

# اثر شاکله بافت بر میزان جذب تابش خورشیدی بنا در واحدهای همسایگی مناطق با اقلیم سرد (مطالعه موردی: روستای چهرقان)

فهیمة میرزائی\*، فاطمه مهدیزاده سراج\*\*، ریما فیاض\*\*\*، سید مجید مفیدی شمیرانی\*\*\*\*

۱۳۹۸/۰۲/۲۵

تاریخ دریافت مقاله:

۱۳۹۸/۰۷/۲۱

تاریخ پذیرش مقاله:

چکیده

مباحث زیست‌محیطی و به‌ویژه انرژی نقشی کمرنگ در تدوین طرح‌های مطالعاتی روستایی دارند و منجر به پیامدهای منفی زیست‌محیطی همچون مصرف بی‌رویه انرژی می‌شوند. بخش عمده مصرف انرژی روستاها به ساختمان‌های مسکونی تعلق دارد و شکل بافت روستا یکی از عوامل تأثیرگذار ب این مسئله است. اغلب پژوهش‌های پیشین به بررسی مصرف انرژی در مقیاس خرد و به صورت تک‌بنا پرداخته‌اند و مصرف انرژی تک‌بنا به‌عنوان جزوی از کل بافت روستا و در مقیاس واحد همسایگی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. براساس مطالعات پیشین، طراحی واحدهای همسایگی به‌گونه‌ای که بیشترین جذب تابش خورشیدی را داشته باشند می‌تواند تأثیر مستقیمی بر عملکرد حرارتی هر یک از بناها داشته باشند. مقاله حاضر با هدف بررسی اثر شاکله بافت روستایی بر مقدار جذب تابش خورشیدی بناهای روستایی شکل گرفته است. بدین ترتیب تأثیر سه پارامتر بافت یعنی جهت‌گیری ساختمان‌ها، ارتفاع ساختمان‌ها و الگوهای مسکن روستایی در میزان جذب تابش خورشید سالیانه بناها بررسی شده و با تغییر پارامترهای مذکور مدل‌های گوناگون بافت روستایی شکل گرفته است. تعداد ۷۵۶۰ مدل توسط پلاگین گرسه‌پا شبیه‌سازی شده و نتایج شبیه‌سازی به کمک نرم‌افزار اکسل در قالب نمودار تهیه گردیده است. نتایج حاکی از آن است که از میان سه پارامتر «الگوی مسکن»، «ارتفاع ساختمان» و «جهت‌گیری ساختمان‌ها»، بیشترین تأثیر در میزان جذب تابش خورشید توسط سطوح ساختمان مربوط به پارامتر «الگوی مسکن» با ۷۰ درصد تأثیرگذاری بوده و پس از آن پارامترهای «ارتفاع ساختمان» با ۴۰ درصد و «جهت‌گیری ساختمان‌ها» با ۸ درصد در رتبه دوم و سوم قرار گرفته است. همچنین در صورت ثابت فرض کردن سطح اشغال بنا، تغییر در نوع الگو بر میزان جذب تابش خورشید اثرگذار است که در مقاله حاضر الگوی "حیاط مرکزی با حیاط بیرونی" همیشه دارای بیشترین میزان جذب تابش خورشیدی نسبت به سایر الگوهای مسکن بومی بوده است. بعلاوه در بافت‌های مسکونی که دارای تراکم یکسانی هستند در صورت تغییر در ارتفاع ساختمان‌ها، شاهد نتایج متفاوتی از نظر میزان جذب تابش خورشید و در نتیجه مصرف انرژی ساختمان‌ها خواهیم بود. دستاوردهای پژوهش حاضر تأثیرگذار بر طرح بافت روستایی، تعیین تراکم ساختمان‌ها و نوع الگوی مسکن روستایی در حین برنامه‌ریزی و طراحی روستاها است.

**کلمات کلیدی:** انرژی، الگوی مسکن روستایی، بافت روستایی، همجواری بناها، واحد همسایگی.

\* دانشجوی دکتری معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران.

\*\* استاد گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران. mehdizadeh@iust.ac.ir

\*\*\* دانشیار گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر، تهران، ایران.

\*\*\*\* استادیار گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران.

تشکیل گردیده است و در دو دهه گذشته گام‌های مؤثری در بهبود عملکرد روستاها در ابعاد گوناگون برداشته است. از آن جمله می‌توان به مقاوم‌سازی بناها، توجه به مسائل زیباشناختی در طرح بناها و همچنین در نظر گرفتن مسائل بوم‌شناختی و معماری بومی روستا اشاره نمود. اما مسئله‌ای که در اکثر طرح‌های روستایی مغفول مانده است و یا نقش کم‌رنگی دارد، عدم توجه به مسائل زیست‌محیطی و به‌ویژه بحث انرژی در کنار سایر مسائل اجتماعی، اقتصادی و کالبدی روستاهاست. راهکارهای بسیاری به‌منظور بهینه‌سازی و کنترل مصرف انرژی وجود دارد؛ از آن جمله استفاده حداکثری انرژی خورشیدی از طریق جذب حداکثری تابش خورشید به ویژه در مناطق سرد است.

مقاله حاضر در پی پاسخگویی به این سؤالات است:

۱. میزان دریافت تابش خورشید توسط سطوح خارجی هر یک از الگوهای بومی مسکن روستا به چه میزان است؟

۲. تغییر پارامترهای بافت روستایی همچون نوع الگوی مسکن، جهت‌گیری ساختمان‌ها، ارتفاع ساختمان‌ها و میزان تراکم بناها چه میزان بر جذب تابش خورشید توسط سطوح خارجی ساختمان‌ها مؤثر هستند؟

۳. مناسب‌ترین فرم واحد همسایگی از نظر میزان جذب تابش خورشید توسط سطوح خارجی بناها متشکل از کدام الگوی مسکن روستایی و با چه جهت‌گیری و ارتفاع در ساختمان‌ها آن می‌باشد؟

در پی پاسخگویی به سؤالات مطروحه، این مقاله به‌شناسایی راهکارهای بهبود عملکرد حرارتی ساختمان‌ها در به حداکثر رساندن جذب تابش خورشید از طریق تغییر در شاکله بافت روستایی پرداخته است. تحقیقات بیانگر این مطلب است که شاکله بافت می‌تواند تأثیر مستقیمی بر مصرف انرژی سرمایشی و

ایران به‌دلیل پابندی به معاهدات بین‌المللی توافق پاریس<sup>۱</sup> و پیمان کیوتو<sup>۲</sup> ملزم به تعیین سیاست‌ها و راهبردهایی است که میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌صورت مستمر محاسبه، گزارش و کنترل شود. آمارها نشان می‌دهد که نرخ رشد مصرف حامل‌های انرژی طی سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۶ در جهان ۱/۹۸ درصد و در ایران ۳/۶ درصد بوده است (سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت، ۱۳۸۹). در چشم‌انداز ۱۴۰۴، ایران از صادرکننده خالص انرژی به یک کشور واردکننده مبدل خواهد شد و مزیت‌های نسبی درآمدهای سرشار ناشی از صادرات انرژی را نیز از دست خواهد داد (شاه‌حسینی، ۱۳۸۸). ازاین‌رو ضرورت مدیریت مصرف انرژی امری غیرقابل چشم‌پوشی است. مدیریت صحیح مصرف انرژی مستلزم شناخت وضعیت موجود و الگوی مصرف، انجام برنامه‌ریزی و اعمال کنترل برای بهینه‌سازی و اصلاح الگوی مصرف هست (خادومی زارع و اخوان، ۱۳۸۷: ۸؛ طلوعیان، ۱۳۸۵). مطابق آمارهای موجود، ساختمان‌های مسکونی ایران بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان انرژی می‌باشند (ریاضی و حسینی، ۱۳۹۰: ۱). براساس نتایج سرشماری ۱۳۹۵ مرکز آمار ایران، جمعیت ساکن در شهرهای ایران ۵۹۱۴۶۸۴۷ نفر و جمعیت روستاهای کشور ۲۰۷۳۰۶۲۵ نفر هست؛ بنابراین بیش از ۳۵ درصد جمعیت ایران در روستاها ساکن هستند و این نشانگر اهمیت توجه به روستاها همچون شهرها است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵).

