتر در محلات شهر بابلسر (سال۱۳۹۵)

مأخذ: (یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵)

٤. نتیجه گیری و پیشنهادها

یکی از مهم‌ترین اهداف توسعه پایدار ارتقای بهره‌وری است. بهره‌وری به معنای استفاده مؤثر و کارآمد از منابع در فرآیند تولید است. یکی از حوزه‌هایی که در کانون بحث بهره‌وری شهری قرار می گیرد، انرژی است. با افزایش جمعیت شهرها و پیچیدگی شهری، مصرف انرژی هم به طور روزافزون افزایش یافته است. به دلیل عدم توجه کافی در رعایت اصول فنی و مهندسی و استفاده از تکنولوژی های نوین ساخت، سرانه مصرف انرژی در کشور ما نسبت به متوسط جهانی در سطح بالاتری قرار دارد. عواقب مصرف بالای انرژی و ضرورت درک این عواقب موجب توجه به اشکال مختلف توسعه پایدار و فائق آمدن بر مشکلات و محدودیت-های محیطی می‌شود. یکی از مهمترین بازتاب‌های این مقوله توجه خاص به بازنگری مجدد فرم و عملکرد شهری است. بحث در مورد ارتباط و تأثیر فرم در پایداری شهر موضوعی بسیار گسترده و متنوع است و هر مقوله آن تحقیق جداگانه‌ای را می‌طلبد. در این پژوهش ضمن فرم بندی شهر و ساختمان به انواع مختلف، به بررسی رابطه آن با میزان مصرف انرژی پرداخته شد. نتایج نشان داد روابط بالقوه‌ای بین مصرف انرژی خانگی و تأثیر آن بر فرم شهری از جهت الگوی تراکم مسکونی و جانمایی عناصر شهری وجود دارد.

بررسی رابطه بین مصرف انرژی و فرم و کیفیت ساختمان‌های مسکونی در شهر بابلسر نشان داده است واحدهایی که تعداد اتاق‌ها و پنجره‌های بیشتری دارند میزان مصرف انرژی بیشتری هم دارند. این رابطه در مورد مساحت زیربنای واحد های مسکونی هم صدق می کند؛ بدین صورت که واحدهای مسکونی با زیربنای کمتر مصرف انرژی کمتری نسبت به واحدهای مسکونی با زیربنای بیشتر دارند. میانگین زیربنای واحد مسکونی شهر بابلسر ١٣٤ مترمربع به ازای هر خانوار و ٤٢ مترمربع به ازای هر نفر می‌باشد که رقم قابل توجهی است. این در حالی است که نتایج تحقیق نشان می‌دهد که واحدهای مسکونی با مساحت ۱۰۱ تا ۱۵۰ مترمربعی با میانگین مصرف انرژی ۱۴۰۴۹۱۰/۹۶ کیلوژول جزء مساکن با مصرف بالای انرژی به شمار می روند.

استفاده از مصالح بادوام و در عین حال مطابق با شرایط آب و هوایی منطقه می‌تواند راهی برای کاهش مصرف انرژی در بخش مسکونی باشد. نتایج بررسی‌ها نشان داد ساختمان‌هایی که از بلوک‌های سیمانی استفاده نمودند میانگین مصرف انرژی بیشتری نسبت به سایر مصالح دارند.

از دیگر نکاتی که در بحث انرژی و ساختمان باید به آن توجهی ویژه نمود استفاده از پنجره‌های دوجداره است. در سال‌های اخیر مردم آگاهی بیشتری نسبت به مزیت‌های پنجره‌های دوجداره به خصوص در زمینه صرفه‌جویی انرژی کسب نموده-اند. نتایج بررسی در بابلسر نشان داد که حدود ۹ درصد از واحدهای مسکونی که عمری کمتر از ۱۰ سال دارند دارای پنجرهای دوجداره‌اند. پنجره‌های دوجداره در گرمایش و سرمایش ساختمان نقشی اساسی در کاهش مصرف انرژی دارد.

به‌طوری‌که واحدهای مسکونی که از پنجره‌های دوجداره استفاده کرده‌اند ۲۵۲۱۳۲ کیلوژول انرژی کمتری نسبت به واحدهای مسکونی با پنجره‌های معمولی مصرف شده است. امروزه با بیشتر شدن مصرف انرژی در ساختمان‌ها، نقش عایق کاری ساختمان‌ها موضوعی جدی به شمار می رود.

استفاده از عایق‌های دیوار و سقف نقش بسیار مهمی در کاهش مصرف انرژی در ساختمان ها دارد. در شهر بابلسر ساختمان‌هایی که از دیوارهای عایق-بندی شده استفاده نموده اند ۲٤۱۹۷٦ کیلوژول کمتر نسبت به واحدهای مسکونی بدون عایق دیوار، انرژی مصرف نموده اند.

