

مجله جغرافیا و توسعه فضای شهری، سال پنجم، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۷، شماره پیاپی ۸

## تحلیل رابطه میان فرم شهر و مصرف انرژی در بخش مسکن

(مورد مطالعه بابلسر)

عمر نیک پور (استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران، نویسنده مسئول)

[a.nikpour@umz.ac.ir](mailto:a.nikpour@umz.ac.ir)

صدیقه لطفی (استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران)

[s.lotfi@umz.ac.ir](mailto:s.lotfi@umz.ac.ir)

مرتضی رضازاده (دانش آموخته کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران)

[mortezarezazadeh23@gmail.com](mailto:mortezarezazadeh23@gmail.com)

فاطمه الهقلى تبار نشلی (دانش آموخته کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران)

[fatemeh\\_nesheli@yahoo.com](mailto:fatemeh_nesheli@yahoo.com)

تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۰۳/۲۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۲۲

صص ۷۱-۹۲

### چکیده

امروزه اهمیت و نقش انرژی در زندگی، توسعه و پیشرفت جوامع، آشکارتر از همیشه است و در عین حال منابع و انواع انرژی‌های مورد استفاده بشر در معرض دگرگونی‌های بسیار جدی است. فرم شهری از طریق تأثیر در مصرف زمین، پراکندگی محل سکونت، کیفیت محیط مسکونی، میزان مصرف انرژی و میزان سفرهای روزانه بر روی محل سکونت انسان و اکوسیستم محیط تأثیرگذار 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 اطلاعات در این پژوهش به صورت کتابخانه‌ای، اسنادی و پیمایشی می‌باشد. جامعه آماری این پژوهش واحدهای مسکونی شهر بابلسر می‌باشد. تعداد نمونه‌های مورد نظر، جهت بررسی میزان مصرف انرژی، ۳۷۵ واحد مسکونی موجود در محلات مختلف شهر می‌باشد. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات این پژوهش از نرم‌افزار SPSS و GIS بهره گرفته شده است. به منظور طبقه بندی فرم محلات با توجه به ابعاد شش گانه‌ی تراکم، اتصال، ترکیب کاربری‌ها، تمرکز، دسترسی به زیرساخت‌ها و میزان مالکیت اتومبیل، از روش مجموع ساده وزنی (SAW) استفاده شد. نتایج حاصل از بررسی رابطه بین مصرف انرژی 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

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 چارچوب‌های 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 مکان‌های 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 سیستم‌های 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

## 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.۱۳۴). 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 اندکی 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 سیستم‌های کنترلی و مدیریتی انرژی هستند (فرخزاد ارشاد، ۱۳۸۷، ص.۱۲).

امروزه با تغییر الگوی زندگی و ساختار خانواده‌ها، 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

خانواری و بزرگ) منجر به استفاده انرژی بیشتر می-شود. به دلیل اثر جزیره گرمایی شهر، ساکنان بخش های گسترده (پراکنده) در سراسر کشور به طور متوسط هزینه انرژی مسکونی کمتری نسبت به بخش های فشرده می پردازند.

- ترابی (۱۳۹۲) در مقاله ی با عنوان "بررسی

پارامترهای مؤثر در میزان مصرف انرژی در بخش مسکونی در ایران" با استفاده از یک نرم افزار<sup>۲</sup> اثر پارامترهایی چون تنوع مصالح در دیوارهای خارجی، عایق کاری دیوارهای خارجی، تنوع مصالح در سقف، عایق کاری سقف، انواع شیشه و اندازه پنجره ها در بار حرارتی و میزان مصرف انرژی ساختمان در ماه های 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 مؤثر بر پایداری مصرف انرژی در ساختمان-ها" به ارزیابی مولفه های کالبدی شهری مؤثر بر مصرف انرژی محلات و ساختمان ها با کمک فرایند تحلیل سلسله مراتبی<sup>۳</sup> در محله ی مینو در شهر قزوین به عنوان نمونه موردی که یکی از محلات نوساز و طراحی شده می باشد، پرداخته اند. نتایج حاصله حاکی از ناپایداری محله مینو در قزوین و بی توجهی به شرایط اقلیمی شهر قزوین در طراحی محله بوده است و در آخر به بیان راهکارها و سیاست های کلی در جهت بهبود محله مینو پرداخته اند.

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

انرژی در بخش مسکونی و لزوم دستیابی به فرم پایدار (فرم شهر و فرم ساختمان) در بهینه سازی 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؟

## ۲.۱. پیشینه پژوهش و مبانی نظری

- اوینگ و فانگ رانگ (۲۰۰۸)<sup>۱</sup> در مقاله ی

"تأثیر فرم شهری بر استفاده ی انرژی مسکونی در ایالات متحده" بیان می کنند که درحالی که تأثیر فرم شهری بر مصرف انرژی ای که توسط حمل و نقل انجام می گیرد به طور گسترده ای مورد مطالعه قرار گرفته، تأثیر آن بر استفاده انرژی مسکونی به طور گسترده ای 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 می دهد: ائتلاف انتقال برق و توزیع آن، انرژی مورد نیاز برای ساختمان های مختلف، گرمایش و سرمایش مورد نیاز برای فضا در ارتباط با جزایر گرمایی شهر. ۲ روش از این ۳ روش می تواند با اطلاعات ملی در دسترس مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد، سپس سایر عوامل تأثیرگذار کنترل می شوند، ساکنان بخش های گسترده (بخش هایی که شهرها به صورت پراکنده در آن مکان یابی شدند) به احتمال بیشتری در خانه های تک خانواری در مقایسه با بخش های فشرده زندگی می کنند و همچنین به احتمال زیاد در خانه های بزرگ زندگی می کنند. هر دوی این امر (خانه های تک-

2. Method A Simplified Energy Analysis ASEA  
3. AHP

1. Reid ewing&, Fang rong

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) تأثیرگذار 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 جنبه‌های 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 (پرکاینندز، ۲۰۰۲). البته چنین جنبه‌هایی در کل به ابعاد تراکم و مورفولوژی شهری نیز مرتبط می‌باشند. با توجه به این نکته که ساختمان‌ها هیچ وقت در صد عایق بندی نیستند، مصرف انرژی و کارایی ساختمان‌ها نیز بی‌شک به فرم فیزیکی آن‌ها مرتبط است. مصرف انرژی با توجه به از دست رفتن گرما به دلیل نوع اسکلت ساختمان، مسئله ای کاملاً شناخته شده است و در

شود، در تعریف کلی آن آمده، الگوی توزیع فضایی فعالیت‌های انسان در دوره‌ی خاصی از زمان (آندرسن<sup>۱</sup>، ۱۹۹۶، ص. ۸). پژوهشگری به نام هندی<sup>۲</sup>، 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<sup>۳</sup> (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<sup>۴</sup>، ۲۰۰۶، ص. ۳۹).