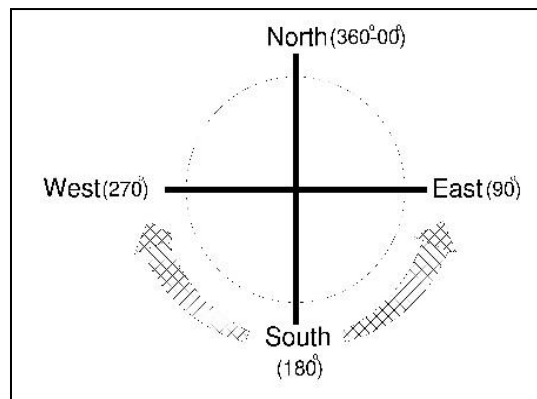
بنیاد مسکن انقلاب اسلامی به منظور تأمین مسکن محرومان، متولی توسعه و عمران روستاهای کشور و ساخت واحدهای مسکونی شهرها در چارچوب سیاست‌ها و برنامه‌های دولت جمهوری اسلامی ایران

## ادبیات موضوع

مطالعات پیشین بیانگر رابطه‌ی مستقیم میزان جذب تابش خورشید و نحوه‌ی عملکرد حرارتی ساختمان می‌باشند. شن و همکارانش (۲۰۱۱)، دریافتند که تابش خورشیدی بر دمای داخلی و خارجی که همانا عملکرد حرارتی ساختمان است، تأثیر می‌گذارد. همچنین، روستائی و عریانی‌نژاد بیان می‌نمایند که استفاده از انرژی خورشیدی در معماری به‌دو روش صورت می‌پذیرد که یکی از این روش‌ها استفاده از انرژی حرارتی خورشید جهت تأمین نیازهای حرارتی ساختمان است (روستائی و عریانی‌نژاد، ۱۳۹۳: ۴۷). مطالعات مرتبط با عملکرد حرارتی ساختمان را می‌توان در سه مقیاس مورد بررسی قرارداد؛ مقیاس خرد، مقیاس میانی، و مقیاس کلان. مطالعات جهانی بسیاری در شهرها و در هر سه مقیاس فوق‌الذکر صورت گرفته است؛ اما مطالعات انجام شده در این زمینه بیشتر بر مقیاس خرد متمرکز بوده و به‌ندرت عملکرد حرارتی ساختمان را در مقیاس میانی و کلان مورد ارزیابی قرار داده‌اند (Salat, 2009 & woo et al., 2018 & Jige et al., 2014 & Sanaieian et al., 2014). عوامل بسیاری در عملکرد حرارتی ساختمان در هر سه مقیاس مؤثرند که این مقاله به سه عامل تغییر ارتفاع ساختمان‌ها، تغییر جهت‌گیری بناها، و همچنین تغییر فرم بنا خواهد پرداخت.

مرتضایی و همکاران (۱۳۹۶)، بیان می‌دارد که بین مصرف انرژی اولیه و شاخص‌های طرح چیدمان، مکان قرارگیری توده، فرم ساختمان، ارتفاع ساختمان، سطح معابر و فضاهای باز رابطه همبستگی قوی و بین مصرف انرژی اولیه و شاخص تناسبات بلوک، رابطه همبستگی متوسط وجود دارد (مرتضایی و همکاران، ۱۳۹۶: ۴۱-۵۴). نورالدین و معین‌مهر (۱۳۹۲)، به ارائه

گرمایشی تک بنا داشته باشد (woo et al., 2018 & Jige Quan et al., 2014 & Sanaieian et al., 2014).  
 ۳. بیان می‌دارد که با تغییر مقیاس، امکان تغییر در نتایج پژوهش وجود دارد و این مسئله به‌طور غیرمستقیم اهمیت تحلیل عملکرد حرارتی ساختمان‌ها را در مقیاس‌های بالاتر برای محققان روشن می‌سازد (Salat, 2009).  
 براین‌اساس، مصرف انرژی مسکن روستایی با قرارگیری در میان سایر بناهای بافت روستایی متفاوت از زمانی است که به‌صورت مجزا و بدون در نظر گرفتن بافت اطراف مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. عوامل بسیاری بر میزان جذب تابش خورشیدی مسکن روستایی در مقیاس همسایگی مؤثر می‌باشند که در مقاله حاضر به‌مواردی چون تغییر ارتفاع ساختمان‌ها، تغییر جهت‌گیری بناها، و همچنین تغییر فرم بنا پرداخته شده است. بدین منظور ابتدا الگوهای موجود مسکن روستایی شناسایی شده و سپس با اعمال تغییر در ارتفاع ساختمان‌ها به ساخت ۴۲ مدل واحد همسایگی از خانه‌های روستایی دست‌یافته و در نهایت برای بررسی تأثیر جهت‌گیری بر میزان جذب تابش خورشیدی، هر یک از مدل‌ها را بین زاویه ۹۰° تا ۲۷۰° نسبت به جنوب جغرافیایی چرخانده و مورد ارزیابی قرار داده است (تصویر شماره ۱).



ت ۱. زاویه ۹۰° تا ۲۷۰°

بهره‌مندی بیشتر از نور روز در نمای ساختمان باعث شکل‌گیری معیارهای جدید طراحی شد که فرم و تراکم را تحت تأثیر قرار داد (Kanters & Horvat, 2012: p.1143 – 1152; Mutani & Vicentini, 2013: p.87-92). چنچن<sup>۱</sup> (۲۰۱۲) به کمک شبیه‌سازی تلاش نمود تا دریابد که چینش‌های مختلف بافت شهری چطور بردسترسی به انرژی خورشیدی و میزان انرژی مصرفی ساختمان‌ها تأثیر می‌گذارد (Chenchen, 2012: P.1). وارتلومایس<sup>۲</sup> (۲۰۱۷) به بررسی اثر فرم بلوک ساختمانی بر مصرف انرژی گرمایشی و سرمایشی پرداخته است (Vartholomaios, 2017: p.135-145). رد و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۴) میزان نیاز انرژی گرمایشی را در ارتباط با شاخص‌های تراکم، نسبت سطح به حجم، ارتفاع و سطح اشغال ساختمان در الگوهای مختلف ساختمانی ارزیابی نموده‌اند (Rode et al., 2014: 138-162). اندرو<sup>۴</sup> (۲۰۱۴) به بررسی تأثیر پارامترهایی همچون آرایش، هندسه و جهت‌گیری معابر بر شرایط سایه‌اندازی و دسترسی به انرژی خورشیدی پرداخته است. وی اشاره دارد که این پارامترها به شدت می‌توانند شرایط خرد اقلیمی مانند درجه حرارت هوا و دمای سطحی را تحت تأثیر قرار دهند (Andreou, 2014: 587-596). هاچمت (۲۰۱۲) بیان می‌دارد که پارامترهای مختلفی بر میزان دسترسی به نور خورشید اثر می‌گذارد مانند جهت‌گیری و شکل ساختمان، تراکم و ترکیب ساخت در یک ساختگاه (Hachem et al., 2012: P.335). در مطالعات پیشین نشان داده شده است که نوع چینش ساختمان‌ها (Compagnon, 2004: 321-328, Andreou, 2014: 587-596, Vartholomaios, 2017: p.135-145, Chenchen, 2012: P.1, و مرتضایی و همکاران، ۱۳۹۶)، جهت‌گیری ساختمان‌ها (Delmastro, et al., 2015: p.91-94, Ghosh et al., 2006: p.216, Kanters et al., 2012: p. 1143 و رفیعیان و همکاران، ۱۳۹۰)،

راهکارهایی به منظور تحقق سکونتگاه‌های روستایی پایدار پرداخته است. به‌ویژه بیان می‌دارد که معماری رایج امروز در روستاها منطبق با شرایط اقلیمی نیست و در پی ارائه اصول و ضوابطی به منظور دستیابی به آسایش اقلیمی در مسکن روستایی به همراه صرفه‌جویی انرژی است (نورالدین و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۵). نصراللهی (۱۳۹۳)، به شاخص‌های جهت‌گیری، کشیدگی ساختمان، تعداد طبقات، مساحت پنجره‌ها، نوع سایبان‌ها به‌عنوان شاخص‌های معماری و شهرسازی مؤثر بر مصرف انرژی ساختمان‌ها اشاره کرده است (نصراللهی، ۱۳۹۳). رفیعیان و همکاران (۱۳۹۰)، فرم، تراکم، جهت‌گیری و ارتفاع ساختمان‌های مسکونی را از عوامل تأثیرگذار بر میزان مصرف انرژی ساختمان‌ها می‌دانند که با بهینه‌نمودن آن‌ها می‌توان حدود ۴۵ درصد از میزان مصرف انرژی ساختمان را کاهش داد. دلماسترو و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۱۵)، بیان می‌دارند که مصرف انرژی ساختمان‌ها به فرم بافت و جهت‌گیری خیابان‌ها وابسته است. همچنین به بررسی رابطه‌ی میان توزیع ارتفاعی ساختمان‌ها، فاصله نسبی بین ساختمان‌ها، و درصد سطح اشغال بنا با میزان تابش دریافتی خورشید پرداخته است (Delmastro, et al., 2015: p.91-94). اوکیل<sup>۶</sup> (۲۰۱۰) با تأکید بر تفاوت‌های موجود در زمینه فرم‌های مناسب برای ساختمان‌ها در عرض‌ها و اقلیم‌های متفاوت جغرافیایی، فرم پیشنهادی خود را برای بلوک‌های مسکونی ارائه می‌نماید. به‌گونه‌ای که بیشترین میزان جذب نور خورشید در زمستان را فراهم آورده و همچنین از میزان اثر جزیره حرارتی بکاهد (Okeil, 2010: p.1437-1444). کانتز و هوروات (۲۰۱۲) بیان می‌دارند که استفاده از انرژی خورشیدی و

