ارزیابی اقلیمی طرح‌های بهسازی مسکن روستایی (مورد مطالعه: مناطق کوهستانی استان تهران)

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

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۸/۱۹
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۲/۲۱

چکیده
معماری بومی برگرفته از طبیعت، اقلیم و محیط پیرامونی است و به‌دلیل محدودیت در دسترسی به منابع انرژی فسیلی امروزی سعی نموده‌است که حداقل میزان وابستگی به این نوع منابع انرژی را داشته باشد. الگوبرداری از معماری بومی منطقه، اولین و پایدارترین اقدام در طراحی معماری همساز با اقلیم در یک منطقه اقلیمی مشخص است. بنیاد مسکن انقلاب اسلامی به‌عنوان متولی اصلی ساخت‌وساز در روستاهای ایران مطالعات گسترده‌ای در حوزه شناسایی و ارزیابی ویژگی‌های معماری بومی مسکن‌های روستایی انجام داده‌است و اقدام به ارائه طرح بهسازی مسکن روستایی در برخی مناطق اقلیمی نموده‌است. هدف مقاله حاضر ارزیابی طرح‌های بهسازی مسکن روستایی مناطق کوهستانی استان تهران از نظر مصرف انرژی و در صورت لزوم ارائه راهکارهای اصلاحی به‌منظور بهبود عملکرد حرارتی آن‌ها می‌باشد. بدین‌منظور لازم است ابتدا مصرف انرژی طرح‌های بهسازی مسکن روستایی که توسط بنیاد مسکن تهیه گردیده‌اند، ارزیابی گردند و با مقدار استاندارد مصرف انرژی مسکن در ایران مقایسه شوند. در صورت زیاد بودن مصرف انرژی طرح‌ها نسبت به حالت استاندارد، لازم است از راهکارهای اصلاحی استفاده شود. راهکارهای اصلاحی برگرفته از ویژگی‌های کالبدی الگوی بهینه است. ویژگی‌های کالبدی الگوی بهینه نمایانگر بهینه‌ترین حالت ویژگی‌های کالبدی یک ساختمان ازجمله نسبت طول به عرض ساختمان، جهت‌گیری ساختمان، تعداد طبقات و تراکم بنا، نسبت سطح به حجم ساختمان، نسبت سطح بازشو به دیوار، نوع ارتباط الگوی بهینه با ساختمان‌های مجاور، تعداد و جهت جداره‌های خارجی مرتبط با هوای بیرون، وجود فضاهای نیمه‌باز (ایوان)، پیش‌آمدگی لبه بام، سایبان بازشوها و رنگ جداره‌های خارجی در اقلیمی مشخص است که به کمک ضوابط، استانداردها و همچنین شبیه‌سازی انرژی قابل حصول می‌باشند. دستاورد نهایی این مقاله ارزیابی و اصلاح ویژگی‌های کالبدی طرح‌های بهسازی مسکن روستایی مناطق کوهستانی استان تهران، به کمک انطباق آن‌ها با حالت بهینه‌ی ویژگی‌های کالبدی ساختمان در این اقلیم است. روش پژوهش حاضر از نوع توصیفی است که با استفاده از ابزارهای شبیه‌سازی و نرم‌افزار Energy Plus 9.3 انجام شده‌است. نتایج بیانگر این موضوع است که اعمال راهکارهای اصلاحی به‌طور میانگین باعث صرفه‌جویی انرژی به میزان ۲۹٪ در طرح‌های بهسازی مسکن روستایی مناطق کوهستانی استان تهران می‌شوند.

کلمات کلیدی: طرح مسکن روستایی، طراحی معماری، انرژی ساختمان، ویژگی‌های کالبدی، نرم‌افزار انرژی‌پلاس.

---

* دانشجوی دکترای 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.

مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری فهیمه میرزایی دانشجوی دکتری دانشگاه علم و صنعت تهران می‌باشد. به راهنمایی دکتر فاطمه مهدیزاده سراج و دکتر سید مجید مفیدی شمیرانی و مشاوره دکتر ریما فیاض.

مقدمه

تأثیر اقلیم بر خانه‌سازی و آسایش انسان موضوعی است که قدمت دیرینه دارد و به چندین سده قبل از میلاد برمی‌گردد (Octay, 2002: 1003-1012) و همیشه تلاش بر این بوده‌است که طرح معماری هماهنگ با ویژگی‌ها و عوامل اقلیمی و آب‌وهوایی منطقه باشد تا طرحی کامل محسوب شود (Chairuniza et al., 2020: 2056-2059; ملک حسینی، ۱۳۸۹). معماری بومی ایران بیانگر این مطلب است که توجه به منابع انرژی طبیعی از دیرباز وجود داشته‌است و استفاده از آن‌ها منجر به صرفه‌جویی در مصرف سوخت و مهم‌تر از آن ارتقای کیفیت آسایش و بهداشت محیط‌های مسکونی و سالم‌سازی محیط‌زیست شده‌است و در این مسیر اولین اقدام، هماهنگ‌سازی محیط مسکونی با شرایط اقلیمی می‌باشد (کسمایی، ۱۳۶۸). به‌طورکلی، ویژگی‌های کالبدی ساختمان تأثیر مستقیم بر مصرف انرژی دارند و ضروری است در انطباق حداکثری با اقلیم منطقه باشند (میرزائی و همکاران، ۱۳۹۸). توجه به ویژگی‌های کالبدی باید از همان مراحل اول طراحی تعیین گردند. برخی از این ویژگی‌ها انعطاف‌پذیرند و قابلیت تغییر در دوران بهره برداری ساختمان را دارند و برخی دیگر در ابتدای فرایند طراحی تعیین می شود و پس از ساخت بنا دیگر به‌راحتی نمی‌توان آن را تغییر داد چراکه با هزینه‌های گزافی همراه است (Hayter et.al, 2001).

موضوع پژوهش مقاله حاضر در اقلیم سرد است که بخش وسیعی از ایران را در برمی‌گیرد. سلسله جبال البرز و زاگرس و همچنین کوه‌هایی که به‌صورت منفرد در مرکز و شرق ایران وجود دارند از مناطق سردسیر کشور به‌شمار می‌آیند (ماجدی، ۱۳۷۱). به‌دلیل وجود شرایط زیست مساعد، روستاهای بسیاری در مناطق کوهستانی البرز شکل گرفته‌اند که از آن جمله می‌توان به روستاهای کوهستانی شمال شرقی استان تهران اشاره نمود.

بنیاد مسکن انقلاب اسلامی در سال ۱۳۸٦ در مطالعه‌ای تحت عنوان «طرح ویژه بهسازی مسکن روستایی استان تهران» به ارائه الگوهایی برای مسکن روستایی مناطق کوهستانی استان تهران پرداخته‌است. الگوهای پیشنهادی برگرفته از مطالعات اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی مسکن‌های روستایی منطقه است. مقاله حاضر در پی پاسخ به این پرسش‌ها است که الگوهای پیشنهادی چه میزان به عملکرد حرارتی ساختمان توجه نموده‌است؟ ویژگی‌های کالبدی در نظر گرفته شده در الگوهای پیشنهادی چه میزان با اقلیم کوهستانی منطقه سازگار است؟ و بهینه‌ترین حالت ویژگی‌های کالبدی مسکن روستایی در مناطق کوهستانی استان تهران چگونه باید باشد تا ساختمان عملکرد حرارتی مناسبی در طول سال داشته باشد؟

به‌منظور پاسخ به سؤالات مطروحه، مقاله حاضر در نظر دارد الگوهای پیشنهادی را از نظر کارکرد انرژی موردبررسی قرار دهد و در صورت لزوم اصلاحات لازم را در آن‌ها پیشنهاد نماید. به‌منظور دستیابی به هدف مذکور لازم است ابتدا حالت بهینه‌ی ویژگی‌های کالبدی ساختمان در اقلیم موردنظر شناسایی شوند. سپس الگوهای پیشنهادی به‌لحاظ مصرف انرژی ارزیابی گردند و در صورت مصرف بیش‌ازحد استاندارد انرژی از راهکارهای اصلاحی به‌منظور بهبود مصرف انرژی استفاده شود. بدین‌ترتیب با شناخت حالت بهینه‌ی ویژگی‌های کالبدی مسکن روستایی در اقلیم موردنظر می‌توان طرح‌های بهسازی مسکن‌های روستایی را از نظر مصرف انرژی ارزیابی نمود تا علاوه بر در نظر گرفتن ویژگی‌های اجتماعی و اقتصادی از نظر کارکرد

انرژی و زیست‌محیطی نیز موردسنجش قرار گیرند.