سهم بالایی از مصرف انرژی در شهرها به ساختمان‌ها 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 و ساز و نظام برنامه‌ریزی کشور انتظار دارد که تا سال ۲۰۱۶ تمامی ساختمان‌های جدید را به گونه‌ای 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

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

5. Perkeyndz

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 می باشد. 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 وزنی<sup>۳</sup> استفاده شده است. و همچنین برای تبدیل مصرف برق و گاز به واحد انرژی از رابطه: هر یک کیلو وات ساعت برابر است با  $3.6 \times 10^6$  ژول برای مصرف برق و با توجه به رابطه  $J = Pa \cdot m^3$  و این نکته که فشار گاز شهری معادل  $1/4$  پوند بر اینچ مربع می باشد و اینکه هر پوند بر اینچ مربع تقریباً برابر است با  $6894.7529$  پاسکال، فشار گاز شهری برابر می شود با  $1723/6893$  پاسکال استفاده شده است. همچنین برای تحلیل رابطه میان فرم و انرژی از آزمون های آماری ضریب همبستگی پیرسون، آزمون  $t$  دونمونه ای مستقل و آنوا استفاده شده است.

### ۲.۲. متغیرها و شاخص های تحقیق

در این تحقیق شاخص ها 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 گره های 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

صورت یکسان بودن تاثیر دیگر عوامل، مبنای بالقوه مفیدی برای پیش بینی و مقایسه الگوی مصرف انرژی در ساختمان ها می باشد (یاناس<sup>۱</sup>، ۱۹۷۲ و مارتین<sup>۲</sup>، ۱۹۹۴). در این پژوهش ابعاد مختلف فرم شهر و فرم ساختمان مورد بررسی قرار گرفته است. اکثر پژوهش های 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 مقایسه ای مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفته است.

### ۲. روش شناسی تحقیق

#### ۲.۱. روش تحقیق

نوع تحقیق حاضر کاربردی می باشد و در تدوین این تحقیق از روش های توصیفی-تحلیلی و اسنادی-پیمایشی استفاده شده است. از روش اسنادی، مطالعه کتابخانه ای برای جمع آوری دیدگاه ها، نظریات و تجربیات موجود استفاده خواهد شد. داده های مربوط به میزان مصرف انرژی و کیفیت ساختمان از طریق پرسشنامه گردآوری شده است.

روش نمونه گیری در این پژوهش، به صورت خوشه ای چند مرحله ای است بدین صورت که پرسشنامه ها به طور تصادفی در بین شهروندان هر محله بر اساس تعداد مسکن هر محله، پخش شده

1. Yanas  
2. Martin

3. simple additive weighting

به طور کلی سه عامل عمده در توسعه کالبدی شهر بابلس تأثیر مستقیم داشته‌اند که عبارتند از: رودخانه بابلرود، دریای خزر، شبکه ارتباطی جاده‌ای یا محورکناره و محور ارتباطی بابلس 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 دوره گذشته افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته است. که به دلیل گسترش شهر در محله‌های شرقی شهر و اضافه شدن روستا میاندشت به محدوده شهر بابلس می‌باشد.

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.

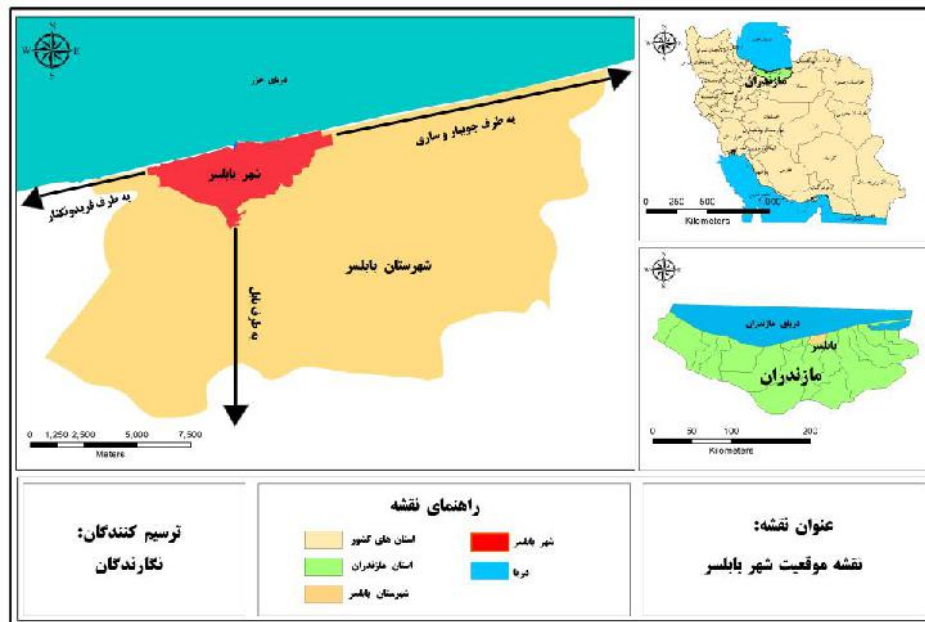
### ۳.۲. محدوده مورد مطالعه

قلمرو مکانی این تحقیق، شهر بابلس در استان مازندران از توابع شهرستان بابلس است. شهر بابلس دارای مساحتی بالغ بر ۱۹۱۹ هکتار و جمعیتی بالغ بر ۵۹۹۶۶ نفر می‌باشد (شهردار بابلس 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 میدین، خیابان‌ها و ساختمان‌های دولتی، گسترش شهر در امتداد محور رودخانه بابلرود و در دو سوی آن صورت گرفت.