هسته‌ای می‌باشد (تصویر شماره ۲). نوع اقلیم سرد و دارای دمایی کمتر از ۱۴ درجه سانتیگراد در ۷ ماه از سال است و به طور میانگین دمای سالیانه برابر با ۱۴.۳ درجه سانتیگراد می‌باشد (جدول شماره ۱). از لحاظ موقعیت جغرافیایی، روستای چهرقان در طول جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵۱ دقیقه و ۱۷ ثانیه و عرض شمالی ۴۹ درجه و ۲۳ دقیقه و ۱۷ ثانیه طول شرقی و با ارتفاع ۲۰۵۰ متر از سطح دریا واقع شده است. جهت باد غالب روستا غربی- شرقی و جهت باد مطلوب تابستانی ۱۵۰ تا ۱۸۰ درجه است. میانگین سالیانه سرعت وزش باد غالب ۶.۹۹ متر بر ثانیه می‌باشد. بیشترین میزان میانگین سرعت وزش باد در فصل پاییز و کمترین آن در فصل بهار می‌باشد.

تغییرات ارتفاعی بناها (Rode et al., 2014: 138-162, Radberg, 1996: p.386, Yang et al., 2012: 38) میزان مصرف انرژی تک بنا اثرگذار خواهند بود و کمتر به تأثیر همجواری بناها پرداخته شده است. پارامترهای مذکور در هر اقلیم می‌توانند میزان اثرگذاری متفاوتی داشته باشند که شناخت ویژگی‌های اقلیمی و جغرافیایی منطقه مورد مطالعه به‌عنوان اولین گام برای بررسی آن‌ها به‌شمار می‌رود.

### منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه، روستای چهرقان واقع شده در شهرستان کمیجان در استان مرکزی است. از لحاظ توپوگرافی روستای چهرقان از نوع روستاهای دره‌ای و تا حدودی متراکم است که دارای بافتی نیمه ارگانیک و



ت ۲. عکس ماهواره‌ای از روستای چهرقان.

سالانه	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	ماه
۱۴.۳	۰.۶	۶.۵	۱۴.۹	۲۴.۲	۲۹.۱	۲۹.۸	۲۶.۳	۱۹.۳	۱۴	۸.۸	۰	-۱.۷	میانگین

ج ۱. میانگین ماهیانه و سالیانه درجه حرارت روستای چهرقان (www.weather.ir).

روش

حیاط مرکزی با حیاط بیرونی و ۹ مسکن دارای الگوی کوشکی هستند. روش استفاده شده در این پژوهش از نوع سرشماری است چراکه تمامی ۲۸۵ واحد مسکونی روستا از نظر فرمی بررسی شده و در یکی از هفت دسته‌ی نام برده قرار گرفته‌اند.

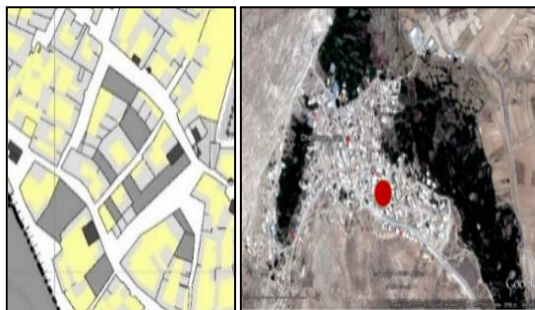
پارامترهای بسیاری از توده و فضای بافت روستایی هستند که بر میزان جذب تابش خورشید مؤثرند. در مقاله حاضر متغیرهای مستقل عبارتند از جهت‌گیری بنا، فرم بنا و ارتفاع آن‌ها و متغیر وابسته پژوهش عبارتند از بدست آوردن میزان جذب تابش خورشید توسط ساختمان‌ها از جمله متغیرهای کنترل می‌توان به مواردی نظیر همجواری بناها و مکان قرارگیری توده، درصد سطح اشغال بنا، تراکم و فشردگی، نسبت حجم ساخته شده به مساحت قطعه، کاربری زمین، مساحت زمین ساختمان، نسبت ارتفاع جداره‌ها به عرض معابر، آلبو، نسبت ابعاد ساختمان (نسبت طول ساختمان به عرض آن)، نسبت سطح پنجره به دیوار، نسبت سطح پنجره به کف، نسبت ارتفاع ساختمان به فاصله میان ساختمان‌ها، پوسته ساختمان (مقاومت حرارتی دیوار میزان نفوذ ناخواسته هوا)، فرم بافت (مکان قرارگیری توده، طرح چیدمان)، سبزیگی فضاهای باز، نوع سایه‌بان خارجی براساس جهت‌گیری پنجره و فاکتور دید آسمان در سطح زمین اشاره نمود. همچنین ماهیت تحقیق حاضر از نوع کاربردی است و شش گام را در برمی‌گیرد که هر یک روش خاص خود را دارند. تصویر شماره ۳ مراحل انجام کار را نشان می‌دهد. گام اول ریخت گونه‌بندی مسکن و بافت روستایی در مقیاس واحد همسایگی را مورد بررسی قرار داده که به کمک اسناد کتابخانه‌ای و میدانی این امر محقق شده است. تعداد ۲۸۵ واحد مسکونی در روستا وجود دارد که بر طبق اسناد وضع موجود روستا، ۱۰۰ مسکن دارای تیپ A (ساختمان در شمال زمین)، ۶۴ مسکن دارای الگوی U شکل، ۴۳ مسکن دارای الگوی L شکل، ۲۱ مسکن دارای الگوی حیاط مرکزی، ۱۷ مسکن دارای الگوی ساختمان در دو سمت حیاط، ۱۳ مسکن دارای الگوی

گام اول	شناسایی الگوهای موجود مسکن روستایی
گام دوم	شکل‌دهی واحدهای همسایگی براساس الگوهای شناسایی شده مسکن روستایی
گام سوم	بررسی میزان تابش جذب شده بر توجه به متغیرهای بافت (همچون ارتفاع ساختمان‌ها، جهت‌گیری ساختمان‌ها، نوع الگوی مسکن روستایی)
گام چهارم	بررسی میزان انطباق زوایای دارای بیشترین جذب تابش خورشیدی با زوایای باد مطلوب و باد غالب روستا
گام پنجم	تعیین مناسب‌ترین جهت‌گیری و ارتفاع برای بناهای هر الگو از نظر جذب بیشتر تابش خورشید
گام ششم	اولویت‌بندی نتایج مرحله قبل به منظور تشخیص مناسب‌ترین نوع الگوی مسکن روستایی، جهت‌گیری بناها و همچنین ارتفاع بناها

ت ۳. مراحل انجام تحقیق.

براساس ضوابط طرح هادی روستای چهرقان، حداقل ابعاد زمین مسکونی ۱۵۰ مترمربع، تعداد طبقات مسکونی حداکثر ۳ طبقه با ارتفاع کلی ۱۰/۶۰ متر و بر ساختمان حداقل ۱۰ متر تعیین شده است. همچنین عرض کوچه‌های بن باز با طول حداقل ۲۵۰ متر کمتر از ۱۰ متر نباید باشد. با توجه به ضوابط مذکور و مسکن موجود روستای چهرقان، طرح مسکن روستایی مطابق با تصویر شماره ۴ پیشنهاد گردیده است.