ادبیات موضوع

به‌طورکل مطالعات بسیاری در رابطه با استفاده از عناصر اقلیمی در طراحی معماری و انرژی ساختمان انجام و توصیه‌های زیادی در استفاده از شرایط اقلیمی محلی برای بهبود طراحی‌های اقلیمی و شبیه‌سازی انرژی شده‌است (Timothy et al., 2016: 71-74; Hui and Chung, 1997: 1-9). مطالعات اقلیمی در حوزه‌ها و مقیاس‌های گوناگون قابل‌پیگیری است از آن جمله در مقیاس کلان می‌توان به نقشه پهنه‌بندی اقلیمی ایران در ارتباط با مسکن و محیط‌های مسکونی سراسر کشور اشاره نمود که در مقیاس یک چهار میلیونیم می‌باشد (کسمایی، ۱۳۷۲). همچنین کاویانی با استفاده از داده های هواشناسی ٤٨ ایستگاه سینوپتیک به بررسی و تهیه نقشه زیست اقلیم انسانی ایران براساس شاخص ترجونگ پرداخته‌است (کاویانی، ۱۳۷۲: ٤٥-٢٦٢)؛ اما در خرد مقیاس مطالعه جامعی در زمینه انطباق ساختمان‌ها با اقلیم منطقه صورت نگرفته‌است و لازم است بیشتر به آن پرداخته شود تا در طراحی‌های آینده مورداستفاده قرار گیرد. انطباق ساختمان با اقلیم می‌تواند از بُعد فضای درون کالبد ساختمان نظیر نوع چینش فضاهای داخلی (Tiantian et al., 2020) و ابعاد بیرونی کالبد بنا نظیر حجم کلی ساختمان (Ying and Li, 2020; D'Amico & Francesco, 2019; Khamma & Boubekri, 2017; Wei et al., 2016; Sharizatul et al., 2016; Konis et al., 2016; Delmastro, et al., 2015: 91-94; Kocagil and Oral, 2015; Naboni et al., 2015)، جهت‌گیری ساختمان (Chi et al., 2020; Ram Khamma and Boubekri, 2017; Delgarm et al., 2016; Hemsath and Bandhosseini, 2015)، تعداد طبقات و تراکم ساختمان (Geekiyanage and Ramachandra, 2018; Premrov et al., 2017)، نسبت سطح بازشو به دیوار (Geekiyanage and Ramachandra, 2018; Premrov et al., 2017; Wei Tian et al., 2016)، ابعاد ساختمان (Premrov et al., 2017; Hemsath and Bandhosseini, 2015) و پوسته ساختمان (D'Amico & Francesco, 2019) موردبررسی قرار گیرد.

مطالعات بسیاری در رابطه با ساخت‌وساز در روستاهای ایران توسط بنیاد مسکن انقلاب اسلامی به‌عنوان متولی اصلی روستاها انجام شده‌است اما توجه به مسائل زیست‌محیطی بخش کوچکی از آن‌ها را شامل می‌شود. ازآنجاکه معماری پایدار در گرو پرداختن به سه اصل پایداری اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی شکل می‌گیرد؛ بنابراین ضروری است مطالعات دقیق‌تر و جامع‌تری در رابطه با انطباق معماری و اقلیم منطقه صورت پذیرد. بنیاد مسکن انقلاب اسلامی در مطالعه‌ای تحت عنوان «گونه‌شناسی مسکن روستایی استان تهران» (۱۳۸۷) به بررسی مسکن‌های روستایی استان تهران در سه اقلیم دشتی، کوهپایه‌ای و کوهستانی پرداخته‌است و در اقلیم کوهستانی ۲۰ روستا و ۱۲۰ مسکن روستایی را از نظر نوع گونه، الگوهای زیستی و معیشتی موردبررسی قرار داده‌است. همچنین احکام و ضوابط طراحی مسکن روستایی در استان تهران را در مطالعه‌ای دیگر با عنوان «احکام و ضوابط و راهنمای معماری و سازه طرح‌های نوسازی و بازسازی ساختمان مسکن روستایی استان تهران» (۱۳۹۰) تعیین نموده‌است تا راهنمایی برای طراحی معماران در روستاهای این استان در سه منطقه اقلیمی دشتی، کوهپایه‌ای و کوهستانی باشد. در اقدامی دیگر، بنیاد مسکن در مطالعه‌ای تحت عنوان «گزارش طرح آمارگیری از ویژگی‌های مسکن روستایی سال ۱۳۹۲» در قالب مطالعه‌ای آماری به تحلیل ویژگی‌های کالبدی ساختمان‌های روستایی پرداخته‌است. از دیگر اقدامات بنیاد مسکن ارائه

الگوهای طراحی برای مسکن روستایی است که در قالب مطالعه‌ای با عنوان «طرح ویژه بهسازی مسکن روستایی استان تهران» (۱۳۸٦) تهیه گردیده‌است و بخشی از آن به مناطق کوهستانی استان تهران اختصاص یافته‌است. مقاله حاضر در نظر دارد الگوهای پیشنهادشده در این مطالعه را از نظر کارکرد انرژی موردارزیابی قرار دهد و در صورت لزوم راهکارهای اصلاحی را اعمال نماید. به‌منظور دستیابی به هدف مذکور لازم است. مصرف انرژی الگوهای طرح مسکن روستایی در مطالعه‌ی «طرح ویژه بهسازی مسکن روستایی استان تهران» (۱۳۸٦) موردارزیابی قرار گیرد. سپس با مقدار استاندارد مصرف انرژی در بخش مسکن مقایسه گردد و در صورت بیش‌ازحد بودن مصرف انرژی لازم است از راهکارهای اصلاحی به‌منظور بهبود عملکرد حرارتی ساختمان استفاده شود. بدین‌ترتیب می‌توان درنهایت به الگوهایی از طرح‌های مسکن روستایی دست یافت که علاوه بر رعایت مسائل اجتماعی و اقتصادی به مسائل زیست‌محیطی نیز توجه جامع و عمیقی نموده‌اند. با توجه به اثرگذاری بالای اقلیم در طرح معماری لازم است ویژگی‌های اقلیمی و جغرافیایی منطقه پژوهش، موردبررسی دقیق قرار گیرند.

منطقه موردمطالعه

محدوده موردمطالعه، بخش شمالی استان تهران است (تصویر شماره ۱) که در دامنه‌های جنوبی رشته‌کوه‌های البرز مرکزی واقع شده‌است و جزو حوزه کوهستانی محسوب می‌شود (بنیاد مسکن انقلاب اسلامی, ۱۳۸۷, ص. ۲۸). روستاهای شهرستان‌های دماوند، فیروزکوه، شمیرانات، لواسان، کرج، ساوجبلاغ، طالقان و تهران در این محدوده قرار دارند.

اقلیم این روستاها براساس طبقه‌بندی اقلیمی کوپن در گروه Ds قرار دارد. برای تعیین دمای آسایش و همچنین شرایط دمایی ماه‌های سال، می‌توان از تحقیقات پیشین استفاده کرد که توسط صاحب‌نظران این حوزه و در رابطه با آسایش حرارتی تهران انجام شده‌است. حیدری (۱۳۸۷) براساس طبقه‌بندی هفتگانه اشری (ASHRAE- & Point Scale)، آب‌وهوای تهران را بررسی کرده‌است و با این پیش‌فرض که شرایط خیلی سرد به شرایطی اطلاق می‌شود که دمای متوسط ماهیانه کمتر از ۱۵ درجه باشد، به جدول شماره ۱ دست یافته‌است.