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

سال	جمعیت	مساحت (هکتار)	رشد جمعیت (درصد)	رشد مساحت (درصد)
۱۳۳۵	۷۲۳۷	۶۰/۳۰	*	*
۱۳۴۵	۱۱۷۸۱	۲۴۴/۰۶	۴/۹۹	۱۳/۵۸
۱۳۵۵	۱۸۸۱۰	۷۶۷/۴۴	۴/۷۹	۱۲/۱۴
۱۳۶۵	۲۸۵۸۹	۱۱۷۳	۴/۲۷	۴/۳۳
۱۳۷۵	۳۸۶۴۴	۱۳۵۴	۳/۰۵	۱/۴۴
۱۳۸۵	۵۰۰۳۲	۱۶۵۰/۱۳	۲/۶۱	۱/۹۹
۱۳۹۰	۵۰۴۷۷	۱۸۸۷/۰۳	۰/۱۸	۲/۷۲
۱۳۹۵	۵۹۹۶۶	۱۹۱۹	۲/۶	۰/۳۴

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



شکل ۱. موقعیت شهر بابلسر

کاربری ها، تمرکز، دسترسی به زیرساخت ها و مالکیت اتومبیل استفاده شده است. هرکدام از این شاخص ها به زیر شاخه هایی تقسیم می شوند که در جدول زیر به تفصیل به آن پرداخته شده است.

۳. یافته های 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

جدول ۲. شاخص های تعیین فرم شهر

توضیحات	نحوه محاسبه	زیر شاخص	شاخص
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 می گویند. این شاخص حاصل تقسیم جمعیت بر مساحت جغرافیایی مورد نظر (ناحیه، شهر، محله) می باشد.	$PD = \frac{\text{جمعیت منطقه } i}{\text{مساحت منطقه } i}$	تراکم ناخالص مسکونی	تراکم
این شاخص، حاصل تقسیم تعداد واحدهای مسکونی منطقه مورد نظر بر مساحت جغرافیایی همان منطقه می باشد.	$TRD = \frac{\text{تعداد واحدهای مسکونی منطقه } i}{\text{مساحت منطقه } i}$	تراکم کلی مسکونی	
تراکم ساختمانی برابر است با نسبت سطح زیربنای ساختمان (در تمام طبقات) به مساحت قطعه زمین.	$FAR = \frac{\text{مساحت زیر بنا (در طبقات)}}{\text{مساحت منطقه } i}$	تراکم ساختمانی	اتصال
منظور، تعداد بلوک های شمارش شده در هر هکتار می باشد. هرچه تعداد بلوک های شمارش شده در هر هکتار از منطقه مورد نظر بیشتر باشد اتصال پذیری بالاتر را نشان می دهد.	$C = \frac{\text{تعداد بلوک منطقه } i}{\text{مساحت منطقه } i}$	تراکم بلوک	

ادامه جدول ۲

شاخص	زیر شاخص	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 می باشد. عدد بالاتر نشان دهنده خیابان های بیشتر است و با تراکم بالاتر خیابان، اتصال پذیری 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. هرچه 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 تقاطع های (گره های واقعی یعنی تقاطع سه راه یا چهار راه نه انتهای کوچه های بن بست) شمارش شده در هر واحد سطح (مانند هکتار). عدد بالاتر تقاطع های 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 گره های واقعی تقسیم بر تعداد کل همه گره ها است، یعنی تعداد تقاطع خیابان ها تقسیم بر تعداد تقاطع ها به اضافه بن بست ها. هرچه این مقدار بالاتر باشد، نشان می دهد 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 گره ها (تقاطع ها و یا انتهای یک بن بست) در سطح محدوده مورد مطالعه می باشد.
اختلاط	اختلاط کاربری	$H_1 = \frac{\text{آنتروپی شانون}}{\ln(m)} = \frac{-\sum_{i=1}^m (p_i) * \ln(p_i)}{\ln(m)}$	روش نسبت مساحت کاربری ها با استفاده از شاخص آنتروپی شانون استفاده شده است. شاخص آنتروپی روشی برای اندازه گیری تغییرات، پراکندگی یا تنوع است و نشان دهنده ی مقداری است که کاربری ها به صورت ناهمگن در یک محله توزیع یا پخش شده اند. مقدار صفر نشان دهنده همگونی است و وقتی اتفاق می افتد که تمام کاربری های در منطقه از یک نوع باشند. مقدار ۱ به معنی ناهمگونی کامل است؛ یعنی منطقه مورد نظر توسط کاربری ها مختلف دارای توزیع یکنواخت است.
	تمرکز	تمرکز اشتغال	$CP = \frac{\text{تعداد شاغلین منطقه } i}{\text{کل شاغلین شهر}}$
تمرکز جمعیت		$CP = \frac{\text{تعداد جمعیت منطقه } i}{\text{کل جمعیت شهر}}$	معادل نسبت تعداد جمعیت هر منطقه به کل جمعیت شهر می باشد.
تمرکز مسکونی		$CP = \frac{\text{تعداد مسکن منطقه } i}{\text{کل مسکن شهر}}$	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. آگه عدد به دست آمده ضرب در ۱۰۰ شود درصد دسترسی به برق در منطقه مورد نظر به دست می آید.
	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 می باشد. آگه عدد به دست آمده ضرب در ۱۰۰ شود درصد دسترسی به گاز در منطقه مورد نظر به دست می آید.
	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. آگه عدد به دست آمده ضرب در ۱۰۰ شود درصد دسترسی به آب در منطقه مورد نظر به دست می آید.
	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. آگه عدد به دست آمده ضرب در ۱۰۰ شود درصد دسترسی به تلفن در منطقه مورد نظر به دست می آید.
	نسبت مالکیت اتومبیل	نسبت مالکیت اتومبیل	$O = \frac{\text{تعداد خانوار مالک اتومبیل منطقه } i}{\text{کل خانوار منطقه } i}$

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

۲.۳. مدل مجموع ساده وزنی<sup>۱</sup> برای طبقه بندی

فرم شهر

این مدل یکی از ساده ترین روش های تصمیم گیری چند شاخصه می باشد. با محاسبه اوزان شاخص ها می توان 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 با توجه به شاخص ها و گزینه ها
- ۲) کمی کردن ماتریس تصمیم گیری
- ۳) بی مقیاس سازی مقادیر ماتریس تصمیم گیری
- ۴) تعیین وزن شاخص ها با استفاده از آنتروپی
- ۵) ضرب ماتریس بی مقیاس شده در اوزان شاخص ها

1. SAW

امتیاز افزایش می‌یابد فرم محله فشرده‌تر و هرچقدر میزان امتیاز پایین‌تر باشد فرم محله پراکنده‌تر است، بنابراین محله همت آباد بیشترین امتیاز (۰/۵۵۱) و محله علی‌آباد میرکمترین امتیاز (۰/۰۵۶) را در بین ۲۲ محله بابلسر به خود اختصاص داده‌اند.

