

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

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

۱۳۹۸/۰۷/۲۱

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 روستاهای 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 به عنوان جزوی از کل بافت روستا و در مقیاس واحد همسایگی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. براساس مطالعات پیشین، طراحی واحدهای همسایگی به گونه‌ای که بیشترین جذب تابش خورشیدی را داشته باشد می‌تواند تأثیر مستقیمی بر عملکرد حرارتی هر یک از بنایها داشته باشد. مقاله حاضر با هدف بررسی اثر شاکله بافت روستایی بر مقدار جذب تابش خورشیدی بنای‌های 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 بنای‌ها بررسی شده و با تغییر پارامترهای مذکور مدل‌های گوناگون بافت روستایی شکل گرفته است. تعداد ۷۵۶۰ مدل توسط پلاگین گرسه‌پر 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 "حياط مرکزی با حیاط بیرونی" همیشه دارای بیشترین میزان جذب تابش خورشیدی نسبت به سایر الگوهای مسکن 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 روستاهای است.

**کلمات کلیدی:** انرژی، الگوی مسکن روستایی، بافت روستایی، هم‌جواری بنای‌ها، 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.

## مقدمه

تشکیل گردیده است و در دو دهه گذشته گام‌های مؤثری در بهبود عملکرد روستاهای ابعاد گوناگون برداشته است. از آن جمله می‌توان به مقاوم‌سازی بناها، توجه به مسائل زیباشناختی در طرح بناها و همچنین در نظر گرفتن مسائل بوم‌شناسی 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 به منظور 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 مطرحه، این مقاله به شناسایی 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 به دلیل پایبندی 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 به صورت 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). از این‌رو 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 (خدامی زارع و اخوان، ۱۳۸۷؛ 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 روستاهای ساکن هستند و این نشانگر اهمیت توجه به روستاهای همچون شهرها است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵).

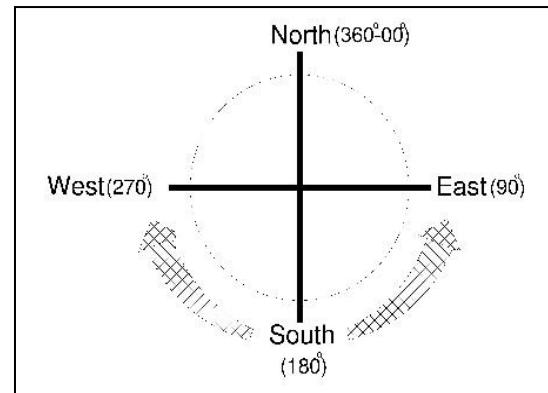
بنیاد مسکن انقلاب اسلامی به منظور تأمین مسکن محروم‌مان، متولی توسعه و عمران روستاهای کشور و ساخت واحدهای مسکونی شهرها در چارچوب سیاست‌ها و برنامه‌های دولت جمهوری اسلامی ایران

## ادبیات موضوع

مطالعات پیشین بیانگر رابطه‌ی مستقیم میزان جذب تابش خورشید و نحوه‌ی عملکرد حرارتی ساختمان می‌باشد. شن و همکارانش (۲۰۱۱)، دریافتند که تابش خورشیدی بر دمای داخلی و خارجی که همانا عملکرد حرارتی ساختمان است، تأثیر می‌گذارد. همچنین، روستائی و عریانی نژاد 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 عریانی نژاد، 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 فوق الذکر صورت گرفته است؛ اما مطالعات انجام شده در این زمینه بیشتر بر مقیاس خرد متمرکز بوده و به ندرت عملکرد حرارتی ساختمان را در مقیاس میانی و کلان مورد بررسی قرار داده‌اند (Salat, 2009 & woo et al., 2018 & Jige Quan 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 بنایها، 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 معاابر و فضاهای باز رابطه همبستگی قوی و بین مصرف انرژی اولیه و شاخص تنشیبات بلوك، رابطه همبستگی متوسط وجود دارد (مرتضایی و همکاران، ۱۳۹۶: ۵۴-۴۱). نورالدین و معین‌مهر (۱۳۹۲)، به ارائه