تغییر داده شده و بدین ترتیب برای هر واحد همسایگی شش حالت به دست خواهد آمد که برای نمونه، الگوی تیپ A (ساختمان در شمال زمین) در جدول شماره ۲ نمایش داده شده است. با توجه به تصویر شماره ۴، تعداد الگوهای مسکونی مورد بررسی هفت عدد می باشد که برای هر الگو شش حالت ارتفاعی مختلف در نظر گرفته شده که حالت‌ها بدین شرح است: تیپ A1: همه ردیف‌ها یک طبقه، تیپ A2: ردیف جلو یک طبقه و ردیف عقب دو طبقه، تیپ A3: همه ردیف‌ها دو طبقه، تیپ A4: همه ردیف‌ها سه طبقه، تیپ A5: ردیف جلو یک طبقه و ردیف عقب سه طبقه، تیپ A6: ردیف جلو دو طبقه و ردیف عقب سه طبقه که در مجموع ۴۲ واحد همسایگی مختلف را شامل می شود. در تمامی مراحل مدل‌سازی و شبیه‌سازی از پلاگین گرس‌هاپر برای نرم‌افزار راینو ۵ بهره برده شده و با استفاده از نرم‌افزار متئونورم<sup>۱۱</sup> و طول و عرض جغرافیایی روستای چهرقان، فایل اقلیمی این روستا تهیه گردیده و به‌عنوان فایل epw وارد نرم افزار شبیه سازی شده است. فایل تهیه شده دربرگیرنده اطلاعات اقلیمی منطقه ی مورد نظر از جمله میزان تابش خورشید در ماه‌های مختلف سال است که با شبیه‌سازی انرژی ساختمان می‌توان به میزان تابش دریافتی توسط ساختمان در ماه‌های سال پی برد.



ت ۵. از راست به چپ: الف: بخش منتخب روستا؛ ب: محدوده موجود بلوک‌های A و B.



A B C D E F G

ت ۴. الگوهای پیشنهادی مسکن روستایی با سطح اشغال ۶۰ درصد (به ترتیب از چپ به راست: تیپ A: ساختمان در شمال زمین، تیپ B: الگوی U شکل، تیپ C: الگوی L شکل، تیپ D: الگوی حیاط مرکزی، تیپ E: الگوی ساختمان در دو سمت حیاط، تیپ F: الگوی حیاط مرکزی به همراه حیاط بیرونی، تیپ G: الگوی کوشکی).

در گام دوم دو بلوک A و B از بافت روستا به عنوان یک واحد همسایگی انتخاب شده (تصویر شماره ۵) و در هر بلوک دو ردیف ۷ تایی از الگوهای پیشنهادی مسکن روستایی قرار گرفته است (تصویر شماره ۶). انتخاب دو بلوک براساس روش نمونه‌گیری مبتنی بر هدف<sup>۱</sup> که یک نوع از روش‌های نمونه‌گیری غیراحتمالی است صورت پذیرفته است. در این روش، نمونه به صورت غیر تصادفی برای دستیابی به یک هدف خاص انتخاب می‌شود (فلاح زاده، ۱۳۹۲). بلوک‌های مورد نظر از چند جنبه پاسخگوی نیازهای پژوهشگر بوده اند. دلیل اول اینکه این دو بلوک در هسته اولیه شکل‌گیری روستا واقع شده‌اند. بنابراین ساختمان‌های این دو بلوک می‌توانند نمایندگان مناسبی از نظر سطح بالای همزیستی و هماهنگی کالبد با اقلیم، جغرافیا و محیط اطراف خود باشد. از طرف دیگر در نظر بوده است که شیب زمین تاثیری بر نتایج مطالعات نداشته باشد بنابراین منطقه ای از روستا انتخاب شده است که زمینی مسطح داشته باشد. در روستای چهرقان، بلوک A و B واجد چنین شرایطی بوده اند. بدین جهت ملاحظه می شود که نتایج این مقاله می‌تواند قابلیت تعمیم‌پذیری بر سکونتگاه‌های واقع در روستاهای سردسیر دشتی را داشته باشد. ارتفاع ردیف‌های مذکور از یک تا سه طبقه

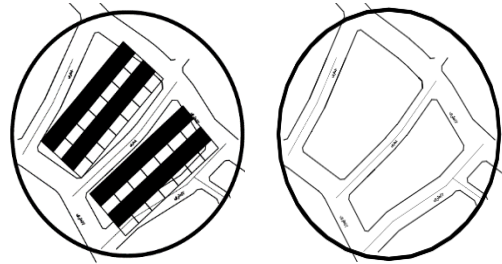
شده‌اند تا بهترین زاویه تابش خورشید برای هر مدل به دست آید. بدین ترتیب تعداد ۷۵۶۰ خروجی برای تمامی مدل‌های شبیه‌سازی شده به‌دست‌آمده و برای هر مدل به‌طور جداگانه تحلیل‌های لازم انجام و توسط نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۶ به نمودارهایی قابل ارزیابی تبدیل و دسته‌بندی شده است. خروجی‌های به‌دست‌آمده به کمک روش توصیفی-تحلیلی مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است. گام چهارم به‌بررسی نقش باد پرداخته است؛ جهتی مناسب است که علاوه بر جذب بالای تابش دارای انطباق با باد مطلوب تابستانی باشد ولی همراستا با باد غالب نباشد چرا که دریافت باد غالب در مناطق سرد موجب اتلاف حرارتی و بالا رفتن مصرف انرژی می‌شود. در گام پنجم مناسب‌ترین جهت‌گیری و ارتفاع بناها برای هر الگو به‌منظور جذب بیشترین تابش خورشیدی مشخص شده است. همچنین تاثیر تراکم بر میزان جذب تابش خورشیدی مورد بررسی قرار گرفته است.

### بحث

همانطور که پیشتر اشاره شد ساختمان‌های روستا در ۷ ماه از سال (مهرماه تا اردیبهشت‌ماه) نیاز به گرمایش دارند و محاسبات برای فصول سرد سال صورت پذیرفته است. تمامی واحدهای همسایگی بین  $90^{\circ}$  تا  $270^{\circ}$  نسبت به جنوب چرخانده شده است تا مناسب‌ترین جهت برای هر واحد همسایگی با الگو و ارتفاع خاص مشخص شود.

### ساختمان در شمال زمین

نتایج شبیه‌سازی بیانگر این مطلب است که برای واحدهای همسایگی با الگوی تیپ A (ساختمان در شمال زمین) در فصول سرد، ابتدا ساختمان‌های "سه‌طبقه" و سپس ساختمان‌های "یک و سه‌طبقه" و "دو و سه‌طبقه" دارای کمترین میزان جذب تابش



ت ۶. از راست به چپ: الف: محدوده بلوک‌های A و B در طرح هادی روستا؛ ب: جانمایی تیپ A (ساختمان در شمال زمین) در بلوک‌های A و B.

شکل الگو	نام الگو
	تیپ A
	تیپ A1
	تیپ A2
	تیپ A3
	تیپ A4
	تیپ A5
	تیپ A6

ج ۲. شش حالت تیپ A (ساختمان در شمال زمین).

گام سوم به‌دست آوردن بهترین جهت‌گیری واحدهای همسایگی از نظر جذب بیشترین تابش خورشید است که برای این کار مدل‌های شبیه‌سازی شده بین زوایای  $90^{\circ}$  تا  $270^{\circ}$  جغرافیایی نسبت به جنوب چرخانده



ندارد و از نظر دریافت تابش خورشید نیز ضعیف عمل می‌نماید (جدول شماره ۴).