همچنین انرژی مصرفی در واحدهای مسکونی که از عایق سقف استفاده می‌کنند ۲۳۰۹۵۸ کیلوژول (معادل ۸ درصد) کمتر از واحدهای مسکونی بدون عایق سقف بوده است و واحدهای مسکونی که از دیوارهای دوجداره استفاده می‌کنند ۲٤۱۹۷۷ کیلوژول (معادل ۸/٦ درصد) نسبت به واحدهای مسکونی با دیوارهای معمولی صرفه‌جویی انرژی دارند.

مقاله حاضر یک ارزیابی تجربی از ارتباط بین فرم شهری و مصرف انرژی ارائه داده است. بر اساس نتایج الگوی ساخت مسکن نقش مهمی در کاهش مصرف انرژی دارد و فرم فشرده بدون بافت فرسوده، از مصرف انرژی کمتری نسبت به سایر فرم‌ها برخوردار است. یافته‌های پژوهش حاضر از آن جهت حائز اهمیت است که نتایج به دست آمده در بیشتر جنبه‌ها بر الگوهای مفهومی استوار بوده و با مطالعاتی که در این زمینه انجام گرفته همخوانی دارد، و پیشینه ای مناسب برای تحقیقاتی در این زمینه به شمار می رود.

به ویژه در موضوعات مهم دیگری مثل ارتباط میان مصرف انرژی و جنبه های اجتماعی و فرهنگی زندگی شهری که می تواند مورد توجه قرار گیرد. برخی از پیشنهاد هایی که در خصوص پژوهش حاضر می توان ارائه داد عبارتند از:

۱- استفاده از فناوری‌های جدید مدیریت ساختمان (BMS[1]) به جای دادن یارانه در مصرف نهایی انرژی خانوار

۲- رعایت ضوابط فنی ساختمان و ارتقای استانداردهای موجود جهت افزایش طول عمر مفید ساختمان‌ها

۳- ایجاد ساز و کارهای عملی و قابل اجرا برای برچسب راندمان انرژی ساختمان

٤- بهسازی، نوسازی و مرمت بافت کالبدی محله‌های فرسوده

۵- توجه مدیران و برنامه‌ریزان شهری به مزایای فرم فشرده و هوشمند نسبت به فرم پراکنده

1. Building Management System

کتاب نامه

۱. اقبالی، ن.، ملک آبادی، ا. (۱۳۹۲). تحلیل پایداری محله های مسکونی، *اولین کنفرانس ملی معماری و فضاهای شهری پایدار*، مشهد، ایران، ۸-۱.

۲. بایرام زاده، ح.، خان محمدی، م. ع.؛ فلاح، آ. (۱۳۹۲). مسکن پایدار و الگوهای انعطاف پذیری در مجتمع‌های زیستی. *اولین کنفرانس ملی معماری و فضاهای شهری پایدار*، مشهد، ایران، ۱۰-۲.

۳. بخشایی، ع.، عباسی، عبادالله.، قاسمی، علی. (۱۳۹۱). روند تغییر فرهنگ در اصلاح الگوی مصرف. *همایش ملی فرهنگ سازی اصلاح رفتارهای اقتصادی درایران امروز*، ابرکوه، ایران، ۱۰-۱.

٤. بزی، خ.، شاه مرادی، ل.، حیدری تاشه کبود، ا. (۱۳۹۳). بررسی و ارزیابی مشارکت‌های مردمی در توسعه ی پایدار محله ای با استفاده از مدل TOPSIS. *جغرافیا و توسعه*،۱۲(۳٦)، ۵۷-۵۰.

۵. حکمت نیا، ح.، موسوی، م. (۱۳۹۰). *کاربرد مدل در جغرافیا با تاکید بر برنامه ریزی شهری و ناحیه ای*، یزد: علم نوین.

٦. رضازاده، ا. ح.، سنایی، ز.، و زارع، م. (۱۳۹۰). بررسی عوامل موثر پایداری در بهینه سازی مصرف انرژی در مجتمع‌های مسکونی. *اولین کنفرانس بین المللی مهندسی محیط زیست*، تهران، ایران، ۸-۱.

۷. سجادیان، م.، سجادیان، ن. (۱۳۸۸). پایش و مدیریت انرژی مصرفی توسط سنجش از دور حرارتی باتلفیق GIS در ممیزی انرژی و تعیین الگوی مصرف. *همایش سراسری سامانه اطلاعات مکانی GIS*، ۱۳۳-۱۳۷.

۸. صرافی، م.، توکلی نیا، ج.، و محمدیان مصمم، ح. (۱۳۹۳). *اندیشه های نو در برنامه ریزی شهری*. تهران: شورای اسلامی شهر تهران.