ت۱. محدوده منطقه موردمطالعه (بنیاد مسکن انقلاب اسلامی, ۱۳۸۷, ص. ۵۱)

کمی سرد		خنثی		کمی گرم		گرم	
اول اردیبهشت	۱۵ فروردین	اول اردیبهشت	اول تیر	۱۵ تیر	اول تیر	۱۵ تیر	۳۰ تیر
خیلی گرم		گرم		کمی گرم		خنثی	
۳۰ تیر	۳۰ مرداد	۱۵ شهریور	۳۰ مرداد	۱۵ شهریور	اول مهر	اول مهر	۳۰ مهر
کمی سرد		سرد		خیلی سرد		سرد	
۱۵ آذر	اول آبان	۱۵ دی	۱۵ آذر	اول اسفند	۱۵ دی	اول اسفند	۱۵ فروردین

ج۱. تفکیک شرایط اقلیمی تهران براساس طبقه‌بندی هفتگانه اشری (حیدری، ۱۳۸۷: ۱۰)

بدین‌ترتیب تهران دارای ٦۲ روز گرم یا خیلی گرم، دارای شرایط متعادل در نیمی از سال و ۱۲۲ روز سرد و یا خیلی سرد است. در این پژوهش براساس مطالعات و نتایج کار میدانی محدوده آسایش و دمای خنثی شهر

تهران برای دو فصل سرد و گرم تعیین گردیده‌است. دمای خنثی در فصل سرد ۲۲,۵ و در فصل گرم ۲۷,۵ درجه به‌دست آمده‌است و دمای آسایش حرارتی، مردم شهر تهران در ٤± درجه حرارت نسبت به دمای خنثی، می‌باشد (حیدری، ۱۳۸۷: ۱۱-۹).

روش پژوهش

پرداختن به مسائل انرژی از همان مراحل اولیه طراحی ساختمان باید مدنظر قرار گیرد. در صورت رعایت نشدن این اصل از ابتدای طرح، می توان اقدام به انجام آن در هر مرحله از طراحی نمود اما دیگر نباید از ساختمان انتظار بهره وری صددرصد عملکرد حرارتی را داشت. همان‌طور که پیشتر بیان شد مسکنی پایدار است که از سه بُعد اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی موردتوجه قرار گرفته باشد. به‌منظور داشتن الگوهای پایدار طرح مسکن روستایی استان تهران لازم است ابتدا به کمک شبیه‌سازی انرژی نوع عملکرد حرارتی ساختمان موردبررسی قرار گیرد و میزان مصرف انرژی با حالت استاندارد آن مقایسه گردد. در صورت زیاد بودن میزان مصرف انرژی ساختمان لازم است با استفاده از راهکارهای اقلیمی طراحی معماری اقدام به اصلاح طرح معماری الگوهای پیشنهادی و کاهش مصرف انرژی آن‌ها نمود. دراین‌راستا از ضوابط، استانداردها و دستورالعمل های رسمی ایران در زمینه انرژی ساختمان نظیر مبحث نوزدهم و سیزدهم مقررات ملی ساختمان، استاندارد ملی ایران ۱٤۲۵۳ استفاده گردیده‌است (تصویر شماره ۲).

منطقه پروژه حاضر به‌دلیل قرارگیری در اقلیم سرد ایجاب می کند که حداکثر بهره‌مندی از تابش خورشیدی برای روشنایی و گرمایش فضاهای داخلی را داشته باشد و تهویه طبیعی تنها محدود به تأمین هوای تازه در مواقع ضروری گردد. بخش بسیاری از ارزیابی های پژوهش توسط شبیه‌سازی با نرم‌افزار انرژی‌پلاس نسخه ۹,۳ انجام شده‌است.

ارزیابی عملکرد حرارتی الگوهای طرح مسکن روستایی

اقدامات لازم: شبیه‌سازی الگوها به کمک نرم‌افزار انرژی پلاس

↓

مقایسه مصرف انرژی الگوهای طرح مسکن روستایی با مقدار استاندارد مصرف انرژی در بخش مسکن

اقدامات لازم: محاسبه سرانه مصرف انرژی الگوها و مقایسه آن با مقدار استاندارد مصرف انرژی در استاندارد ۱٤۲۵۳

↓

ارائه راهکارهای اصلاحی برای الگوهای طرح مسکن روستایی با مصرف انرژی بیشتر از حد استاندارد

اقدامات لازم: تغییر در ویژگی‌های کالبدی الگوهای طرح مسکن روستایی به منظور بهبود مصرف انرژی

↓

ارائه الگوهای پیشنهادی اصلاح‌شده‌ی طرح مسکن روستایی

اقدامات لازم: اعمال و ارزیابی راهکارهای اصلاحی بر الگوهای طرح مسکن روستایی و تهیه الگوهای پیشنهادی اصلاح‌شده

ت۲. فرایند و اقدامات پژوهش

بحث

براساس مطالعه «طرح ویژه بهسازی مسکن روستایی استان تهران» تعداد ۲۳ الگوی طرح معماری برای مسکن روستایی استان تهران در مناطق کوهستانی پیشنهاد گردیده‌است. جدول شماره ۲، به معرفی طرح کلی ۲۳ طرح ذکرشده و سرانه مصرف انرژی هر یک از آن‌ها که توسط شبیه‌سازی انرژی به‌دست‌آمده، پرداخته‌است. لازم به ذکر است که در تمامی الگوها ضخامت پوسته خارجی برابر ۲۰ سانتی‌متر، جنس پوسته خارجی از آجر و فاقد عایق حرارتی، ارتفاع مفید داخلی برابر ۲,۷۰ m، بام‌ها به‌صورت شیب‌دار همراه با شیروانی زیر آن، میزان ارتفاع کف پنجره برای فضای آشپزخانه برابر ۹۰ cm، اتاق‌ها برابر ٦۰ cm و سرویس‌های بهداشتی برابر ۱٦۰ cm می‌باشد. در وضع

موجـود، اغلـب درهـا نیـز دارای سـطح شیشـه‌خـور می‌باشند به‌گونه‌ای که تا ارتفاع ۷۰ cm را فلـز و مـابقی ارتفاع را شیشـه تشـکیل مـی‌دهـد. همچنـین بازشـوها به‌صورت تک جداره، شیشـه‌هـا سـاده بـه ضـخامت ٦ میلی‌متر، جنس قاب بازشوها از فلز (بدون تقسیم‌بنـدی داخلی)، ضـریب انتقـال حرارتـی بـام ۲,۵ $W/m^2.K$ و ضریب انتقال حرارتی پوسـته خـارجی ۱,۷۷ $W/m^2.K$ در نظر گرفتـه شـده‌اسـت. ایـن الگوهـا از نظـر تعـداد جداره‌های مـرتبط بـا هـوای بیـرون در دو دسـته قـرار می‌گیرند. دسته اول از چهار جبهه بـا هـوای بیـرون در ارتباط هستند و بخش عمده الگوها در این دسـته قـرار دارند. دسته دوم ساختمان‌هایی را شامل می‌شـود کـه از دو جبهه با هوای بیرون در ارتباط هستند و الگوهـای ۳ و ۲۳ در این دسته قرار دارند. لازم به ذکر اسـت کـه از نرم‌افزار انرژی‌پلاس به‌منظور تعیین مقدار سرانه انـرژی مصرفی الگوها استفاده شده‌است.