ساختمان‌های دو طبقه	
زاویه بنا با بیشترین جذب تابش	۹۹ (درجه)
بیشترین مقدار جذب تابش	۷۲۴.۲۹ (KWh/m <sup>2</sup> )
زاویه بنا با جذب تابش بالا	۲۶۱ < α < ۱۳۳ و ۹۹ < α (درجه)
زاویه باد مطلوب تابستانی	۱۵۰°-۱۸۰°
انطباق بنا با باد مطلوب	ندارد
باد غالب	غرب به شرق
انطباق بنا با باد غالب	ندارد

### ج ۳. ساختمان‌های دو طبقه با تیپ A (ساختمان در شمال زمین).

جهت‌گیری	۴۵° شمال شرقی
درصد الگوهای تیپ A با زاویه ۴۵° از کل الگوهای تیپ A	٪۱۹
تعداد نمونه	۱۹ از ۱۰۰
باد مطلوب تابستانی	۱۵۰°-۱۸۰°
انطباق با جهت باد مطلوب تابستانی و باد غالب	ندارد

### ج ۴. بررسی وضع موجود تیپ A (ساختمان در شمال زمین).

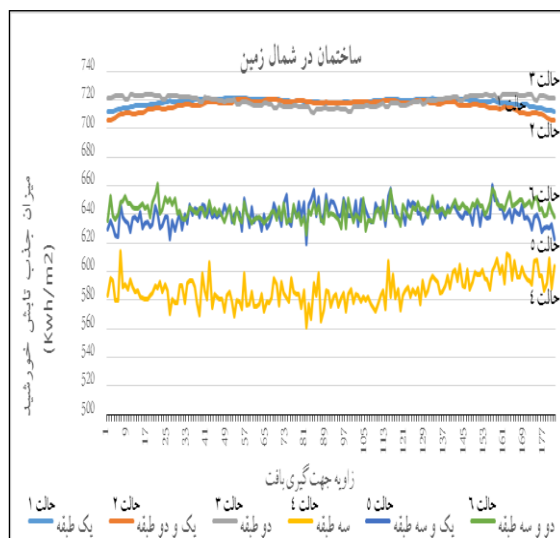
#### الگوی U شکل

در الگوی U شکل به ترتیب ساختمان‌های "سه طبقه" و سپس ساختمان‌های "دو و سه طبقه" و "یک طبقه" دارای کمترین میزان جذب تابش خورشید می‌باشند. سپس ساختمان‌های دو طبقه با میانگین جذب تابش  $683.79 \text{ (KWh/m}^2\text{)}$ ، ساختمان‌های یک و دو طبقه با  $705.41 \text{ (KWh/m}^2\text{)}$  و ساختمان‌های یک طبقه با  $716.32 \text{ (KWh/m}^2\text{)}$  بیشترین جذب تابش خورشید را در فصول سرد سال داشته‌اند.

جدول شماره ۵ که دربرگیرنده اطلاعات مرتبط با ساختمان‌های یک طبقه با الگوی U شکل می‌باشد، بیانگر انطباق زوایای دریافت تابش بالا و باد مطلوب تابستانی با یکدیگر است.

بیشترین تعداد الگوهای U شکل موجود دارای جهت

خورشید می‌باشند. همچنین ساختمان‌های "یک و دو طبقه" با میانگین جذب تابش  $716.35 \text{ (KWh/m}^2\text{)}$ ، ساختمان‌های "یک طبقه" با  $718.75 \text{ (KWh/m}^2\text{)}$  و ساختمان‌های "دو طبقه" با  $719.46 \text{ (KWh/m}^2\text{)}$  بیشترین جذب تابش خورشید را دارند. بطور نمونه در تصویر ۷، در قالب نمودار میزان جذب تابش خورشید برای الگوی "ساختمان در شمال زمین" ارائه گردیده است.



### ت ۷. میزان جذب تابش خورشید برای الگوی "ساختمان در شمال زمین".

اطلاعات مرتبط با ساختمان دارای تیپ A (ساختمان در شمال زمین) در جدول شماره ۳ آمده و بیانگر این مطلب است که زاویه دریافت تابش زیاد با زوایای باد مطلوب تابستانی و باد غالب نامطلوب انطباق ندارد و از آنجا که روستا در اقلیم سرد واقع شده بنابراین زاویه ای مناسب است که باعث دریافت تابش بیشتر می‌شود.

همچنین، بیشترین تعداد الگوهای موجود تیپ A دارای جهت گیری ۴۵ درجه است که با هیچ‌یک از جهات باد مطلوب تابستانی و باد غالب روستا انطباق

دارد که بیشترین درصد آنها یعنی ۱۹٪ دارای جهت گیری با زاویه  $140^\circ$  است که می توان گفت انطباقی نسبی با جهت باد مطلوب تابستانی روستا دارد (جدول شماره ۸).

ساختمان های دو طبقه	
زاویه بنا با بیشترین جذب تابش	$92.52^\circ$
بیشترین مقدار جذب تابش	۷۱۷.۲۹
زاویه بنا با جذب تابش بالا	$20.4 < \alpha < 26.8$
انطباق بنا با باد مطلوب و باد غالب	ندارد

ج ۷. بررسی بهترین جهت گیری الگوی L شکل.

جهت گیری	$140^\circ$
درصد	٪۱۹
تعداد نمونه	۸ از ۴۳
انطباق با جهت باد مطلوب تابستانی، باد غالب و زاویه مناسب تابش خورشیدی	ندارد

ج ۸. بررسی وضع موجود الگوهای ۶۰ درصد.

### الگوی ساختمان در دو سمت حیاط

برای الگوی ساختمان در دو سمت حیاط، ابتدا ساختمان های "سه طبقه" و سپس ساختمان های "دو و سه طبقه" و "یک و سه طبقه" دارای کمترین میزان جذب تابش خورشید می باشند. سپس ساختمان های یک و دو طبقه با میانگین جذب تابش ( $KWh/m^2$ ) ۶۶۱.۶۳، ساختمان های دو طبقه با ( $KWh/m^2$ ) ۶۶۹.۲۲ و ساختمان های یک طبقه با ( $KWh/m^2$ ) ۷۰۴.۲۲ بیشترین جذب تابش خورشید را در فصول سرد سال داشته اند. جدول ۹ نشان می دهد که زاویه تابش مناسب برای ساختمان های دو طبقه با الگوی ساختمان در دو سمت حیاط با زاویه باد مطلوب تابستانی همپوشانی ندارد (جدول شماره ۹).

جهت گیری بیشتر ساختمان های این الگو به سمت  $45^\circ$  است که بیانگر این مطلب است که زاویه مناسب برای جذب بیشترین مقدار تابش خورشید با جهت باد مطلوب تابستانی روستا انطباق ندارد (جدول شماره ۱۰).

گیری با زاویه  $135^\circ$  است که می توان گفت انطباقی نسبی با جهت باد مطلوب تابستانی روستا دارد (جدول شماره ۶).

ساختمان های یک طبقه	
زاویه بنا با بیشترین جذب تابش	۱۶۶
بیشترین مقدار جذب تابش	۷۲۲.۶۵
زاویه بنا با جذب تابش بالا	$18.9 < \alpha < 19.9$ و $17.8 < \alpha < 17.4$ و $16.9 < \alpha < 16.3$ و $15.4 < \alpha < 14.9$
انطباق بنا با باد مطلوب	دارد
انطباق بنا با باد غالب	ندارد

ج ۵. بررسی ساختمان های یک طبقه با الگوی U شکل.

جهت گیری	$135^\circ$
درصد	٪۱۶
تعداد نمونه	۱۰ از ۶۴
انطباق با جهت باد مطلوب تابستانی، باد غالب و زاویه مناسب تابش خورشیدی	ندارد

ج ۶. بررسی وضع موجود الگوی U شکل.

### الگوی L شکل

در الگوی L شکل به ترتیب ساختمان های "سه طبقه" و سپس ساختمان های "دو و سه طبقه" و "یک و سه طبقه" دارای کمترین میزان جذب تابش خورشید می باشند. سپس ساختمان های یک و دو طبقه با میانگین جذب تابش ( $KWh/m^2$ ) ۷۰۲.۸۹، ساختمان های یک طبقه با ( $KWh/m^2$ ) ۷۰۵.۹۵ و ساختمان های دو طبقه با ( $KWh/m^2$ ) ۷۱۳.۱۲ بیشترین جذب تابش خورشید را در فصول سرد داشته اند.

ساختمان های دو طبقه ی L شکل با زاویه  $252^\circ$  دارای بیشترین جذب تابش خورشید و در زاویه  $204^\circ$  تا  $268^\circ$  دارای جذب تابش مناسبی است. همچنین با زاویه باد مطلوب تابستانی همپوشانی ندارد (جدول شماره ۷).

در مجموع ۴۳ خانه با الگوی L شکل در روستا وجود

بیشترین درصد ساختمان‌ها با الگوی کوشکی دارای جهت‌گیری با زاویه  $150^\circ$  شمال غربی - جنوب شرقی است که با جهت باد مطلوب تابستانی روستا انطباق دارد (جدول شماره ۱۲).

جهت‌گیری	$150^\circ$ شمال غربی - جنوب شرقی
درصد	۵۶٪
تعداد نمونه	۵ از ۹
انطباق بنا با باد مطلوب	دارد
انطباق با باد غالب و زاویه مناسب تابش خورشیدی	ندارد

ج ۱۲. بررسی وضع موجود الگوی کوشکی.