گرمایشی تک بنا داشته باشد) & woo et al., 2018 (Jige Quan et al., 2014 & Sanaieian et al., 2014 سالات<sup>۳</sup> 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). براین‌ساس، مصرف انرژی مسکن روستایی با قرارگیری در میان سایر بناهای بافت روستایی متفاوت از زمانی است که به صورت 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 می‌باشد که در مقاله حاضر به مواردی چون تغییر ارتفاع ساختمان‌ها، تغییر جهت‌گیری بنایها، 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 درنهایت 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°.

راهکارهایی به منظور تحقق سکونتگاههای روستایی پایدار پرداخته است. بمویژه بیان می‌دارد که معماری رایج امروز در روستاهای منطبق با شرایط اقلیمی نیست و در پی ارائه اصول و ضوابطی به منظور دستیابی به آسایش اقلیمی در مسکن روستایی به همراه صرف‌جویی انرژی است (نورالدین و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۵). نصراللهی (۱۳۹۳)، به شاخص‌های جهت‌گیری، کشیدگی ساختمان، تعداد طبقات، مساحت پنجره‌ها، نوع سایبان‌ها به عنوان 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 بهینه نمودن آن‌ها می‌توان حدود ۴۵ درصد از میزان مصرف انرژی ساختمان را کاهش داد.

دلماسترو و همکاران<sup>۴</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>۵</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. به گونه‌ای که بیشترین میزان جذب نور خورشید در زمستان را فراهم آورده و همچنین از میزان اثر جزیره حرارتی بکاهد (Okeil, 2010: p.1437-1444) (۲۰۱۲) بیان می‌دارند که استفاده از انرژی خورشیدی و

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: 1143 - 1152; Mutani & Vicentini, 2013: ۹۲-۸۷). چنچن<sup>۶</sup> (۲۰۱۲) به کمک شبیه‌سازی تلاش نمود تا دریابد که چیزهای مختلف بافت شهری چطور بر دسترسی به انرژی خورشیدی و میزان انرژی مصرفی ساختمان‌ها تأثیر می‌گذارد (Chenchen, 2012: P.1). وارتلومایس<sup>۷</sup> (۲۰۱۷) به بررسی اثر فرم بلوک ساختمانی بر مصرف انرژی گرمایشی و سرمایشی پرداخته است (Vartholomaios, 2017: p.145-135). (Rode et al., 2014: 138-145) میزان نیاز انرژی گرمایشی را در رد و همکاران<sup>۸</sup> (۲۰۱۴) میزان ارتفاع ساختمان را در ارتباط با شاخص‌های تراکم، نسبت سطح به حجم، ارتفاع و سطح اشغال ساختمان در الگوهای مختلف ساختمانی ارزیابی نموده‌اند (Andreou, 2014: 162). اندرو<sup>۹</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: 596-587). هاچمیت (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: 596-587, Vartholomaios, 2017: p.145-135, Chenchen, 2012: P.1, 2012) 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)، 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.

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

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

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

## روش

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 نظری همچو اینجا 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، آبلدو، 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)، سبزینگی 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 بر می‌گیرد 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

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

## ت ۳. مراحل انجام تحقیق.

براساس ضوابط طرح هادی روستای چهرقان، حداقل ابعاد زمین مسکونی ۱۵۰ متر مربع، تعداد طبقات مسکونی حداقل 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 مساکن 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 موردن بررسی هفت عدد می‌باشد 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 درمجموع ۴۲ واحد همسایگی مختلف را شامل می‌شود. در تمامی مراحل مدل‌سازی و شبیه‌سازی از پلاگین گرس‌های برای نرم‌افزار راینو<sup>۵</sup> بهره برده شده و با استفاده از نرم‌افزار متنورم<sup>۱۱</sup> و طول و عرض جغرافیایی روستای چهرقان، فایل اقلیمی این روستا تهیه گردیده و به عنوان فایل epw وارد نرم افزار شبیه سازی شده است. فایل تهیه شده دربرگیرنده اطلاعات اقلیمی منطقه‌ی 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 پی‌برد.