الگو	شرح الگو	سرانه انرژی (kWh/m^2)	الگو	شرح الگو	سرانه انرژی (kWh/m^2)
	۱. فضای زیستی در شرق و فضای دام در جنوب زمین	۱۵۱,۲٦		۱۳. فضای زیستی در شرق و فضای دام در جنوب زمین	۱۷۲,۱۸
	۲. فضای زیستی در مرکز و فضای دام در شمال زمین	۱٦۲,۲۸		۱٤. فضای زیستی در شرق و فضای دام در جنوب زمین	۱۸۵,۸۳
	۳. فضای زیستی در شمال و فضای دام در جنوب زمین	۱۳۲,۳۲		۱۵. فضای زیستی در غرب و فضای دام در جنوب زمین	۱۵۳,۲۹
	٤. فضای زیستی در غرب و فضای دام در شمال زمین	۱۹۲,۹۷		۱٦. فضای زیستی در غرب و فضای دام در جنوب زمین	۱۵٤,۰۷
	۵. فضای زیستی در مرکز و فضاهای دام در شمال زمین	۱٦٤,۲۸		۱۷. فضای زیستی در غرب و فضای دام در شمال زمین	۱٦٦,۱۵
	٦. فضای زیستی در مرکز و فضای دام در جنوب زمین	۱۵٦,۷٤		۱۸. فضای زیستی در غرب و فضای دام در جنوب زمین	۱٦۵,۹۷
	۷. فضای زیستی در شرق و فضای دام در جنوب زمین	۱٤٤,۷۹		۱۹. فضای زیستی در غرب و فضای دام در جنوب زمین	۱۷۰,۳۹
	۸. فضای زیستی در شرق و فضای دام در جنوب زمین	۱٤۱,٦۳		۲۰. فضای زیستی در غرب و فضای دام در جنوب زمین	۱۸۰,۸۸
	۹. فضای زیستی در مرکز و فضای دام در جنوب زمین	۱۷۸,۵۷		۲۱. فضای زیستی در غرب زمین	۱٤٤,٤۵
	۱۰. فضای زیستی در شرق و فضای دام در جنوب زمین	۱٤۹,۹٦		۲۲. فضای زیستی در غرب زمین	۱٦۰,۳۲
	۱۱. فضای زیستی در شرق و فضای دام در جنوب زمین	۱۳۷,٦۹		۲۳. فضای زیستی در مرکز زمین	۱۵۰,۵۵
	۱۲. فضای زیستی در مرکز و فضای دام در شمال زمین	۱٦۲,۷۷			

ج۲. ویژگی‌های کالبدی و سرانه مصرف انرژی در الگوهای طرح مسکن روستایی (بنیادمسکن‌انقلاب‌اسلامی, ۱۳۸٦)

ارزیابی مصرف انرژی طـرح‌هـای مسـکن روسـتایی مناطق کوهستانی استان تهران

در استاندارد ملی ایـران بـه شـماره ۱٤۲۵۳، شـاخص مصرف انرژی ساختمان مسکونی ایده‌آل در اقلـیم سـرد برابـر ۱۱۱ kWh/m^2 مشـخص گردیـده‌اسـت؛ ایـن در حالیست که براساس جـدول شـماره ۲ سـرانه مصـرف انـرژی الگوهـای طـرح مسـکن روسـتایی بـین بـازه‌ی ۱۳۲,۳۲ kWh/m^2 و ۱۹۲,۹۷ kWh/m^2 قـرار دارنـد؛ بنابراین ضرورت دارد با اصـلاح ویژگـی‌هـای کالبـدی ساختمان تا حد امکان مصرف انرژی الگوها را به مقدار استاندارد نزدیـک نمـود. بـرای ایـن منظـور لازم اسـت حالت بهینه ویژگی‌های کالبدی مسـکن در اقلـیم سـرد

منطقـه را موردبررسـی قـرار داد و از آن‌هـا بـه‌عنـوان راهکارهای اصلاحی طراحی معماری اقلیمی در اصلاح طرح معمـاری طـرح‌هـای بهسـازی مسـکن روسـتایی مناطق کوهستانی استان تهـران اسـتفاده نمـود. در ادامـه تلاش می‌گردد حالت بهینه‌ی تمامی ویژگی‌های کالبدی ساختمان در اقلیم سـرد منطقـه در قالـب الگـوی بهینـه ارائه گردد.

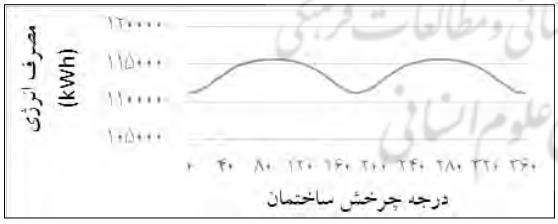
الگوی بهینه

به‌دست آوردن ویژگی‌های کالبـدی فـرم بهینـه بـرای اقلـیم مـوردنظر در مراحـل اولیـه طراحـی از نظـر صرفه‌جویی در مصرف انـرژی بسـیار سـودمند خواهـد بـود، درعـین‌حـالی کـه هزینـه خاصـی در برنـدارد (D'Amico & Francesco, 2019). منظـور بـه‌دسـت آوردن حالت بهینه ویژگی‌های کالبـدی مـوردنظر، یـک ساختمان فرضی رو به آفتاب در نیم کره شمالی به ابعـاد ۳×۱۰×۲۰ متـر در نـرم‌افـزار انـرژی‌پـلاس نسـخه ۹,۳ مدل‌سازی شد. تناسبات مدل فرضی برگرفته از تناسبات غالب در ساختمان‌های موجـود مسـکن‌هـای روسـتایی منطقه است. دیوارها از جنس خشت و آجر به ضخامت ۳۵ سانتی متر بـا ضـریب انتقـال حـرارت معـادل ۱,۷۷ $W/m^2.K$ و بدون عایق و سقف‌ها نیز از نوع تیرچـوبی و ضخامتی معادل ۳۰ سانتی متر با ضریب انتقال حرارتی ۲,۵ $W/m^2.K$ و بدون عـایق مـی‌باشـند. نـوع بازشـوها به‌صورت شیشه تک جداره ساده به ضخامت ٦ میلی‌متر و جنس قـاب دور بازشـوها از فلـز اسـت و پنجـره‌هـا تقسیم‌بندی داخلی ندارند.

دستیابی به الگـوی بهینـه نیازمنـد انجـام یـک فراینـد شبیه‌سازی چندمرحله‌ای است. نخست با توجه به اقلیم منطقـه بهتـرین ابعـاد سـاختمان و سـپس بهتـرین جهت‌گیری موردبررسی قرار گرفته و در مرحله بعـدی، ساختمان از نظر تعداد طبقات و نسبت سطح بازشـو بـه دیوار بررسی شده‌است. نتایج حاصل از شبیه‌سازی با در نظر گرفتن شرایط فوق، در ادامه ارائه می‌گردد.

ابعاد الگوی بهینه

تصویر شماره ۳، بیانگر این موضوع است که افـزایش نسبت طول به عرض در سـاختمان‌هـای شـرقی-غربـی باعث افزایش میزان دریافت تابش خورشید خواهد شد. نکته مهم دیگر در تعیین ابعاد ساختمان در نظـر گـرفتن جهت باد غالب منطقه است. تحقیقات نشان می‌دهد کـه باد غالب در ۵۰٪ روستاهای منطقه مـوردپژوهش دارای جهت شمالی-جنوبی، ۲۰٪ دارای جهت شرقی-غربـی، ۲۰٪ دارای جهت شـمال‌شـرقی- جنـوب‌غربـی و ۱۰٪ دارای جهت شمال‌غربی- جنوب‌شرقی است. بـا توجـه به آب‌وهوای سرد منطقه و به‌منظور بهره‌مندی حداکثری از تابش خورشید و عدم دریافت باد سرد منطقه در گـام اول طراحـی مسـکن پیشـنهاد مـی‌گـردد کـه کشـیدگی ساختمان در جهت شمال‌شرقی- جنوب‌غربی باشـد تـا علاوه بر دریافت تابش جنوب بتواند از باد سرد منطقـه نیز در امان باشد؛ اما در صورت وجود محـدودیت‌هـای طراحی پیشنهاد می‌گردد ساختمان کمترین کشـیدگی را در جهت شرقی-غربی و یا جنوب‌شـرقی-شـمال‌غربـی داشته باشد.