### الگوی ساختمان‌های حیاط مرکزی با حیاط بیرونی

برای ساختمان‌های حیاط مرکزی با حیاط بیرونی، ابتدا ساختمان‌های "سه طبقه" و سپس ساختمان‌های "یک و سه طبقه" و "دو و سه طبقه" دارای کمترین میزان جذب تابش خورشید می‌باشند. سپس ساختمان‌های یک و دو طبقه با میانگین جذب تابش ( $KWh/m^2$ )  $873.48$  و ساختمان‌های دو طبقه با  $876.42$  ( $KWh/m^2$ ) بیشترین جذب تابش خورشید را در فصول سرد سال داشته‌اند. ساختمان‌های یک طبقه با ساختمان‌های حیاط مرکزی و حیاط بیرونی در زاویه  $165^\circ$  دارای بیشترین جذب تابش خورشید و در تمامی زوایا به جز  $264$  تا  $270$  دارای جذب تابش مناسبی است و با زاویه باد مطلوب تابستانی همپوشانی دارد (جدول شماره ۱۳).

ساختمان‌های یک طبقه	
زاویه بنا با بیشترین جذب تابش	$+15$
بیشترین مقدار جذب تابش	$887.67$
زاویه بنا با جذب تابش بالا	تمامی زوایا به جز $84$ - تا $270$ +
انطباق بنا با باد مطلوب	دارد
انطباق بنا با باد غالب	ندارد

ج ۱۳. بررسی بهترین جهت‌گیری ساختمان‌های حیاط مرکزی با حیاط بیرونی

ساختمان‌های دو طبقه	
زاویه بنا با بیشترین جذب تابش	$+270$
بیشترین مقدار جذب تابش	$721.02$
زاویه بنا با جذب تابش بالا	$70 < \alpha < 270$ +
انطباق بنا با باد مطلوب و باد غالب	ندارد

ج ۹. بررسی بهترین جهت‌گیری الگوی ساختمان در دو سمت حیاط.

جهت‌گیری	$45^\circ$ شمال شرقی
درصد	۳۵٪
تعداد نمونه	۶ از ۱۷
انطباق با جهت باد مطلوب تابستانی، باد غالب و زاویه مناسب تابش خورشیدی	ندارد

ج ۱۰. بررسی وضع موجود ساختمان در دو سمت حیاط.

### الگوی کوشکی

برای الگوی ساختمان کوشکی، ابتدا ساختمان‌های "سه طبقه" و سپس ساختمان‌های "دو و سه طبقه" و "یک و سه طبقه" دارای کمترین میزان جذب تابش خورشید می‌باشند. سپس ساختمان‌های دو طبقه با میانگین جذب تابش ( $KWh/m^2$ )  $719.46$ ، ساختمان‌های یک و دو طبقه با  $728.03$  ( $KWh/m^2$ ) و ساختمان‌های یک طبقه با  $739.79$  ( $KWh/m^2$ ) بیشترین جذب تابش خورشید را در فصول سرد سال داشته‌اند. جدول شماره ۱۱ نشان می‌دهد که زاویه تابش مناسب برای ساختمان‌های دو طبقه با الگوی کوشکی با زاویه باد مطلوب تابستانی همپوشانی ندارند.

ساختمان‌های یک طبقه	
زاویه بنا با بیشترین جذب تابش	$91.1$
بیشترین مقدار جذب تابش	$749.52$
زاویه بنا با جذب تابش بالا	$114 < \alpha < 90$ و $270 < \alpha < 250$ +
انطباق بنا با باد مطلوب	دارد
انطباق بنا با باد غالب	ندارد

ج ۱۱. بررسی بهترین جهت‌گیری الگوی کوشکی.

**مقایسه تراکم شاکله‌های A-G با بافت موجود روستا**

همان‌طور که بیان شد روستای چهرقان دارای ۷ الگوی مسکن است که یک تا ۳ طبقه ساخته می‌شوند بنابراین هر بلوک می‌تواند تراکم‌های گوناگونی داشته باشد.

مطالعات پیشین نشان داده است که رابطه‌ای قوی بین تراکم و میزان جذب تابش خورشید وجود دارد (Ratti et al., 2005; Salat & Guesne, 2008; Jabareen, 2006: p.48; Biddulph, 2007; Doherty et al, 2009: p.3; Kanters et al., 2012: p.1144; Mutani & Vicentini, 2013: p.87-92; Salat & Nowacki, 2010; Delmastro et al., 2015: 94; Ratti et al., 2003: 54; Steemers, 2003; Compagnon, 2004: 321-328; Rode et al., 2014: 138-162; Hachem et al., 2012: P.335; Zachariah, 2003; Cheng et al., 2006: P.6; Hachem et al., 2011: p.2262; Hui, 2001; Vartholomaios, 2017: p.135-145 & ، سرتیپی پور، ۱۳۹۲: ص ۲۷).

بدین منظور تمامی یافته‌های این پژوهش این بار بر اساس تراکم شاکله‌های بافت روستایی با الگوهای A-G در تصویر ۸ آورده شده‌اند.

همچنین در ادامه مقایسه‌ای میان وضع موجود بافت روستا (تصویر شماره ۹) و بافت روستا با تراکم مشابه آن صورت گرفته است.

با محاسبه کردن مجموع تابش برای تراکم‌های مختلف می‌توان بدین نتیجه رسید که به ترتیب الگوهای با تراکم ۶۰ یک طبقه (۵۳۸۷.۶۵ KWh/m<sup>2</sup>), تراکم ۱۲۰ دو طبقه (۵۲۶۹.۴۷ KWh/m<sup>2</sup>), تراکم ۹۰ یک و دو طبقه (۵۲۶۸.۸۶ KWh/m<sup>2</sup>), تراکم ۱۲۰ یک و سه طبقه (۴۸۲۱.۲۹ KWh/m<sup>2</sup>), تراکم ۱۵۰ دو و سه طبقه (۴۷۵۹.۸۳ KWh/m<sup>2</sup>), و تراکم ۱۸۰ سه طبقه (۴۴۲۶.۲۶ KWh/m<sup>2</sup>) دارای بیشترین میزان جذب تابش خورشید می‌باشند. همچنین نتایج نشان می‌دهد که در صورت ثابت فرض کردن سطح اشغال بنا برای ساختمان‌ها با تراکم‌های متفاوت، الگوی "حیات مرکزی با حیات بیرونی" همیشه دارای بیشترین میزان جذب تابش خورشیدی می‌باشد. پس از آن الگوی

جهت‌گیری بیشتر ساختمان‌های این الگو به سمت ۱۳۵° است که می‌توان گفت تا حدودی با جهت باد مطلوب تابستانی روستا انطباق دارد (جدول شماره ۱۴).

زاویه ۱۳۵°	جهت‌گیری
٪۶۰	درصد
۱۳ از ۸	تعداد نمونه
تا حدودی دارد	انطباق بنا با باد مطلوب و زاویه مناسب تابش خورشیدی
ندارد	انطباق بنا با باد غالب

**ج ۱۴. بررسی وضع موجود الگوی حیات مرکزی با حیات بیرونی.**

برای الگوی ساختمان‌های حیات مرکزی، ابتدا ساختمان‌های "سه طبقه" و سپس ساختمان‌های "یک و سه طبقه" و "دو و سه طبقه" دارای کمترین میزان جذب تابش خورشید می‌باشند. سپس ساختمان‌های یک و دو طبقه با میانگین جذب تابش (KWh/m<sup>2</sup>) ۸۱۷.۸۰، ساختمان‌های دو طبقه با (KWh/m<sup>2</sup>) ۸۳۹.۰۳ و ساختمان‌های یک طبقه با (KWh/m<sup>2</sup>) ۸۵۴.۳۶ بیشترین جذب تابش خورشید را در فصول سرد سال داشته‌اند.

جدول ۱۵ بیانگر این مطلب است که زاویه بنا برای جذب تابش مناسب در ساختمان‌های یک طبقه با الگوی ساختمان‌های حیات مرکزی با باد مطلوب همپوشانی دارد اما با زاویه باد غالب انطباق ندارد (جدول شماره ۱۵).

ساختمان‌های یک طبقه	
زاویه بنا با بیشترین جذب تابش	۱۳۸
بیشترین مقدار جذب تابش	۸۵۶.۰۷۶
زاویه بنا با جذب تابش بالا	۱۱۴ < α < ۲۲۸
انطباق بنا با باد مطلوب	دارد
انطباق بنا با باد غالب	ندارد

**ج ۱۵. بررسی بهترین جهت‌گیری ساختمان‌های حیات مرکزی.**

در مجموع ۲۱ خانه با الگوی حیات مرکزی در روستا وجود دارد که به دلیل وجود حیات مرکزی امکان بهره‌مندی از باد مطلوب تابستانی و زاویه مناسب تابش خورشیدی وجود دارد.