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



ت ۶. 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>۱۰</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 بوده‌اند. دلیل اول اینکه این دو بلوک در هسته اولیه شکل گیری روستا واقع شده‌اند. بنابراین ساختمان‌های این دو بلوک می‌توانند نمایندگان مناسبی از نظر سطح بالای همیزیستی و هماهنگی کالبد با اقلیم، جغرافیا و محیط اطراف خود باشد. از طرف دیگر در نظر بوده است که شبیه زمین تاثیری بر نتایج مطالعات نداشته باشد بنابراین منطقه‌ای از روستا انتخاب شده است که زمینی مسطح داشته باشد. در روستای چهرقان، بلوک A و B واجد چنین شرایطی بوده‌اند. بدین جهت ملاحظه می‌شود که نتایج این مقاله می‌تواند قابلیت تعمیم‌پذیری بر سکونتگاه‌های واقع در روستاهای سردسیر داشتی را داشته باشد. ارتفاع ردیف‌های مذکور از یک تا سه طبقه

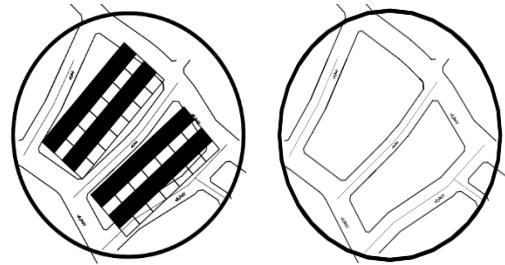
شده‌اند تا بهترین زاویه تابش خورشید برای هر مدل به دست آید. بدین ترتیب تعداد ۷۵۶۰ خروجی برای تمامی مدل‌های شیوه‌سازی شده به دست آمده و برای هر مدل به طور جداگانه تحلیل‌های لازم انجام و توسط نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۶ به نمودارهایی قابل ارزیابی تبدیل و دسته‌بندی شده است. خروجی‌های به دست آمده به کمک روش توصیفی- تحلیلی مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است. گام چهارم به بررسی 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 جهت گیری و ارتفاع بنای برای هر الگو به منظور جذب بیشترین تابش خورشیدی مشخص شده است. همچنین تاثیر تراکم بر میزان جذب تابش خورشیدی مورد بررسی قرار گرفته است.

پخت

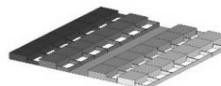
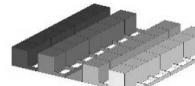
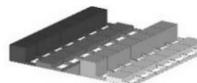
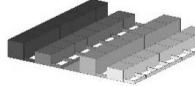
همانطور که پیشتر اشاره شد ساختمان‌های روستا در ۷ ماه از سال (مهرماه تا اردیبهشت‌ماه) نیاز به گرمایش دارند و محاسبات برای فصول سرد سال صورت پذیرفته است. تمامی واحدهای همسایگی بین  $90^{\circ}$  تا  $270^{\circ}$  نسبت به جنوب چرخانده شده است تا مناسب ترین جهت برای هر واحد همسایگی با الگو و ارتفاع خاص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

شكل الكُو	نام الكُو
	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 به دست آوردن بهترین جهت‌گیری واحدهای همسایگی از نظر جذب بیشترین تابش خورشید است که برای این کار مدل‌های شبیه‌سازی شده بین زوایای  $0^\circ$  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	
(درجه) ۹۹	زاویه بنا با بیشترین جذب تابش
(KWh/m <sup>2</sup> ) ۷۲۴.۲۹	بیشترین مقدار جذب تابش
(درجه) ۹۹<θ<۱۲۳ و ۲۶۱<θ<۲۴۲	زاویه بنا با جذب تابش بالا
۰۱۸۰-۰۱۵۰	زاویه باد مطلوب تابستانی
ندارد	انطباق بنا با باد مطلوب
غرب به شرق	باد غالب
ندارد	انطباق بنا با باد غالب