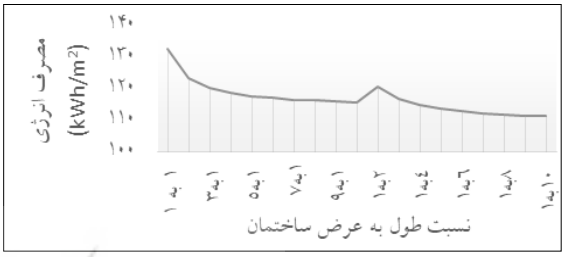


ت۳. ارتباط نسبت طول به عرض ساختمان و مصرف انرژی با یکدیگر

جهت‌گیری الگوی بهینه

همان‌طور که بیان شد، جهت سـاختمان بـه دو عامـل مهم یکی تابش و دیگری باد غالب منطقه مرتبط اسـت. تصویر شماره ٤ نشان می‌دهد بهترین عملکـرد حرارتـی

ساختمان زمانی است که ضلع بزرگ‌تر ساختمان رو به جنوب قرار گیرد اما از جانب دیگر باد غالب منطقه شمالی- جنوبی است که به‌دلیل سرما سعی می‌شود از آن پرهیز شود. با توجه به توضیحات پیشین بهترین جهت‌گیری ساختمان شمال‌شرقی- جنوب‌غربی می‌باشد. جهت جنوب به‌عنوان مبدأ چرخش و چرخش به‌صورت ساعتگرد در نظر گرفته شده‌است.



ت٤. ارتباط جهت‌گیری ساختمان و مصرف انرژی

تعداد طبقات الگوی بهینه

در مناطق سردسیر با تکرار طبقات در ارتفاع و افزایش تعداد طبقات، تراکم افزایش و نسبت سطح به حجم[1] کاهش می‌یابد و تأثیر مثبتی از نظر مصرف انرژی در ساختمان دارد (تصویر شماره ۵).

ت۵. ارتباط تعداد طبقات ساختمان و مصرف انرژی با یکدیگر

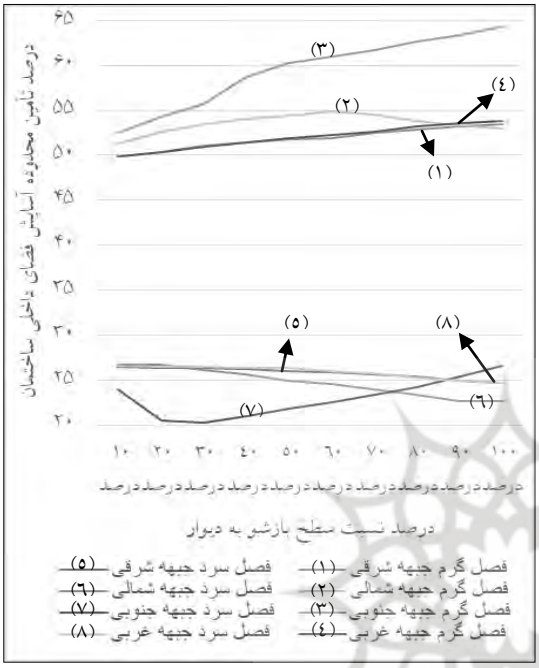
نسبت سطح بازشوها به سطح دیوار در الگوی بهینه

نسبت سطح بازشوها به سطح دیوار با در نظر گرفتن دو معیار «اوج ساعات تابش خورشید[2]» و «روشنایی قابل‌استفاده نور روز[3]» تدقیق می‌گردد. در میان این دو معیار، پارامتر «اوج ساعات تابش خورشید» که ارتباط مستقیمی با میزان دریافت تابش خورشید دارد، از اهمیت بیشتری برخوردار است چراکه در اقلیم سرد، مسکن روستایی بیش از تأمین روشنایی طبیعی نیازمند تأمین آسایش حرارتی فضای داخلی است و توجه به این موضوع به خوبی در نوع ساخت‌وساز مسکن‌های بومی منطقه قابل‌مشاهده است؛ بنابراین، اولین اصل در تعیین ابعاد بازشوها تأمین آسایش حرارتی داخلی برای مدت‌زمان بیشتر در طی سال است. پس‌ازآن به موضوع تأمین روشنایی فضاهای داخلی پرداخته می‌شود. همان‌طور که پیشتر بیان شد منطقه موردنظر دارای شش ماه سرد است و دمای آسایش حرارتی در فصل سرد این منطقه بین ۱۸,۵ تا ۲۶,۵ درجه سانتی‌گراد به‌دست آمده‌است. همچنین این منطقه دارای سه ماه گرم و دمای آسایش حرارتی بین ۲۳,۵ تا ۳۱,۵ درجه سانتی‌گراد در فصل گرم می‌باشد (حیدری، ۱۳۸۷: ۹). در ادامه، نسبت سطح بازشو به دیوار جبهه‌های مختلف ساختمان در دو فصل سرد و گرم موردبررسی جداگانه قرار گرفته‌اند. نتایج نشان می‌دهند که افزایش مقدار WWRرابطه مستقیمی با میزان تأمین آسایش حرارتی در ساختمان در فصول سرد و گرم سال دارد. برای جبهه شمالی ساختمان، بهترین نسبت سطح بازشو به دیوار در فصل گرم برابر ٦٠ درصد به‌دست آمده‌است. این در حالی است که در فصل سرد با افزایش نسبت سطح بازشو به دیوار (از ده تا صد درصد) از عملکرد حرارتی ساختمان کاسته می‌شود. تغییر مقدار WWR از ١٠ درصد به ٦٠ درصد باعث می شود ساختمان ٩٥ ساعت یا ٤ روز کمتر در محدوده آسایش قرار گیرد. تعداد روزهای سرد این منطقه ١٢٢ روز است که ٤ روز در مقابل آن رقم قابل‌توجهی نیست؛ بنابراین می‌توان WWR را در این جبهه تا ٪٦٠ افزایش داد و مدت‌زمان بیشتری از UDI مناسب، استفاده نمود؛ اما همیشه این نکته را باید در نظر داشت که در بخش مسکن اهمیت

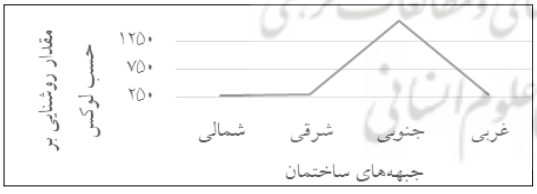
روشنایی کمتر از آسایش حرارتی است.

در جبهه‌های شرقی و غربی، افزایش مقدار WWR در فصل سرد منجر به کاهش عملکرد حرارتی و در فصل گرم باعث افزایش عملکرد حرارتی ساختمان می‌شود. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهند که با افزایش مقدار WWR از ۱۰ درصد تا ۵۰ درصد به میزان ۲۳ ساعت (معادل یک روز) از محدوده آسایش فضای داخلی در فصل سرد کاسته می‌شود. این در حالی است که فضای داخلی در فصل گرم به میزان ۴۱ ساعت (تقریباً معادل دو روز) زمان بیشتری را در محدوده آسایش قرار دارد. با توجه به اقلیم سرد منطقه پیشنهاد می‌شود که مقدار WWR در جبهه‌های شرقی و غربی برابر ۱۰ درصد باشد. درصورتی‌که بخواهیم مدت‌زمان بیشتری در سال از UDI استفاده کنیم می‌توانیم مقدار WWR را درنهایت تا ۵۰ درصد افزایش دهیم؛ اما همان‌طور که پیشتر بیان شد در بخش مسکن تأمین آسایش حرارتی بر تأمین روشنایی ارجحیت دارد (تصویر شماره ٦).