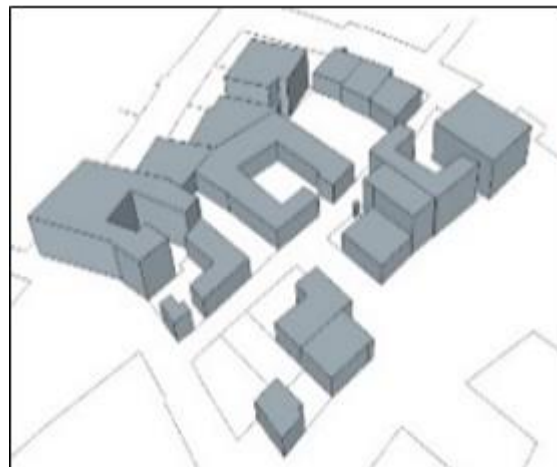
شماره ۱۶، واحدهای همسایگی با ساختمان‌های یک و دو طبقه دارای تراکم ۹۰ می‌باشند که با تراکم واحد همسایگی موجود برابر است. جدول شماره ۱۶ به مقایسه میزان تابش دریافتی واحد همسایگی موجود و واحدهای همسایگی شکل گرفته از ساختمان‌های یک و دو طبقه پرداخته است.

"حیات مرکزی" در رتبه دوم و الگوهای "کوشکی" و "ساختمان در شمال زمین" در رتبه سوم قرار دارند. می‌توان مقایسه‌ای بین واحدهای همسایگی با تراکم های یکسان انجام داد. وضع موجود دو بلوک A و B دارای تعداد ۱۴ واحد مسکونی است که به طور متوسط تراکمی برابر با ۹۱/۳۵ دارد. همچنین براساس جدول



ت ۸. محاسبه میزان جذب تابش خورشید برای واحدهای همسایگی با تراکم‌های متفاوت.

تراکم	نوع واحد همسایگی	نوع الگو	تابش خورشیدی (KWh/m <sup>2</sup> )
۹۰ تراکم	یک و دو طبقه	حیات مرکزی با حیاط بیرونی	۸۷۷.۴۵
		وضع موجود یافت	
	یک و دو طبقه	حیات مرکزی	۸۳۱.۰۶
		کوشکی	۷۳۱.۳۴
		ساختمان در شمال زمین	۷۲۰.۴۸
		شکل U	۷۱۸.۴۸
		شکل L	۷۱۵.۴۳
ساختمان در دو سمت حیاط	۶۷۴.۶۱		



ج ۱۶. مقایسه میزان جذب تابش خورشید بین واحدهای همسایگی A-G و وضع موجود.

ت ۹. وضع موجود دو بلوک A و B.

جذب تابش خورشید می تواند در کاهش مصرف انرژی ساختمانها موثر باشد. نتایج شبیه سازی های واحدهای همسایگی توسط پلاگین گرسهپار بیانگر این مطلب است که در میان ۷ واحد همسایگی A\_G، واحد همسایگی متشکل از "ساختمان حیاط مرکزی با حیاط بیرونی" بیشترین جذب تابش خورشید را دارد. در صورت ثابت فرض کردن سطح اشغال بنا، تغییر در نوع الگو بر میزان جذب تابش خورشید اثرگذار است که در مقاله حاضر الگوی "حیاط مرکزی با حیاط بیرونی" همیشه دارای بیشترین میزان جذب تابش خورشیدی نسبت به سایر الگوهای مسکن بومی بوده چرا که این الگو در مقایسه با سایر الگوهای مسکن دارای سطوح بیشتری در مقابل تابش خورشید است.

همچنین در میان تراکم های مختلف واحدهای همسایگی A-G، واحدهای همسایگی یک طبقه با تراکم ۶۰، دو طبقه با تراکم ۱۲۰، یک و دو طبقه با تراکم ۹۰، یک و سه طبقه با تراکم ۱۲۰، دو و سه طبقه با تراکم ۱۵۰، و سه طبقه با تراکم ۱۸۰ به ترتیب دارای بیشترین میزان جذب تابش خورشید می باشند. در بافت های مسکونی که دارای تراکم یکسانی هستند در صورت تغییر در ارتفاع ساختمانها شاهد نتایج متفاوتی از نظر میزان جذب تابش خورشید و در نتیجه مصرف انرژی ساختمانها خواهیم بود. به عنوان مثال در روستای مورد بررسی بافت مسکونی دو طبقه با تراکم ۱۲۰ به مراتب دارای جذب تابش بیشتری نسبت به بافت مسکونی یک و سه طبقه با تراکم ۱۲۰ است.

### پی نوشت

1. Accord de Paris
2. Kyoto Protocol
3. Salat
4. Delmastro, Mutani, Schranz, & Vicentini
5. Okeil
6. Chenchen
7. Vartholomaios

بر اساس جدول شماره ۱۶، ساختمان با "حیاط مرکزی با حیاط بیرونی" در رتبه اول از نظر بیشترین جذب تابش خورشید است و بعد از آن واحد همسایگی موجود در رتبه دوم قرار دارد.

### نتیجه گیری

در چند دهه اخیر به دلیل مسائل زیست محیطی و کمبود منابع انرژی توجه ویژه ای به انواع انرژی و چگونگی مصرف آن شده است. صنعت ساختمان یکی از متقاضیان اصلی مصرف انرژی است که بی توجهی به چگونگی و میزان مصرف و اتلاف انرژی در آن منجر به خسارت های جبران ناپذیری می شود. امروزه به کمک نرم افزارهای شبیه سازی می توان تاثیر متغیرهای موثر در مصرف انرژی ساختمان همچون ارتفاع، نوع جهت گیری، میزان تراکم، فرم بنا و بسیاری عوامل دیگر را در فرایند طراحی ساختمان محاسبه و کنترل نمود. به علاوه بهره مندی از انرژی های تجدیدپذیر همچون انرژی خورشید می تواند به کاهش مصرف انرژی کمک نماید.

در این مقاله تلاش بر این بوده است که تاثیر عواملی همچون تغییر ارتفاع بنا، نوع جهت گیری معبر و بنا، و همچنین نوع الگوی بنا در مقیاس واحد همسایگی روستایی بر میزان جذب تابش خورشید توسط ساختمانها مورد بررسی قرار گیرند. از میان سه پارامتر «الگوی مسکن»، «ارتفاع ساختمان» و «جهت گیری ساختمانها»، بیشترین تاثیر در میزان جذب تابش خورشید توسط سطوح ساختمان مربوط به پارامتر «الگوی مسکن» است. تغییر در «ارتفاع ساختمان» به عنوان دومین پارامتر تاثیرگذار در جذب تابش شناخته شده و در نهایت کمترین میزان تاثیر مربوط به پارامتر تغییر «جهت ساختمان» است.

به دلیل قرارگیری "روستای چهرقان" در اقلیم سرد،

- مرکز آمار ایران. (۱۳۹۵)، آمار نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵، دسترسی به سایت در ۱۳۹۷، <https://www.amar.org.ir/>

- نصراللهی، فرهاد. (۱۳۹۳)، «ساختمان‌های اداری انرژی کارا، بهره‌وری انرژی با طراحی معماری»، مجموعه مقالات تحقیقاتی پروژه شهرهای جوان، جلد یازدهم، اصفهان: دانشگاه هنر.

- نورالدین، مصطفی؛ معین مهر، صدیقه. (۱۳۹۲)، «کاربست رویکرد دهکده شهری؛ راهکاری مناسب در تحقق راز شهرستان تالش سکونتگاه‌های روستایی پایدار»، فصلنامه علمی - پژوهشی مطالعات شهری، شماره چهارم، ص ۱-۱۸.

- Andreou, E. (2014). The Effect of Urban Layout, Street Geometry and Orientation on Shading Conditions in Urban Canyons in the Mediterranean. Renewable Energy, Vol: 63, 587-596.

- Biddulph, Mike. (2007) "Introduction to Residential Layout", Oxford, Elsevier.

- Chenchen, Guo. (2012). The Impacts on Solar Access and Energy Demand of Different Building Masses in Linear Building Forms, Norwegian University of Science and Technology Faculty of Architecture and Fine Art, MSc in Sustainable Architecture, Master Thesis, 2012.