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

جهت گیری ۴۵° شمال شرقی	جهت گیری
%۱۹	درصد الگوهای تیپ A با زاویه ۴۵° از کل الگوهای تیپ A
۱۰۰ از ۱۹	تعداد نمونه
۰۱۸۰-۰۱۵۰	باد مطلوب تابستانی
ندارد	انطباق با جهت باد مطلوب تابستانی و باد غالب

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

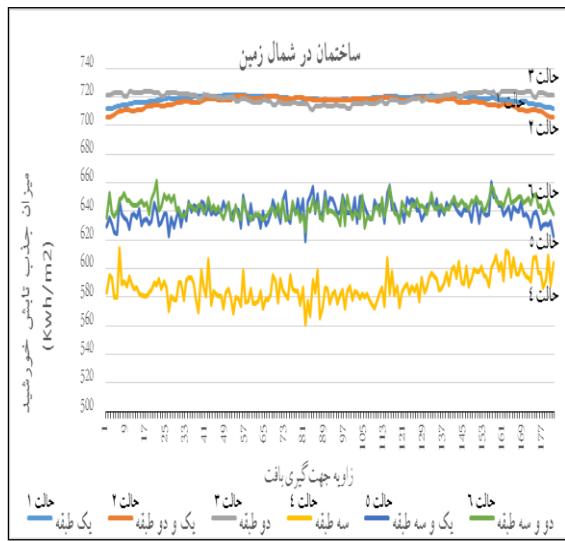
#### الگوی U شکل

در الگوی U شکل به ترتیب ساختمان‌های "سه طبقه" و سپس ساختمان‌های "دو و سه طبقه" و "یک و سه طبقه" دارای کمترین میزان جذب تابش خورشید می‌باشند. سپس ساختمان‌های دو طبقه با میانگین جذب تابش (KWh/m<sup>2</sup>) ۷۸۳.۷۹، ساختمان‌های یک و دو طبقه با (KWh/m<sup>2</sup>) ۷۰۵.۴۱ و ساختمان‌های یک طبقه با (KWh/m<sup>2</sup>) ۷۱۶.۳۲ 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 (KWh/m<sup>2</sup>) ۷۱۶.۳۵، ساختمان‌های "یک طبقه" با (KWh/m<sup>2</sup>) ۷۱۸.۷۵ و ساختمان‌های "دو طبقه" با (KWh/m<sup>2</sup>) ۷۱۹.۴۶ 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 زاویه‌ای مناسب است که باعث دریافت تابش بیشتر می‌شود.

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

دارد که بیشترین درصد آنها یعنی ۱۹٪ دارای جهت گیری با زاویه ۱۴۰° است که می‌توان گفت انطباقی نسبی با جهت باد مطلوب تابستانی روزتا دارد (جدول شماره ۸).

ساختمان‌های دو طبقه	
۰۲۵۲	زاویه بنا با بیشترین جذب تابش
۷۱۷.۲۹	بیشترین مقدار جذب تابش
۲۰۴ < a < ۲۶۸	زاویه بنا با جذب تابش بالا
ندارد	انطباق بنا با باد مطلوب و باد غالب

#### ج ۷. بررسی بهترین جهت گیری الگوی L شکل.

جهت گیری	
۱۴۰°	درصد
٪۱۹	تعداد نمونه
۴۳ از ۸	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 ساختمان‌های "سه طبقه" و سپس ساختمان‌های "دو و سه طبقه" و "یک و سه طبقه" دارای کمترین میزان جذب تابش خورشید می‌باشند. سپس ساختمان‌های یک و دو طبقه با میانگین جذب تابش ( $KWh/m^2$ ) ۶۶۹.۲۲، ساختمان‌های دو طبقه با ( $KWh/m^2$ ) ۷۰۴.۲۲ و ساختمان‌های یک طبقه با ( $KWh/m^2$ ) ۷۰۲.۸۹، ساختمان‌های دو طبقه با ( $KWh/m^2$ ) ۷۰۵.۹۵ و ساختمان‌های یک طبقه با ( $KWh/m^2$ ) ۷۱۳.۱۲ بیشترین جذب تابش خورشید را در فصول سرد سال داشته‌اند. جدول ۹ نشان می‌دهد که زاویه تابش مناسب برای ساختمان‌های دو سمت حیاط با الگوی ساختمان در دو سمت حیاط با زاویه باد مطلوب تابستانی همپوشانی ندارد (جدول شماره ۹).