۶) انتخاب بهترین گزینه ( $A^*$ )

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

بعد از انجام مراحل بالا امتیاز هر یک از محله‌ها محاسبه شده است، براین اساس هر چقدر میزان

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

رتبه	مجموع ساده وزنی SAW	نام محلات	ردیف	رتبه	مجموع ساده وزنی SAW	نام محلات	ردیف
۲۱	۰/۰۵۷۸	علوم پایه	۱۲	۳	۰/۱۰۹۰	پارکینگ‌ها	۱
۱۴	۰/۰۹۲۳	شهرک آزادگان	۱۳	۱۴	۰/۰۸۹۷	کتی بن	۲
۲	۰/۱۳۲۰	شهرک ساحلی	۱۴	۱۸	۰/۰۶۹۴	میانداشت	۳
۶	۰/۱۰۵۲	شهرک دانشگاه	۱۵	۱۳	۰/۰۸۹۸	جوادیه	۴
۸	۰/۰۹۷۴	یور محله بالا	۱۶	۱	۰/۱۲۸۵	همت آباد	۵
۴	۰/۱۰۵۴	یور محله	۱۷	۱۵	۰/۰۸۷۰	بی بی سرروزه	۶
۵	۰/۱۰۰۱	شهرک قائم	۱۸	۱۰	۰/۰۹۵۰	بازار محله	۷
۹	۰/۰۹۵۳	کاظم آباد	۱۹	۷	۰/۱۰۴۸	سادات محله	۸
۱۹	۰/۰۶۶۵	جواهری	۲۰	۱۷	۰/۰۷۴۴	ولیعصر	۹
۱۱	۰/۰۹۴۹	شهدا محله	۲۱	۲۰	۰/۰۶۵۶	نخست وزیری	۱۰
۱۶	۰/۰۷۶۱	قائمیه	۲۲	۲۲	۰/۰۵۶۸	علی آباد میر	۱۱

$$\text{فاصله تعیین طبقات} = \frac{\text{MAX} - \text{MIN}}{K}$$

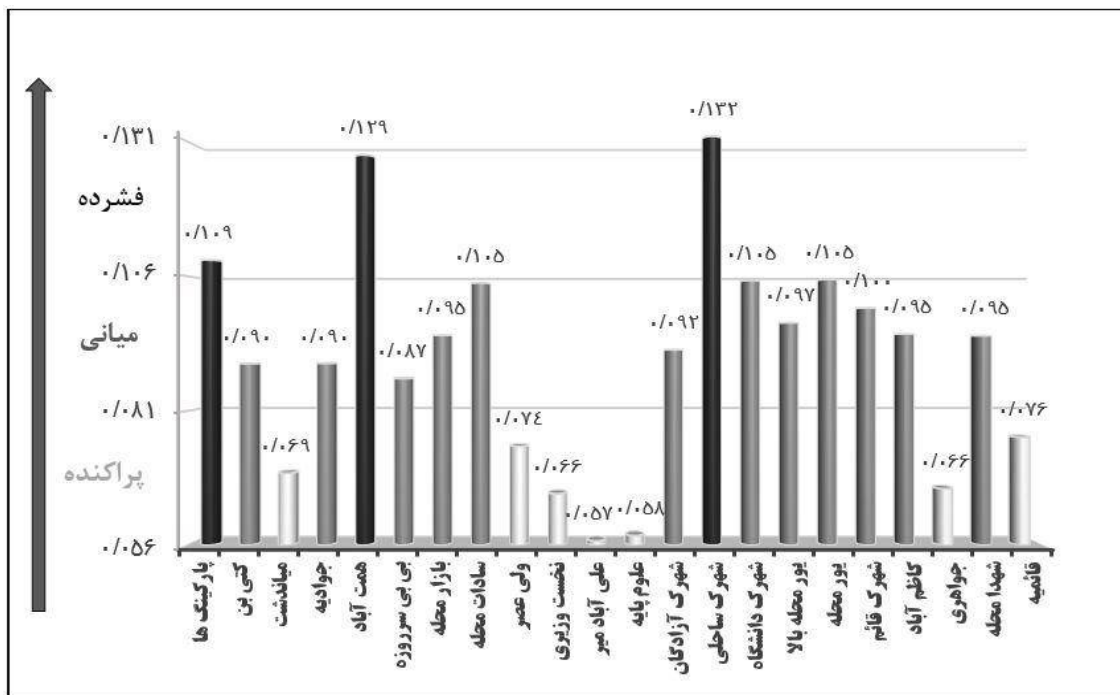
(2)