همان‌طور که پیشتر بیان شد برای تعیین نسبت سطح بازشو به دیوار باید علاوه بر دریافت تابش خورشید به روشنایی فضای داخلی نیز توجه نمود. بر همین اساس، تعداد ٤٥ حسگر روشنایی در کف ساختمان الگوی بهینه قرار داده شد و مقدار شدت روشنایی سالیانه فضای داخل در بازه زمانی ساعت ۷ صبح تا غروب خورشید موردبررسی قرار گرفت. مطابق با تصویر شماره ۷ هر مقدار ابعاد بازشوها بزرگ‌تر شود بالطبع میزان دریافت روشنایی نیز بیشتر می‌شود. با توجه به مبحث سیزدهم مقررات ملی ساختمان به‌طور میانگین مقدار روشنایی لازم برای فضاهای داخلی برابر ۲۰۰ لوکس است (مبحث سیزدهم مقررات ملی ساختمان، ۱۳۹۵: ۱۷۸). نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهند که مقدار WWR برابر ۱۰ درصد در جبهه‌های غربی، جنوبی، شرقی و شمالی الگوی بهینه، تأمین‌کننده ۲۰۰ لوکس روشنایی موردنیاز فضاهای داخلی است؛ بنابراین فضای داخلی از نظر روشنایی با محدودیت چندانی مواجه نخواهد شد.



ت٦. درصد تأمین محدوده آسایش فضای داخلی ساختمان متناسب با درصدهای نسبت سطح بازشو به دیوار در جبهه‌های شرقی، غربی، شمالی و جنوبی الگوی بهینه در فصول سرد و گرم سال



ت۷. مقدار روشنایی فضای داخلی برحسب لوکس برای WWR با مقدار ۱۰ درصد در جبهه‌های غربی، جنوبی، شرقی و شمالی الگوی بهینه

با در نظر گرفتن دو پارامتر آسایش حرارتی و روشنایی فضای داخلی می‌توان چنین نتیجه گرفت که بهترین نسبت سطح بازشو به دیوار در این اقلیم از نظر

عملکرد حرارتی و روشنایی به قرار ذیل است:

– بهترین نسبت سطح بازشو به دیوار در جبهه جنوبی برابر ۱۰۰ درصد؛

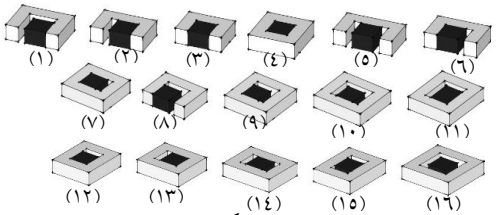
– در جبهه شمالی بهترین نسبت سطح بازشو به دیوار از نظر عملکرد حرارتی برابر ۱۰ درصد و در صورت تمایل به داشتن نور طبیعی بیشتر در فضای داخلی می‌تواند تا حداکثر ۶۰ درصد افزایش یابد؛

– در جبهه‌های شرقی و غربی بهترین نسبت سطح بازشو به دیوار از نظر حرارتی برابر ۱۰ درصد و برای تأمین نور طبیعی بیشتر می‌تواند حداکثر تا ۵۰ درصد افزایش یابد.

نوع ارتباط الگوی بهینه با ساختمان‌های مجاور

ساختمان‌ها در اقلیم سرد دارای بافت فشرده‌ای هستند و همجواری ساختمان‌ها می‌تواند تأثیر مثبتی در کاهش مصرف انرژی داشته باشد. بررسی این موضوع که هم‌جواری با ساختمان‌های مجاور در کدام جهت‌ها می‌تواند منجر به عملکرد بهینه ساختمان از نظر حرارت شود، موضوعی است که در این بخش به آن پرداخته می‌شود. طرح مسکن‌های موجود روستایی نشان می‌دهند که به‌طور معمول حیاط در ضلع جنوبی بنا واقع شده‌است و امکان دریافت نور مناسب جنوب را برای ساختمان فراهم می‌نماید که در اقلیم سرد بسیار ضروری و مفید است.

تصویر شماره ۸ نوع ارتباط ساختمان الگوی بهینه با ساختمان‌های مجاور را نشان می‌دهد. بهترین حالت در میان حالت‌های مختلف ارتباط ساختمان الگوی بهینه با ساختمان‌های مجاور، آن‌هایی هستند که دو ویژگی داشته باشند: الف– وجود حیاط در ضلع جنوبی، ب– داشتن مصرف کم انرژی. بر این اساس، نوع پنجم و دوم دارای بهترین نوع ارتباط بنا با ساختمان‌های مجاور می‌باشند (تصویر شماره ۹).



ت۸. نوع ارتباط ساختمان الگوی بهینه با ساختمان‌های مجاور

ت۹. تأثیر نوع ارتباط الگوی بهینه و ساختمان‌های مجاور با یکدیگر بر مصرف انرژی الگوی بهینه

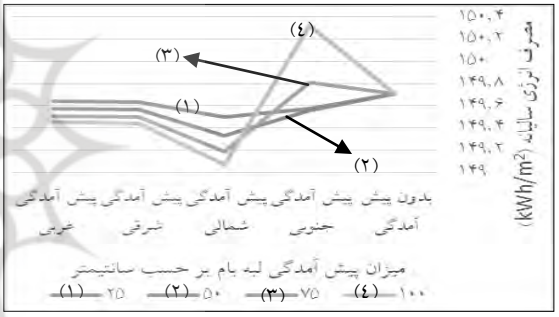
ایوان در الگوی بهینه

ایوان در ۸۰٪ مسکن‌های روستایی این منطقه دیده می‌شود و اغلب مساحتی برابر با ۵٪ زیربنای ساختمان دارد. تأثیرگذاری ایوان بر مصرف انرژی ساختمان در ۵ حالت موردبررسی قرار گرفته‌است. در حالت اول، ساختمان بدون حضور ایوان در نظر گرفته شده‌است. در مابقی حالت‌ها، ایوان با مساحتی برابر ۵٪ زیربنا در جبهه‌های جنوبی، شمالی، شرقی و غربی واقع شده‌است. تصویر شماره ۱۰، بیانگر این موضوع است که وجود ایوان به‌دلیل افزایش نسبت سطح به حجم و همچنین افزایش سایه‌اندازی بر جداره‌های ساختمان درمجموع دارای اثر منفی بر مصرف انرژی ساختمان است و بهترین عملکرد حرارتی برای ساختمانی است که ایوان نداشته باشد.

ت۱۰. تأثیر ایوان بر مصرف انرژی سالیانه ساختمان در الگوی بهینه

پیش‌آمدگی لبه بام در الگوی بهینه

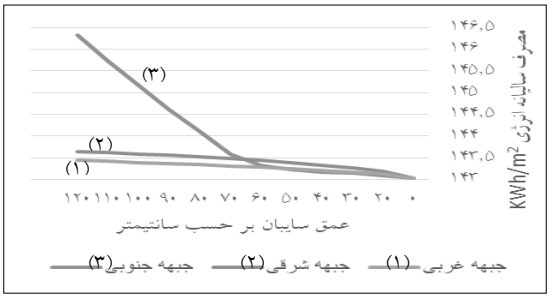
بررسی ۱۲۰ مسکن روستایی نشان می‌دهد که به‌دلیل نوع سازه سقف‌های مسطح که پوشش تیرچوبی است اغلب ساختمان‌ها دارای حداقل پیش‌آمدگی به میزان ۲۰ سانتی‌متر در لبه‌های بام هستند و این مقدار تا یک متر نیز افزایش داشته‌است. تصویر شماره ۱۱ نشان می‌دهد که وجود پیش‌آمدگی به میزان ۲۵ تا ۵۰ سانتیمتر در جبهه جنوبی دارای عملکرد حرارتی بهتری است نسبت به زمانی که ساختمان بدون پیش‌آمدگی و یا میزان پیش‌آمدگی آن بیش از ۵۰ سانتی‌متر باشد. افزایش میزان پیش‌آمدگی بین ۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر در جبهه‌های شمالی، شرقی و غربی باعث کاهش مصرف انرژی ساختمان می‌شود.