جهت گیری بیشتر ساختمان‌های این الگو به سمت ۴۵° است که بیانگر این مطلب است که زاویه مناسب برای جذب بیشترین مقدار تابش خورشید با جهت باد مطلوب تابستانی همپوشانی ندارد (جدول شماره ۱۰).

گیری با زاویه ۱۳۵° است که می‌توان گفت انطباقی نسبی با جهت باد مطلوب تابستانی روزتا دارد (جدول شماره ۶).

ساختمان‌های یک طبقه	
۱۶۶	زاویه بنا با بیشترین جذب تابش
۷۲۲.۶۵	بیشترین مقدار جذب تابش
۱۷۴ < a < ۱۷۸ و ۱۸۹ < a < ۱۹۹ و ۱۴۹ < a < ۱۵۴ او ۶۲ < a < ۱۶۹	زاویه بنا با جذب تابش بالا
دارد	انطباق بنا با باد مطلوب
ندارد	انطباق بنا با باد غالب

#### ج ۵. بررسی ساختمان‌های یک طبقه با الگوی U شکل.

جهت گیری	
۱۴۰°	درصد
٪۱۶	تعداد نمونه
۶۴ از ۱۰	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 ساختمان‌های "سه طبقه" و سپس ساختمان‌های "دو و سه طبقه" و "یک و سه طبقه" دارای کمترین میزان جذب تابش خورشید می‌باشند. سپس ساختمان‌های یک و دو طبقه با میانگین جذب تابش ( $KWh/m^2$ ) ۷۰۲.۸۹، ساختمان‌های یک طبقه با ( $KWh/m^2$ ) ۷۰۵.۹۵ و ساختمان‌های یک طبقه با ( $KWh/m^2$ ) ۷۱۳.۱۲ بیشترین جذب تابش خورشید را در فصول سرد داشته‌اند.

ساختمان‌های دو طبقه با زاویه ۲۵۲° در ۰ دارای جذب تابش خورشید و در زاویه ۲۰۴ تا ۲۶۸ 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 روزتا وجود

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

۱۵۰°	جهت‌گیری
%۵۶	درصد
۹ از ۵	تعداد نمونه
دارد	انتباط بنا با باد مطلوب
ندارد	انتباط با جذب تابش و زاویه مناسب تابش خورشیدی

#### 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 ( $KWh/m^2$ ) ۸۷۶.۴۲ و ۸۷۳.۴۸ ساختمان‌های دو طبقه با ( $KWh/m^2$ ) ۸۸۶.۱۳ و ساختمان‌های یک طبقه با ( $KWh/m^2$ ) ۸۷۶.۴۲ 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 ۲۶۴ تا ۲۷۰ 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	$50^{\circ}$
بیشترین مقدار جذب تابش	۷۶۹.۵۲
زاویه بنا با جذب تابش بالا	$+250^{\circ} < \alpha < 270^{\circ}$ و $90^{\circ} < \alpha < 114^{\circ}$
انتباط بنا با باد مطلوب	دارد
انتباط بنا با باد غالب	ندارد

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

ندارد	انتباط بنا با باد مطلوب و باد غالب
$+270^{\circ}$	زاویه بنا با بیشترین جذب تابش
۷۲۱.۰۲	بیشترین مقدار جذب تابش
$+270^{\circ} < \alpha < 70^{\circ}$	زاویه بنا با جذب تابش بالا