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

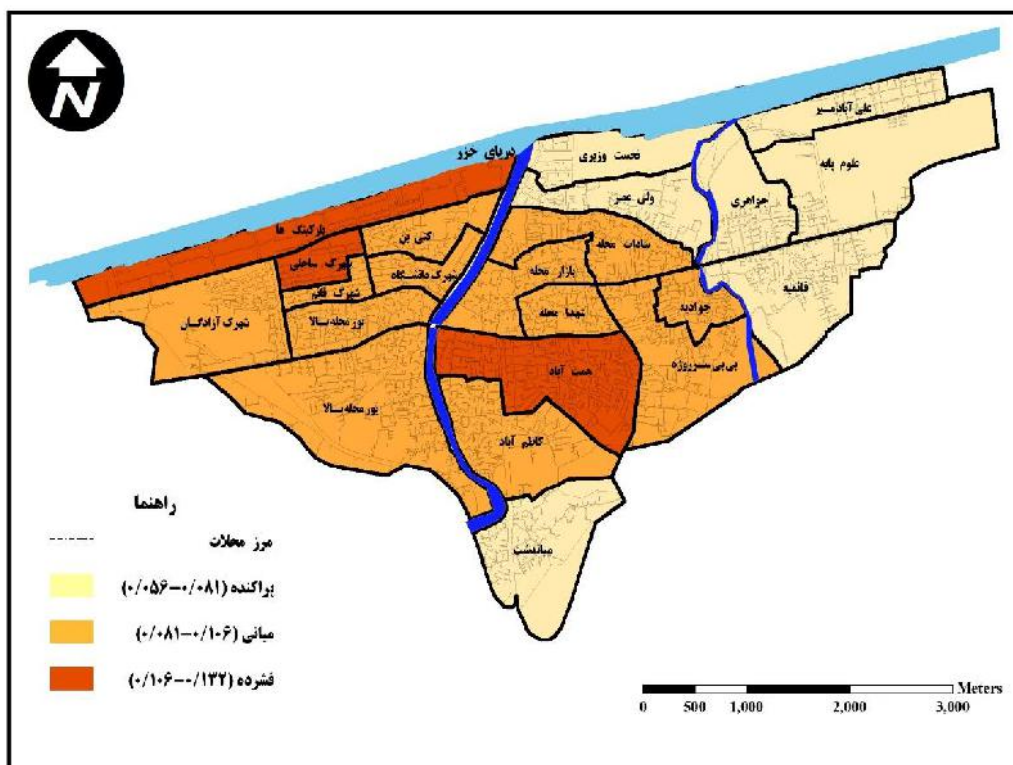
جدول ۴. طبقه بندی فرم محلات شهر بابلسر

نوع فرم	دامنه طبقاتی	محلات
پراکنده	۰/۰۵۶ - ۰/۰۸۱	علی آباد میر-علوم پایه-جواهری-نخست وزیری ولیعصر- میانداشت- قائمیه
میانی	۰/۰۸۱ - ۰/۱۰۶	جوادیه-بی بی سرروزه-شهدا محله-کتی بن-شهرک آزادگان- سادات محله- بازار محله-کاظم آباد- یور محله-شهرک قائم- یور محله بالا- شهرک دانشگاه
فشرده	۰/۱۰۶ - ۰/۱۳۲	پارکینگ-شهرک ساحلی-همت آباد

مأخذ: (یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵)



شکل ۲. طبقه بندی فرم محلات شهر بابلسر



شکل ۳. طبقه بندی 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 (۰/۲۳۴)، مصرف برق (۰/۲۳۴)، مصرف گاز (۰/۳۳۹)، مصرف آب (۰/۴۸۸)، هزینه تلفن ثابت (۰/۲۱۸) و هزینه تلفن همراه خانوار (۰/۲۶۲) همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح معنی‌داری ۰/۰۱ وجود دارد. یعنی با افزایش تعداد اعضای خانواده میزان مصرف انرژی هم در بخش‌های 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 می‌یابد. بررسی‌ها نشان می‌دهد 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

تعداد نمونه	مقدار P-Value	میزان همبستگی	متغیر وابسته	متغیر مستقل
۳۷۵	۰/۰۰۰	*۰/۲۳۴	مصرف انرژی	تعداد اعضای خانوار
۳۷۵	۰/۰۰۰	*۰/۲۳۴	مصرف برق	تعداد اعضای خانوار
۳۷۵	۰/۰۰۰	*۰/۳۳۹	مصرف گاز	تعداد اعضای خانوار
۳۷۵	۰/۰۰۰	*۰/۴۸۸	مصرف آب	تعداد اعضای خانوار
۳۷۵	۰/۰۰۰	*۰/۲۱۸	هزینه تلفن ثابت	تعداد اعضای خانوار
۳۷۵	۰/۰۰۰	*۰/۲۶۲	هزینه تلفن همراه	تعداد اعضای خانوار
۳۷۵	۰/۰۳۸	**۰/۱۰۷	مصرف انرژی	تعداد طبقات
۳۷۵	۰/۰۱۴	**۰/۱۲۷	مصرف انرژی	تعداد واحد
۳۷۵	۰/۰۰۳	**۰/۱۵۳	مصرف انرژی	تعداد اتاق
۳۷۵	۰/۰۰۷	**۰/۱۳۹	مصرف انرژی	تعداد پنجره

مأخذ: (یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵)

\*\*در سطح معناداری ۰/۰۱\*\*\*در سطح معناداری ۰/۰۰۵

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

همان‌گونه که در جدول شماره ۶ 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 ۱۴۵۳۰۶۶/۱۱ کیلوژول)

مسکونی با دیوارهای معمولی است و تفاوت معنی داری بین این دو گروه دیده می شود. در بررسی وجود تفاوت در بین واحدهای مسکونی با دیوارهای عایق بندی شده و بدون عایق نتایج نشان می دهد، بین واحدهای مسکونی دارای دیوارهای عایق بندی شده و واحدهایی با دیوارهای بدون عایق تفاوت معنی داری (۰/۰۴۲) وجود دارد. تفاوتی که نشان می دهد میانگین مصرف انرژی در واحدهای مسکونی با دیوارهای عایق بندی شده ۱۲۴۵۹۴/۳ کیلوژول کمتر از واحدهایی با دیوارهای معمولی است.

در میانگین مصرف انرژی (شخصی ۱۴۲۷۴۳۸/۷۳ کیلوژول و استیجاری ۱۴۲۰۱۲۹/۱۷ کیلوژول) با هم مشابه هستند. طبق یافته ها مصرف انرژی در واحدهای مسکونی با پنجره های دوجداره (۱۱۹۶۹۱۹/۲۶ کیلوژول) کمتر از واحدهای مسکونی با پنجره های معمولی (۱۴۴۹۰۵۱/۲ کیلوژول) است و تفاوت معنی داری در میزان مصرف انرژی بین این دو گروه دیده می شود. همچنین مصرف انرژی در واحدهای مسکونی با دیوارهای دوجداره کمتر از واحدهای

جدول ۶. نتایج آزمون t دو نمونه ای مستقل بین متغیرهای فرم و مصرف انرژی

متغیر مستقل	متغیر وابسته	گروه ها	میانگین مصرف انرژی (کیلوژول)	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			

در سطح معناداری ۰/۰۵

مأخذ: (یافته های پژوهش، ۱۳۹۵)

مقابل واحدهای ۷۶ تا ۸۰ متر بیشترین میانگین مصرف انرژی را در بین گروه های مختلف از نظر زیر بنا داشته است. شاید یکی از دلایلی که این گروه از واحدهای مسکونی، بیشترین میزان مصرف انرژی را به خود اختصاص داده است؛ تعداد کم نمونه ها در این گروه باشد. در مجموع یافته های این قسمت