- Cheng, V., Steemers, K., Montavon, M., Compagnon, R. (2006). Urban Form, Density and Solar Potential. 6-8.

- Compagnon, R. (2004). Solar and Daylight Availability in the Urban Fabric. Energy and Buildings, Vol.36, No. 4:321-328.

- Delmastro, Chiara, Mutani, Guglielmina, Schranz, Laura and Vicentini, Giovanni (2015). The Role of Urban Form and Socio-Economic Variables for Estimating the Building Energy Savings Potential at the urban scale. international journal of heat and technology, vol.33 (2015), no.4, pp.91-100.

- Doherty Michael, Nakanishi Hitomi, Bai Xuemei and Meyers Jacqui. (2009). Relationships between form, morphology, density and energy in urban environments. CSIRO Sustainable Ecosystems, Canberra, Australia.p: 2.

- Ghosh, S., Vale, R. (2006). The Potential for Solar Energy Use in the New Zealand Residential Neighborhood: A Case Study Considering the Effect on CO2 Emissions and the Possible Benefits of Changing Roof Form. Australian Journal of Environmental Management, 13(4), 216- 225.

- Hachem, C., Athienitis, A., Fazio, P. (2011). Investigation of Solar Potential of Housing Units in Different Neighborhood designs. Energy and Buildings, 43, 2262-2273.

- Hachem, C., Athienitis, A., Fazio, P. (2012). Evaluation of Energy Supply and Demand in Solar

8. Rode et al.

9. Andreou

10. Judgmental or Purposive sampling

11. Meteonorm

## فهرست منابع

- خادمی زارع، حسن؛ اخوان آخرین. (۲۰۰۹)، «ارائه یک مدل تلفیقی به منظور پیش‌بینی پیک‌بار و برقراری تعادل عرضه و تقاضای انرژی الکتریکی با اهداف چندگانه»، بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی برق، ایران، تهران.

- ریاضی، منصوره؛ حسینی، سیدمهدی. (۱۳۹۰)، «نگاهی به سیاست‌های بهینه‌سازی تولید و مصرف انرژی در بخش ساختمانی ایران»، اولین کنفرانس بین‌المللی رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی، تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

- سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت (۱۳۸۹).

- سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۹۶، [www.weather.ir](http://www.weather.ir).

- سرتیپی پور محسن. (۱۳۹۲)، گونه‌شناسی مسکن روستایی استان مرکزی، تهران، بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، دانشگاه شهیدبهشتی، مرکز چاپ و انتشار، ۱۳۹۲.

- شاه‌حسینی، محمدعلی. (۱۳۸۸)، «طراحی مدل سیاستگذاری انرژی در افق چشم‌انداز با رویکرد سیستم‌های پویا؛ پایان‌نامه دکترا تخصصی؛ دانشگاه تهران: دانشکده مدیریت.

- رفیعیان، مجتبی؛ فتح جلالی، آرمان؛ هاشم‌داداش‌پور. (۱۳۹۰)، «تأثیر فرم و تراکم بلوک‌های مسکونی بر مصرف انرژی در شهر جدید هشتگرد»، معماری و شهرسازی آرمان شهر، شماره ۶، صص ۱۱۶-۱۰۷.

- روستائی، سمانه؛ عربانی‌نژاد، رضا. (۱۳۹۳)، نحوه بهره‌گیری از انرژی خورشید در طراحی اقلیمی خانه‌های سنتی اقلیم سرد ایران (نمونه مطالعاتی: خانه لطفعلیان ملایر)، پژوهش‌های شهری هفت حصار شماره هفتم، سال دوم، صفحه ۴۷.

- طلوعیان، اکبر. (۱۳۸۵)، «مدیریت مصرف انرژی و رابطه آن با توسعه پایدار و آلودگی محیط‌زیست»؛ پنجمین همایش بهینه‌سازی مصرف سوخت در ساختمان.

- مرتضایی، گلناز؛ محمدی، محمود؛ نصراللهی، فرهاد؛ قلعه‌نویی، محمود. (۱۳۹۶)، «بررسی ریخت-گونه‌شناسانه بافت‌های مسکونی جدید در راستای بهینه‌سازی مصرف انرژی اولیه»، فصلنامه علمی - پژوهشی مطالعات شهری، شماره ۲۴، صص ۴۱-۵۴.

- Sanaieian Haniyeh, Tenpierik Martin, van denLinden Kees, Mehdizadeh Seraj Fatemeh, & Mofidi Shemrani Seyed Majid (2014), Review of the impact of urban block form on thermal performance, solar access and ventilation, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 38, October 2014, pp. 551-560.
- Steemers, K. (2003). *Energy and the City: Density, Buildings and Transport*. *Energy and Buildings*, 35(1), 3-14.
- Shen, Hui, Tan H., Tzempelikos A. 2011(, The effect of reflective coating on building surface temperatures, indoor environment and energy consumption- An experimental study, *Energy and Building*, N.43, pp. 573-580.
- Vartholomaios, A. (2017). A parametric sensitivity analysis of the influence of urban form on domestic energy consumption for heating and cooling in a Mediterranean city, *Sustainable Cities and Society*, Vol. 28:135-145.
- Woo Young-Eun & Cho Gi-Hyong (2018), Impact of the Surrounding Built Environment on Energy Consumption in Mixed-Use Building, *Sustainability*, 10(3):832.
- www.earth.google.com/web, 1396.
- Yang, X., Li, Y., Yang, L. (2012) Predicting and Understanding Temporal 3D Exterior Surface Temperature Distribution in an Ideal Courtyard. *Building and Environment*, 57(0), 38-48.
- Zachariah, J.A.L., (2003). *Towards Sustainable Homes through Optimization [microform]: An Approach to Balancing Life Cycle Environmental Impacts and Life Cycle Costs in Residential Buildings: Thesis (Ph.D) University of Toronto*
- Neighborhood. *Energy and Buildings*, 49, 335-347.
- Hui, C.M. Sam. (2001) 'Low energy building design in high density urban cities', "Renewable Energy", Vol.24: 627-640.
- Jabareen, Yosef Rafeq (2006). *Sustainable Urban Forms: Their Typologies, Models, and Concepts*, *Journal of Planning Education and Research* 26:38-52.
- Jige Quan Steven, Economou Athanassios, Grasl Thomas, & Pei-JuYang Perry (2014), Computing Energy Performance of Building Density, Shape and Typology in Urban Context, *Energy Procedia*, Volume 61, 2014, pp. 1602-1605.
- Kanters, J., Horvat, M. (2012). Solar Energy as a Design Parameter in Urban Planning. *Energy Procedia*, 30, 1143-1152.
- Mutani G., Vicentini G., "Evaluating the potential of roof-integrated photovoltaic technologies using an open geographic information system, (2013). 8th Energy Forum on Advanced Building Skins, Bressanone (BZ), p.87-92.
- Okeil, Ahmad. (2010) 'A Holistic Approach to Energy Efficient Building Forms', "Energy and Buildings", Vol.42: 1437-1444.
- Radberg J., (1996). *Towards a Theory of Sustainability and Urban Quality: A New Method for Typological Urban Classification*, in Gray M. (ed.), *Evolving Environmental Ideals: Changing Ways of Life, Values and Design Practice*, Book of Proceedings for the 14th Conference of the International Association for People- Environment Studies, Stockholm, 384-392.
- Ratti, C., Raydan, D., Steemers, K. (2003). *Building Form and Environment Performance: Archetypes, Analysis and an arid Climate*. *Energy and Buildings*, 35(1), 49-59.
- Ratti, C., Baker, N., & Steemers, K. (2005). *Energy consumption and urban texture*. *Energy and Buildings*, 37(7), 762-776.
- Rode, P., Keim, C., Robazza, G., Viejo, P., & Schofield, J. (2014). *Cities and energy: Urban morphology and residential heat-energy demand*. *Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol.41, No. 1: 138-162.
- Salat, S. and C. Guesne. (2008). *Energy and carbon efficiency of urban morphologies. The case of Paris*. *Urban Morphologies Laboratory, CSTB (French Scientific Centre for Building Research) and ENSMP (Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris)*.
- Salat, S. (2009). *Energy loads, CO2 emissions and building stocks: morphologies, typologies, energy systems and behavior*. *Building Research & Information*, Vol.37, No. 5:589-609.
- Salat S., Nowacki C., (2010). *De l'importance de la morphologie dans l'efficience énergétique des villes*, *Liaison énergiefrancophonie*, 86.