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

ندارد	انتباط با جهت باد مطلوب تابستانی، باد غالب و زاویه مناسب تابش خورشیدی
$17^{\circ}$ از ۶	تعداد نمونه
$\frac{1}{35}$	درصد

#### 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 ( $KWh/m^2$ ) ۷۱۹.۴۶ و ساختمان‌های یک و دو طبقه با ( $KWh/m^2$ ) ۷۲۸.۰۳ و ساختمان‌های یک طبقه با ( $KWh/m^2$ ) ۷۳۹.۷۹ 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	$50^{\circ}$
بیشترین مقدار جذب تابش	۷۶۹.۵۲
زاویه بنا با جذب تابش بالا	$+250^{\circ} < \alpha < 270^{\circ}$ و $90^{\circ} < \alpha < 114^{\circ}$
انتباط بنا با باد مطلوب	دارد
انتباط 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; Kanders 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 & سرتیپی‌پور، ۱۳۹۲: ص.۲۷). بدین‌منظور 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 (KWh/m<sup>2</sup> ۵۳۸۷.۶۵)، تراکم ۹۰ تراکم ۱۲۰ دو طبقه (KWh/m<sup>2</sup> ۵۲۶۹.۴۷)، تراکم ۹۰ یک و دو طبقه (KWh/m<sup>2</sup> ۵۲۶۸.۸۶)، تراکم ۱۲۰ یک و سه طبقه (KWh/m<sup>2</sup> ۴۸۲۱.۲۹)، تراکم ۱۵۰ دو و سه طبقه (KWh/m<sup>2</sup> ۴۷۵۹.۸۳)، و تراکم ۱۸۰ سه طبقه تابش خورشید می‌باشند. همچنین نتایج نشان می‌دهد که در صورت ثابت فرض کردن سطح اشغال بنا برای ساختمان‌ها با تراکم‌های متفاوت، الگوی "حیاط مرکزی" با حیاط 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 در صد
۷۶۰	تعداد نمونه
۱۳ از ۱۸	انطباق بنا با باد مطلوب و زاویه مناسب تابش خورشیدی
	تابدودی دارد
	ندارد
	انطباق بنا با باد غالب

#### ج. ۱۴. بررسی وضع موجود الگوی حیاط مرکزی با حیاط بیرونی.

برای الگوی ساختمان‌های حیاط 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 حیاط مرکزی با باد مطلوب همپوشانی دارد اما با زاویه باد غالب انطباق ندارد (جدول شماره ۱۵).

ساختمان‌های یک طبقه	
۱۳۸	زاویه بنا با بیشترین جذب تابش
۸۵۶.۰۷۶	بیشترین مقدار جذب تابش
۱۱۴<۸<۲۲۸	زاویه بنا با جذب تابش بالا
دارد	انطباق بنا با باد مطلوب
ندارد	انطباق بنا با باد غالب

#### ج. ۱۵. بررسی بهترین جهت‌گیری ساختمان‌های حیاط مرکزی.

در مجموع ۲۱ خانه با الگوی حیاط مرکزی در روستا وجود دارد که به دلیل وجود حیاط 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 می باشند 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.

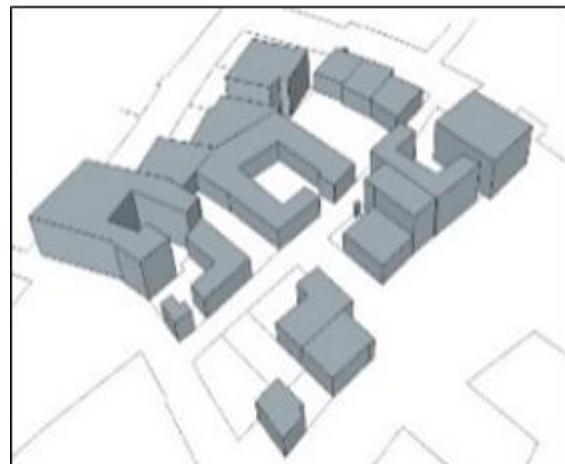
"حیاط مرکزی" در رتبه دوم و الگوهای "کوشکی" و "ساختمان در شمال زمین" در رتبه سوم قرار دارند. می‌توان مقایسه‌ای بین واحدهای همسایگی با تراکم های یکسان انجام داد. وضع موجود دو بلوك A و B دارای تعداد ۱۴ واحد مسکونی است که به طور متوسط تراکمی برابر با  $91/35$  دارد. همچنین براساس جدول