جدول شماره ۷ میانگین مصرف انرژی را در میان گروه های مختلف از فرم ساختمان نشان می دهد. طبق نتایج آزمون آنووا بین سطوح مختلف زیربنای مسکونی از نظر میانگین مصرف انرژی تفاوت معناداری وجود دارد. واحدهای زیر ۵۰ متر کمترین میانگین مصرف انرژی را در بین گروه ها دارند و در

خشت و گل کمترین مقدار را به خود اختصاص داده است. تفاوت مصرف انرژی در بین گروه‌های مختلف اسکلت ساختمان نیز مشاهده می‌شود، به طوری که میانگین مصرف انرژی در اسکلت فلزی کمتر از بتون آرمه بوده است. در مورد نوع عایق پشت بام واحدهای مسکونی با عایق شیروانی با میانگین  $1482001/68$  کیلوژول انرژی بیشترین میزان مصرف و عایق موزائیک کمترین میزان را دارد. میانگین مصرف انرژی در جهت‌های مختلف جغرافیایی «نما» نیز تفاوت معنی‌داری با هم دارند و مصرف در جهت جنوبی کمتر از سایر جهات است. همچنین در بین انواع مختلف، مساکنی که فقط از یک طرف با فضای اطراف ارتباط دارند مصرف انرژی کمتری نسبت به انواع دیگر دارند.

نشان می‌دهد با افزایش سطح زیربنا بر میزان انرژی مصرفی واحدهای مسکونی افزوده می‌شود.

یافته‌ها نشان می‌دهد مصرف انرژی در طبقات ساختمان نیز با یکدیگر تفاوت معناداری دارند و میزان مصرف در واحدهای مسکونی همکف نسبت به سایر واحدها بیشتر است. بناهای چند طبقه و چند واحدی اتلاف حرارتی کمتری دارند، که شاید کاهش ضخامت پوسته‌ی بنا یکی از دلایل آن باشد. همچنین میانگین مصرف انرژی در واحدهای مسکونی با افزایش عمر ساختمان به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. آزمون آنوا این تفاوت معنی‌دار را در میزان مصرف انرژی را تأیید می‌کند.

مصرف انرژی در گروه‌های مختلف مصالح نیز تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند. در میان انواع مصالح، بلوک سیمانی بیشترین میزان مصرف و

جدول ۷. میانگین مصرف انرژی در گروه‌های مختلف فرم ساختمان

متغیر مستقل	گروه‌ها	میانگین مصرف انرژی (کیلوژول)
مساحت زیربنا	زیر ۵۰ متر	۱۰۳۲۱۲۵/۴۰
	۵۰ تا ۷۵ متر	۱۱۹۷۴۸۹/۱۸
	۷۶ تا ۸۰ متر	۲۶۹۱۶۲۲/۲۹
	۸۱ تا ۱۰۰ متر	۱۴۰۱۵۰۷/۷۷
	۱۰۱ تا ۱۵۰ متر	۱۴۰۴۹۱۰/۹۶
	۱۵۱ تا ۲۰۰ متر	۱۵۲۶۲۳۳/۹۶
	۲۰۱ تا ۳۰۰ متر	۱۶۸۳۵۵۷/۵۰
طبقه سکونت	طبقه همکف	۱۵۲۸۹۹۰/۸۶
	پیلوت	۱۲۹۹۶۹۲/۵۵
	طبقه اول	۱۳۳۳۴۸۱/۹۱
	طبقه آخر	۱۲۱۹۵۶۸/۵۰
عمر ساختمان	سایر طبقات	۱۳۸۴۱۳۴/۴۹
	زیر ۵ سال	۱۱۹۷۱۲۱/۳۱

## ادامه جدول ۷

متغیر مستقل	گروه ها	میانگین مصرف انرژی (کیلوژول)
عمر ساختمان	۱۰-۵ سال	۱۳۱۸۳۱۵/۰۲
	۱۱-۲۰ سال	۱۳۸۰۰۰۴
	۲۱-۳۰ سال	۱۵۵۵۲۲۲/۶
	بالای ۳۰ سال	۱۵۹۳۶۸۱/۲۱
مصالح عمده بکار رفته	آجر، آهن، سنگ	۱۲۸۵۰۹۸/۴۳
	بلوک سیمانی	۱۴۹۷۳۸۸/۵۰
	تمام آجر	۱۴۷۸۵۶۸/۲۳
	خشت و گل	۸۴۸۶۹۶/۰۰
اسکلت ساختمان	اسکلت فلزی	۱۲۹۶۴۴۲/۳۳
	بتن آرمه	۱۳۶۳۸۵۰/۸۹
	سایر	۱۵۲۶۴۷۰/۵۹
نوع عایق پشت بام	ایزوگام	۱۲۵۱۰۴۲/۴۰
	موزائیک	۱۲۱۵۳۹۷/۲۵
	شیروانی	۱۴۸۲۰۰۱/۶۸
جهت نما	شمالی	۱۵۰۲۲۹۳/۳۶
	جنوبی	۱۳۲۴۱۱۴/۱۸
	شرقی	۱۴۴۴۵۶۶/۱۷
	غربی	۱۵۲۸۴۴۴/۲۹
نحوه ارتباط واحد مسکونی با فضای اطراف	از یک طرف باز است	۱۲۵۱۰۱۲/۸۷۴
	از دو طرف باز است	۱۴۳۴۶۶۲/۲۰۸
	از سه طرف باز است	۱۵۵۵۲۹۸/۸۸۳
	از چهار طرف باز است	۱۶۰۰۶۹۷/۲

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	۳/۸۰۶	۰/۰۰۵
مصالح عمده بکار رفته	۴/۲۲۴	۰/۰۰۶

## ادامه جدول ۸

مقدار P-Value	مقدار F	متغیر مستقل
۰/۰۳۱	۳/۵۱۰	اسکلت ساختمان
۰/۰۰۴	۵/۴۹۴	نوع عایق پشت بام
۰/۰۴۱	۲/۷۷۸	جهت نما
۰/۰۰۲	۵/۱۱۲	نحوه ارتباط واحد مسکونی با فضای اطراف

مأخذ: (یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵)

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.