ت۱۱. تأثیر پیش‌آمدگی لبه بام بر میزان مصرف انرژی در الگوی بهینه

سایبان در الگوی بهینه

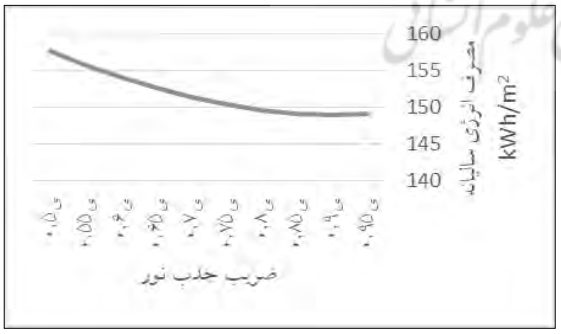
در این بخش برای پنجره‌های جنوبی از سایبان‌های افقی و برای پنجره‌های شرقی و غربی از سایبان‌های عمودی استفاده شده‌است و پنجره‌های شمالی بدون سایبان می‌باشند. نتایج ارائه‌شده در تصویر شماره ۱۲ بیانگر این مطلب است که افزایش عمق سایبان‌های افقی در جبهه جنوبی و همچنین عمق سایبان‌های عمودی در جبهه‌های شرقی و غربی باعث افزایش میزان مصرف انرژی ساختمان خواهند شد؛ بنابراین بازشوها در ساختمان‌های این منطقه اقلیمی نیاز به سایبان ندارند.



ت۱۲. تأثیر سایبان بر میزان مصرف انرژی الگوی بهینه

تأثیر رنگ (ضریب جذب نور) در الگوی بهینه

بررسی ۱۲۰ مسکن نمونه روستایی نشان می‌دهد که مصالح نمای ۴۸٪ ساختمان‌ها از آجر و ۴۶٪ مورد دیگر از خشت، چینه/ خشت و کاهگل است. مصالح نامبرده در طیف رنگی زرد کم‌رنگ قرار دارند و ضریب جذب آن‌ها بین ۰,۵ تا ۰,۷ می‌باشد. به‌منظور بررسی تأثیر رنگ روشن و تیره بر مصرف انرژی ساختمان از ضریب جذب نور با طیفی بین ۰,۵ تا ۰,۹۵ استفاده شده‌است. تصویر شماره ۱۳ نشان می‌دهد که میزان ضریب جذب نور با مصرف انرژی سالیانه رابطه معکوس دارد. بدین‌ترتیب استفاده از رنگ‌های تیره که ضریب جذب بیشتر و درنتیجه مصرف انرژی کمتری برای ساختمان در پی دارند در این منطقه اقلیمی پیشنهاد می‌گردد و این موضوع با اقلیم سرد منطقه همخوان است.



ت۱۳. تأثیر پیش‌آمدگی لبه بام بر میزان مصرف انرژی در الگوی بهینه

اصلاح و ارزیابی الگوهای پیشنهادی طرح‌های مسکن روستایی مناطق کوهستانی استان تهران

انطباق ویژگی‌های کالبدی هر یک از طرح‌های بهسازی مسکن روستایی معماری با ویژگی‌های کالبدی به‌دست‌آمده برای الگوی بهینه می‌تواند به‌عنوان راهکارهای اصلاحی برای کاهش مصرف انرژی ساختمان مورداستفاده قرار گیرد. جدول شماره ۳ و جدول شماره ٤ دربرگیرنده‌ی برخی ویژگی‌های کالبدی طرح‌های بهسازی و همچنین راهکارهای اصلاحی برای این ۲۳ طرح بهسازی مسکن روستایی (جدول شماره ۲) می‌باشد.

شماره الگو	جهت‌گیری	تناسب بین تعداد طبقات و نسبت سطح به حجم	نسبت سطح بازشو به دیوار (٪)	جداره‌های مرتبط با هوای بیرون	جهت‌گیری	تناسب بین تعداد طبقات و نسبت سطح به حجم	نسبت سطح بازشو به دیوار (٪)	جداره‌های مرتبط با هوای بیرون	جهت‌گیری	تناسب بین تعداد طبقات و نسبت سطح به حجم	نسبت سطح بازشو به دیوار (٪)	جداره‌های مرتبط با هوای بیرون	جهت‌گیری	تناسب بین تعداد طبقات و نسبت سطح به حجم
			موجود	اصلاحی			موجود	اصلاحی			موجود	اصلاحی		
۱	شمالی- جنوبی	شرقی- غربی	دوطبقه (SVR=0.68)	سه طبقه (SVR=0.63)	۱۷	۱۵	۰	۰	۰	۳۳	۱۰	۱۰	٤ طرف	۳ طرف
۲	شرقی- غربی	_	یک طبقه (SVR=0.85)	دو طبقه (SVR=0.68)	۲٤	۱٦	۰	۰	۰	۳۳	۱۰	۱۰	٤ طرف	۳ طرف
				سه طبقه (SVR=0.63)										
۳	شرقی- غربی	_	یک طبقه (SVR=0.95)	دو طبقه (SVR=0.79)	۵	۱٦	۵	۵	۰	۳۳	۵	۵	۲ طرف	۲ طرف
				سه طبقه (SVR=0.73)										
٤	شمالی- جنوبی	شرقی- غربی	یک طبقه (SVR=0.90)	دو طبقه(SVR=0.73)	۱٦	۱۵	۱۳	۱۵	٦	۳۳	۱۸	۱۰	٤ طرف	۳ طرف
				سه طبقه (SVR=0.68)										
۵	شرقی- غربی	_	یک طبقه (SVR=0.88)	دو طبقه (SVR=0.71)	۱٤	۱٦	۰	۰	۰	۳۳	۲	۷	٤ طرف	۳ طرف
				سه طبقه (SVR=0.66)										
٦	شرقی- غربی	_	یک طبقه (SVR=0.81)	دو طبقه (SVR=0.64)	۱٤	۱٦	۰	۹	۰	۳۳	۵	۲۰	٤ طرف	۳ طرف
				سه طبقه (SVR=0.58)										
۷	شمالی جنوبی	شرقی- غربی	دو طبقه (SVR=0.62)	سه طبقه(SVR=0.57)	۱۸	۱٤	۰	۳	۰	۳۳	۷	۵	٤ طرف	۳ طرف
۸	شمالی- جنوبی	شرقی- غربی	دو طبقه (SVR=0.64)	سه طبقه(SVR=0.59)	۱٦	۱۹	۱۰	۰	۰	۳۳	۸	۷	٤ طرف	۳ طرف
۹	شرقی- غربی	_	یک طبقه (SVR=0.89)	دو طبقه (SVR=0.72)	۱۸	۱۰	۰	۹	۰	۳۳	۷	۹	٤ طرف	۳ طرف
				سه طبقه (SVR=0.67)										
۱۰	شمالی- جنوبی	شرقی- غربی	دو طبقه (SVR=0.62)	سه طبقه (SVR=0.57)	۱۸	۱۸	۷	۸	۰	۳۳	۷	۷	٤ طرف	۳ طرف
۱۱	شرقی- غربی	_	دو طبقه (SVR=0.68)	سه طبقه (SVR=0.63)	۱٦	۱٤	۰	۰	۰	۳۳	۸	٦	٤ طرف	۳ طرف
۱۲	شرقی- غربی	_	یک طبقه (SVR=0.88)	دو طبقه (SVR=0.71)	۱۸	۱٦	۰	۰	۰	۳۳	۱،۵	۱۰	٤ طرف	۳ طرف
				سه طبقه (SVR=0.66)										
۱۳	شمالی- جنوبی	شرقی- غربی	یک طبقه (SVR=0.85)	دو طبقه (SVR=0.68)	۲۲	۳۰	۱۵	۰	۰	۳۳	۱۰	۱۰	٤ طرف	۳ طرف
				سه طبقه (SVR=0.62)										