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

تابش خورشیدی (KWh/m <sup>2</sup> )	نوع الگو	نوع واحد همسایگی	تراکم
۸۷۷,۴۵	حیاط مرکزی با حیاط بیرونی	یک و دو طبقه	تراکم ۹۰
۸۴۰,۰۷	وضع موجود بافت		
۸۳۱,۰۶	حیاط مرکزی		
۷۳۱,۳۴	کوشکی		
۷۲۰,۴۸	ساختمان در شمال زمین	یک و دو طبقه	
۷۱۸,۴۸	شکل U		
۷۱۰,۴۳	شکل L		
۶۷۶,۶۱	ساختمان در دو سمت حیاط		

ج ۱۶. مقایسه میزان جذب تابش خورشید بین واحدهای همسایگی G\_A و وضع موجود.



ت ۹. وضع موجود دو بلوك A و B.

## نتیجه گیری

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.

جذب تابش خورشید می تواند در کاهش مصرف انرژی ساختمانها موثر باشد. نتایج شبیه سازی های واحدهای همسایگی توسط پلاگین گرسهایپر بیانگر این مطلب است که در میان ۷ واحد همسایگی A\_G، واحد همسایگی متشكل 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 روستایی 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.

## پی‌نوشت

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 معب 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 تأثیر مربوط به پارامتر تغییر «جهت ساختمان» است.

به دلیل قرارگیری "روستای چهرقان" در اقلیم سرد،

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

## فهرست منابع

- مرکز آمار ایران. (۱۳۹۵)، آمار نفووس و مسکن سال ۱۳۹۵، دسترسی به سایت در ۱۳۹۷، <https://www.amar.org.ir/>
- نصراللهی، فر شاد. (۱۳۹۳)، «ساختمنهای اداری انرژی کارا، بهرهوری انرژی با طراحی معماری»، مجموعه مقالات تحقیقاتی پژوهش 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 ۱۸-۱.
- 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 CO<sub>2</sub> 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
- خادمی زارع ، حسن؛ اخوان آخرین. (۲۰۰۹)، «ارائه یک مدل تلفیقی بهمنظور پیش‌بینی پیکبار و برقراری تعادل عرضه و تقاضای انرژی الکتریکی با اهداف چندگانه»، بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی برق، ایران، تهران.
- ریاضی، منصوره؛ حسینی، سیدمهدي. (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 هواسناسی کشور، ۱۳۹۶، [www.weather.ir](http://www.weather.ir).
- سرتیپی پور محسن. (۱۳۹۲)، گونه‌شناسی مسکن روستایی استان مرکزی، تهران، بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، دانشگاه شهری‌بهشتی، 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؛ هاشم داداش‌پور. (۱۳۹۰)، «تأثیر فرم و تراکم بلوک‌های مسکونی بر مصرف انرژی در شهر جدید هشتگرد»، معماری و شهرسازی آرمان شهر، شماره ۶، ص ۱۱۶-۱۰۷.
- روستائی، سمانه؛ عریانی نژاد، 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.
- طلویان، 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، فرشاد؛ قلعه نویی، محمود. (۱۳۹۶)، «بررسی ریخت-گونه‌شناسانه بافت‌های مسکونی جدید در راستای بهینه‌سازی مصرف انرژی اولیه»، فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات شهری، شماره ۲۴، ص ۸۴-۵۴.

- 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 aMediterranean city, *Sustainable Cities and Society*, Vol. 28:135-145.
- Woo Young-Eun & Cho Gi-Hyoug (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
- <https://doi.org/10.22034/38.167.19>
- 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, CO<sub>2</sub> 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.