## ۳.۴. مقایسه مصرف انرژی در فرم‌های مختلف

## محله‌های 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 ۳۳۴ کیلووات کمترین میزان مصرف انرژی را در بین محلات ۲۲ گانه شهر بابلسر دارد. در مورد مصرف گاز محله میاندشت با میانگین ۲۸۶/۴ مترمکعب بیشترین مقدار مصرف را دارد و در مقابل شهرک قائم با میانگین ۲۱۳/۴۲ مترمکعب

## 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	۲۱۶/۵۰	۲۶۴۰۰/۰۰	۱۳۷۷۳۷۳
کتی بن	۴۲۳/۸۵	۲۴۰/۸۵	۳۳۳۳۱/۵۴	۱۵۲۶۲۶۱
میاندشت	۴۳۸/۳۳	۲۸۶/۴۰	۳۲۱۰۶/۶۷	۱۵۷۸۴۹۳
جوادیه	۴۲۹/۴۳	۲۶۳/۰۷	۳۲۰۸۳/۵۷	۱۵۴۶۳۹۶
همت آباد	۴۶۵/۹۸	۲۸۳/۵۷	۳۲۳۸۸/۵۳	۱۶۷۸۰۱۸
بی بی سرروزه	۳۹۶/۹۲	۲۶۶/۸۸	۲۸۴۳۵/۶۰	۱۴۲۹۳۷۲
بازار محله	۵۰۸/۹۵	۲۵۰/۸۶	۲۵۵۲۶/۳۶	۱۸۳۲۶۶۸
سادات محله	۳۸۱/۱۳	۲۵۲/۶۹	۲۸۴۶۷/۸۱	۱۳۷۲۴۸۵
ولیعصر	۳۹۲/۰۰	۲۶۵/۷۷	۳۲۰۸۶/۹۲	۱۴۱۱۶۵۸



## 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	۳۳۴/۰۰	۲۱۵/۰۰	۲۶۷۹۵/۰۰	۱۲۰۲۷۷۰
علی آباد میر	۳۷۵/۳۸	۲۶۱/۰۰	۲۷۸۲۶/۲۵	۱۳۵۱۷۹۹
علوم پایه	۳۸۴/۸۰	۲۵۵/۰۰	۲۹۷۲۰/۰۰	۱۳۸۵۷۱۹
شهرک آزادگان	۳۵۲/۶۹	۲۴۲/۲۵	۲۸۹۷۹/۳۸	۱۲۷۰۰۹۲
شهرک ساحلی	۳۶۱/۳۱	۲۴۹/۰۰	۲۹۱۴۵/۳۸	۱۳۰۱۱۳۶
شهرک دانشگاه	۳۳۷/۹۲	۲۱۵/۳۳	۲۹۲۶۶/۶۷	۱۲۱۶۸۷۱
یورمحله بالا	۳۸۲/۵۷	۲۴۲/۸۶	۳۰۰۳۶/۴۳	۱۳۷۷۶۷۵
یورمحله	۳۳۹/۹۶	۲۱۹/۳۸	۳۰۰۸۱/۱۵	۱۲۲۴۲۳۹
شهرک قائم	۳۵۳/۳۳	۲۱۳/۴۲	۲۷۸۴۷/۹۲	۱۲۷۲۳۶۷
کاظم آباد	۳۴۵/۸۱	۲۱۹/۴۸	۲۷۰۳۷/۳۳	۱۲۴۵۳۱۱
جواهری	۳۶۴/۲۰	۲۱۹/۳۰	۲۸۳۴۷/۰۰	۱۳۱۱۴۹۸
شهدا محله	۳۴۹/۷۶	۲۲۳/۵۹	۳۱۳۸۵/۲۹	۱۲۵۹۵۳۸
قائمیه	۳۹۷/۶۷	۲۴۲/۳۳	۲۹۳۴۰/۰۰	۱۴۳۲۰۱۷

ماخذ: (یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵)

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

مقدار P-Val ue	مقدار F	میانگین مصرف انرژی (کیلو ژول)	گروه ها	متغیر وابسته	متغیر مستقل
۰/۱۲۵	۲/۰۹۱	۱۴۲۲۷۱۸/۲۹	پراکنده	مصرف انرژی	فرم شهر
		۱۳۸۲۰۴۴/۶۹	میانی		
		۱۵۳۰۰۳۵/۸۹	فشرده		

در سطح معناداری ۰/۰۵

ماخذ: (یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵)

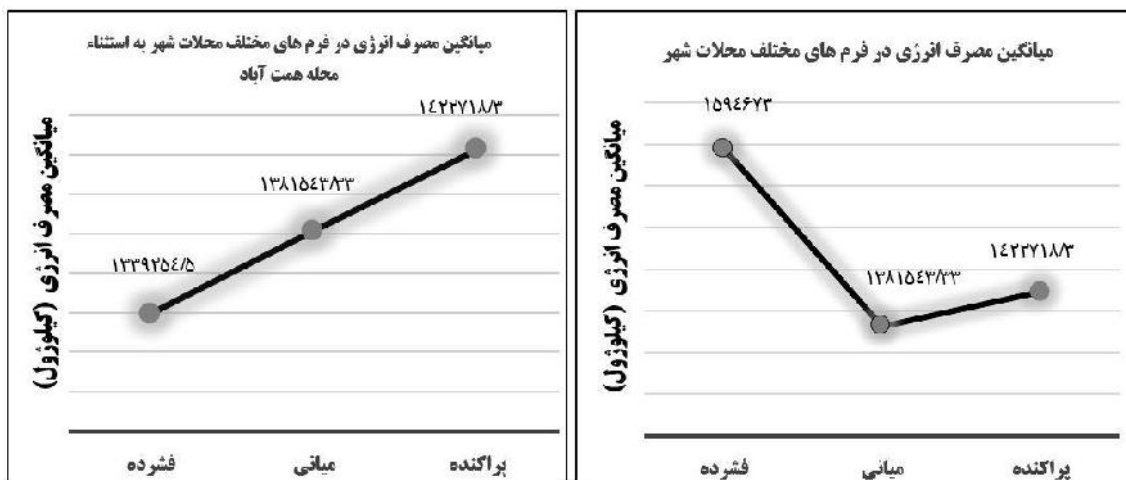
ساختمان‌های بالای ۳۰ سال (شکل ۵) و دارای بیشترین میزان مصرف انرژی در بین محلات شهر، کنار گذاشته شود، مصرف انرژی در فرم فشرده پایین‌ترین مقدار را در بین فرم‌های مختلف خواهد داشت. به همین ترتیب بعد از فرم فشرده، فرم میانی و سپس فرم پراکنده قرار می‌گیرند.