۹. صفایی پور، م.، روزبه، ح. (۱۳۹۲). هویت و توسعه ی پایدار محله ای در شهر شیراز. *جغرافیا و توسعه*، *۱۱* (۳۱) ، ۱-۹.

۱۰. عباس زاده، ا.، البرزی، ش. (۱۳۸۸). ممیزی انرژی واحد مسکونی و ارائه الگوی مصرف برای مصرف بهینه انرژی. *بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق*، تهران، ایران، ۲-۹.

۱۱. عزیزی، م.م. (۱۳۸۳). *تراکم در شهرسازی*. تهران:دانشگاه تهران.

۱۲. عنقا، ح. (۱۳۹۱). اصلاح الگوی مصرف کلید توسعه پایدار. *همایش ملی تبیین علمی اصلاح الگوی مصرف*، بهشهر، ایران، ۱-۷.

۱۳. فنی، ز.، صارمی، فرید. (۱۳۹۲). رویکرد توسعه ی پایدار محله ای در کلانشهر تهران. *جغرافیا و توسعه*، *۱۱*(۳۰) ، ۳٦-٤۷.

۱٤. کرمانی، س.، ماجدی، ح.، و ذبیحی، ح. (۱۳۸۷). ارزیابی عوامل موثر بر پایداری مصرف انرژی در ساختمان ها، *دومین همایش ملی اقلیم، ساختمان و بهینه سازی مصرف انرژی*، اصفهان، ایران، ۲-۹.

۱۵. کریمی د، مر.، رسول زاده، ف. (۱۳۹۲). نقش بکارگیری نماهای پوشش گیاهی سبز در ایجاد شرایط محیطی مناسب وکاهش مصرف انرژی ساختمان، *دومین همایش ملی اقلیم، ساختمان و بهینه سازی مصرف انرژی(با رویکرد توسعه پایدار)*، اصفهان، ایران، ۱-٦.

۱٦. لطفی، ص.، صالحیان، ف.، و کوهساری، م. م. (۱۳۸۷). فرم شهری فشرده، فرصت ها و چالش ها، *اولین کنفرانس بین المللی تغییرات زیست محیطی منطقه خزری*، بابلسر، ایران، ۳-۸.

۱۷. مرکز آمار ایران. (۱۳۹۵). *سالنامه و بلوک های آماری سال ۹۵-۹۰*.

۱۸. مشکینی، ا.، زنگانه، ا. (۱۳۹۳). *درآمدی بر پراکنده روی (خزش) شهری*. تهران: جهاد دانشگاه خوارزمی.

۱۹. مویدی، م.، یوسفی، ح.، میرعباسی، م.، و خرسند موقر، م. (۱۳۹۰). اهمیت اصلاح الگوی مصرف در راستای تدوین طرح جامع انرژی کشور با توجه به رویکرد امنیت انرژی. *دومین کنفرانس و نمایشگاه مدیریت و بهسنه سازی انرژی*، تهران، ایران، ۲-۱۲.

20. Anderson, W. P., Kanaroglou, P. S., & Miller, E. J. (1996). Urban form, energy and the environment: a review of issues, evidence and policy. *Urban studies*, *33*(1), 7-35.
21. Breheny, M. (1992). *Sustainable development and urban form*. London, England: Pion Limited.
22. Breheny, M. (1992). The compact city: An introduction. *Built Environment*, *18*(4), 241.
23. Brower, Sandy. (1996). *Good neighborhood, A study of in-town and suburban residential environment*. USA: University of California.
24. Ewing, R., & Rong, F. (2008). The impact of urban form on US residential energy use. *Housing policy debate*, *19*(1), 1-30.
25. Galster, G. (2001). On the nature of neighborhood. *Urban studies*, *38*(12), 2111-2124.
26. Global Buildings Performance Network. (2014). *Residential buildings in India: Energy use projections and savings potentials*. Retrieved from http:// www. gbpn. org/ sites/ default/ files/08.%20INDIA%20Baseline_TR_low.pdf
27. Jabareen, Y. R. (2006). Sustainable urban forms: Their typologies, models, and concepts. *Journal of planning education and research*, *26*(1), 38-52.
28. Kemp, R. L., & Stephani, C. J. (Eds.). (2011). *Cities going green: A handbook of best practices*. North Carolina, NC: McFarland.
29. Pan, H., Shen, Q., & Zhang, M. (2009). Influence of urban form on travel behavior in four neighborhoods of Shanghai. *Urban studies*, *46*(2), 275-294.
30. Reis, J. P., Silva, E. A., & Pinho, P. (2016). Spatial metrics to study urban patterns in growing and shrinking cities. *Urban Geography*, *37*(2), 246-271.
31. Williams, G. H. (1985). *Neighborhood organization: Seeds of a new urban life*. Wesport, TC: Greenwood.
32. Williams, K., E. Burton & M. Jenks. (2000). *Achieving sustainable urban form*. London, England: Spon.