مقایسه مصرف انرژی در فرم‌های مختلف محلات شهر بابل‌س 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 می‌شوند. اما واقعیت امر چیز دیگری است، اگر محله همت‌آباد (محله ای قدیمی و فرسوده با بیشترین درصد

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

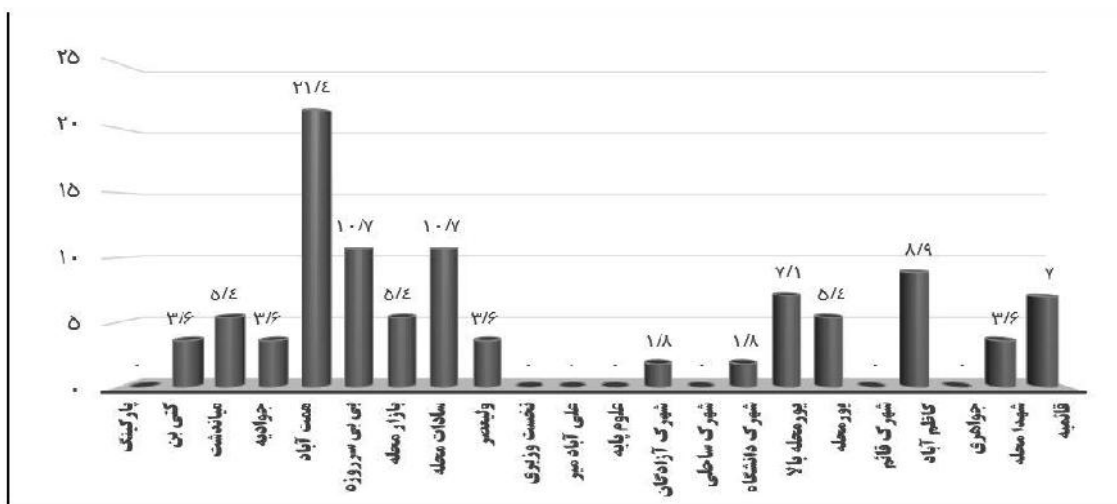
فرم	میانگین مصرف	میانگین مصرف (به استثناء همت آباد)
پراکنده	۱۴۲۲۷۱۸/۲۹	۱۴۲۲۷۱۸/۲۹
میانی	۱۳۸۱۵۴۳/۳۳	۱۳۸۱۵۴۳/۳۳
فشرده	۱۵۹۴۶۷۳/۵۵	۱۳۳۹۲۵۴/۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش، (۱۳۹۵)



شکل ۴. 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 (سال ۱۳۹۵)

مأخذ: یافته‌های پژوهش، (۱۳۹۵)

## ۴. 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 می‌گیرد، 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 تکنولوژی‌های 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 محدودیت‌های 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 واحدهای مسکونی هم صدق می‌کند؛ 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 ۱۳۴ مترمربع به ازای هر خانوار و ۴۲ 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 می‌روند.

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 نموده‌اند. نتایج بررسی در بابلسر نشان داد که حدود ۹ درصد از واحدهای مسکونی که عمری کمتر از ۱۰ سال دارند دارای پنجره‌های دوجداره‌اند. پنجره‌های دوجداره در گرمایش و سرمایش ساختمان نقشی اساسی در کاهش مصرف انرژی دارد.

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 فناوری های جدید مدیریت

ساختمان (BMS<sup>1</sup>) به جای دادن یارانه در مصرف نهایی انرژی خانوار

۲- رعایت ضوابط فنی ساختمان و ارتقای

استانداردهای موجود جهت افزایش طول عمر مفید ساختمان ها

۳- ایجاد ساز و کارهای عملی و قابل اجرا

برای برچسب راندمان انرژی ساختمان

۴- بهسازی، نوسازی و مرمت بافت کالبدی

محلله های فرسوده

۵- توجه مدیران و برنامه ریزان شهری به

مزایای فرم فشرده و هوشمند نسبت به فرم پراکنده

به طوری که واحدهای مسکونی که از پنجره های دوجداره استفاده کرده اند ۲۵۲۱۳۲ کیلوژول انرژی کمتری نسبت به واحدهای مسکونی با پنجره های معمولی مصرف شده است. امروزه با بیشتر شدن مصرف انرژی در ساختمان ها، نقش عایق کاری ساختمان ها موضوعی جدی به شمار می رود.

استفاده از عایق های دیوار و سقف نقش بسیار مهمی در کاهش مصرف انرژی در ساختمان ها دارد. در شهر بابلسر ساختمان هایی که از دیوارهای عایق بندی شده استفاده نموده اند ۲۴۱۹۷۶ کیلوژول کمتر نسبت به واحدهای مسکونی بدون عایق دیوار، انرژی مصرف نموده اند.

همچنین انرژی مصرفی در واحدهای مسکونی که از عایق سقف استفاده می کنند ۲۳۰۹۵۸ کیلوژول (معادل ۸ درصد) کمتر از واحدهای مسکونی بدون عایق سقف بوده است و واحدهای مسکونی که از دیوارهای دوجداره استفاده می کنند ۲۴۱۹۷۷ کیلوژول (معادل ۸/۶ درصد) نسبت به واحدهای مسکونی با دیوارهای معمولی صرفه جویی 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 فرم ها برخوردار است. یافته های پژوهش حاضر از آن جهت حائز اهمیت است که نتایج به دست آمده در بیشتر جنبه ها بر الگوهای مفهومی استوار بوده و با مطالعاتی که در این زمینه انجام گرفته همخوانی دارد، و پیشینه

## 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 مجتمع های 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 در ایران امروز، ابرکوه، ایران، ۱۰-۱.
۴. بزی، خ.، شاه مرادی، ل.، حیدری تاشه کبود، ا. (۱۳۹۳). بررسی و ارزیابی مشارکت های مردمی در توسعه ی پایدار محله ای با استفاده از مدل TOPSIS. جغرافیا و توسعه، ۱۲ (۳۶)، 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.
۶. رضازاده، ا. ح.، سنایی، ز.، و زارع، م. (۱۳۹۰). بررسی عوامل موثر پایداری در بهینه سازی مصرف انرژی در مجتمع های 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)، ۹-۱.
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)، ۴۷-۳۶.
۱۴. 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 و کاهش مصرف انرژی ساختمان، دومین همایش ملی اقلیم، ساختمان و بهینه سازی مصرف انرژی (با رویکرد توسعه پایدار)، اصفهان، ایران، ۱-۶.
۱۶. 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 بهینه 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](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.