ج۳. بخش اول راهکارهای اصلاحی پیشنهادشده برای ۲۳ طرح بهسازی مسکن روستایی متناسب با طرح موجود آن‌ها

۱٤	شرقی- غربی	–	یک طبقه (SVR=1.05)	دو طبقه (SVR=0.88)	۱۹	۱۹	۷	۰	۰	۰	۳۳	۱۰	۱۰	٤ طرف	۳ طرف
				سه طبقه (SVR=0.83)											
۱۵	شرقی- غربی	–	دو طبقه (SVR=0.65)	سه طبقه (SVR=0.59)	۱۵	۱۳	۰	۰	۰	۰	۳۳	۵	۵	٤ طرف	۳ طرف
۱٦	شرقی- غربی	–	یک طبقه (SVR=0.76)	دو طبقه (SVR=0.59)	۱۱	۱٦	۰	۰	۰	۰	۳۳	۵	۵	٤ طرف	۳ طرف
				سه طبقه (SVR=0.53)											
۱۷	شرقی- غربی	–	یک طبقه (SVR=0.84)	دو طبقه (SVR=0.67)	۱۷	۱۷	۰	۰	۰	۰	۳۳	۷	۷	٤ طرف	۳ طرف
				سه طبقه (SVR=0.62)											
۱۸	شرقی- غربی	–	یک طبقه (SVR=0.83)	دو طبقه(SVR=0.66)	۱۵	۱۵	۰	۰	۰	۰	۳۳	۷	۷	٤ طرف	۳ طرف
				سه طبقه(SVR=0.60)											
۱۹	شرقی- غربی	–	یک طبقه (SVR=0.84)	دو طبقه(SVR=0.67)	۱۹	۱٤	۸	۰	۰	۰	۳۳	۱۰	۱۰	٤ طرف	۳ طرف
				سه طبقه(SVR=0.62)											
۲۰	شرقی- غربی	–	یک طبقه (SVR=0.91)	دو طبقه(SVR=0.74)	۱۸	۱٦	٦	۰	۰	۰	۳۳	۱۰	۱۰	٤ طرف	۳ طرف
				سه طبقه(SVR=0.68)											
۲۱	شرقی- غربی	–	دو طبقه (SVR=0.64)	سه طبقه(SVR=0.58)	۱۷	۱٦	۰	۰	۰	۰	۳۳	۸	۸	٤ طرف	۳ طرف
۲۲	شرقی- غربی	–	یک طبقه (SVR=0.80)	دو طبقه(SVR=0.64)	۱۷	۱٦	۰	۰	۰	۰	۳۳	۸	۸	٤ طرف	۳ طرف
				سه طبقه(SVR=0.58)											
۲۳	شرقی- غربی	–	یک طبقه (SVR=0.97)	دو طبقه(SVR=0.80)	۱۹	۱۹	٦	۰	۰	۷	۳۳	٦	۰	۲ طرف	۲ طرف

ادامه ج۳. بخش اول راهکارهای اصلاحی پیشنهادشده برای ۲۳ طرح بهسازی مسکن روستایی متناسب با طرح موجود آن‌ها

شماره الگو	ایوان		پیش‌آمدگی لبه بام(m)								سایبان (m)					رنگ	
	موجود	اصلاحی	موجود				اصلاحی				موجود	اصلاحی				موجود	اصلاحی
			شمالی	جنوبی	شرقی	غربی	شمالی	جنوبی	شرقی	غربی		شمالی	جنوبی	شرقی	غربی		
۱	ندارد	–	۱	۱	۱	۱	۱	۰.٤۰	۱	۱	دارد	–	–	–	–	روشن	تیره
۲	ندارد	–	۱	۱	۱	۱	۱	۰.٤۰	۱	۱	ندارد	–	–	–	–	روشن	تیره
۳	ندارد	–	۰	۱	۰	۰	۱	۰.٤۰	۱	۱	ندارد	–	–	–	–	روشن	تیره
٤	ندارد	–	۱	۱	۰	۰	۱	۰.٤۰	۱	۱	ندارد	–	–	–	–	روشن	تیره
۵	ندارد	–	۱	۱	۱	۱	۱	۰.٤۰	۱	۱	ندارد	–	–	–	–	روشن	تیره
٦	ندارد	–	۱	۱	۱	۱	۱	۰.٤۰	۱	۱	ندارد	–	–	–	–	روشن	تیره
۷	دارد	ندارد	۱	۱	۰	۰	۱	۰.٤۰	۱	۱	ندارد	–	–	–	–	روشن	تیره
۸	دارد	ندارد	۱	۱	۰	۰	۱	۰.٤۰	۱	۱	ندارد	–	–	–	–	روشن	تیره
۹	ندارد	–	۱	۱	۱	۱	۱	۰.٤۰	۱	۱	ندارد	–	–	–	–	روشن	تیره
۱۰	دارد	ندارد	۱	۱	۱	۱	۱	۰.٤۰	۱	۱	ندارد	–	–	–	–	روشن	تیره
۱۱	ندارد	–	۱	۱	۱	۱	۱	۰.٤۰	۱	۱	ندارد	–	–	–	–	روشن	تیره
۱۲	ندارد	–	۱	۱	۱	۱	۱	۰.٤۰	۱	۱	ندارد	–	–	–	–	روشن	تیره
۱۳	ندارد	–	۱	۰	۰	۰	۱	۰.٤۰	۱	۱	ندارد	–	–	–	–	روشن	تیره
۱٤	ندارد	–	۱	۱	۱	۱	۱	۰.٤۰	۱	۱	ندارد	–	–	–	–	روشن	تیره

ج٤. بخش دوم راهکارهای اصلاحی پیشنهاد شده برای ۲۳ طرح بهسازی مسکن روستایی متناسب با طرح موجود آن‌ها

۱۵	ندارد	–	۱	۱	۰	۰	۱	۰.۴۰	۱	۱	ندارد	–	–	–	–	روشن	تیره
۱۶	دارد	ندارد	۱	۱	۰	۰	۱	۰.۴۰	۱	۱	ندارد	–	–	–	–	روشن	تیره
۱۷	دارد	ندارد	۱	۱	۱	۰	۱	۰.۴۰	۱	۱	ندارد	–	–	–	–	روشن	تیره
۱۸	ندارد	–	۱	۱	۰	۰	۱	۰.۴۰	۱	۱	ندارد	–	–	–	–	روشن	تیره
۱۹	ندارد	–	۱	۱	۰	۰	۱	۰.۴۰	۱	۱	ندارد	–	–	–	–	روشن	تیره
۲۰	ندارد	–	۱	۱	۰	۰	۱	۰.۴۰	۱	۱	ندارد	–	–	–	–	روشن	تیره
۲۱	دارد	ندارد	۱	۱	۱	۱	۱	۰.۴۰	۱	۱	ندارد	–	–	–	–	روشن	تیره
۲۲	دارد	ندارد	۱	۱	۱	۰	۱	۰.۴۰	۱	۱	ندارد	–	–	–	–	روشن	تیره
۲۳	ندارد	–	۱	۱	۰	۰	۱	۰.۴۰	۱	۱	ندارد	–	–	–	–	روشن	تیره

ادامه ج.٤. بخش دوم راهکارهای اصلاحی پیشنهاد شده برای ۲۳ طرح بهسازی مسکن روستایی متناسب با طرح موجود آن‌ها

به‌کارگیری راهکارهای اصلاحی در ۲۳ طرح بهسازی مسکن روستایی منجر به صرفه‌جویی انرژی به میزان حداقل ۲٪ در طرح شماره دوازده و حداکثر ٤۹٪ در طرح شماره شانزده خواهد شد که شرح دقیق ۲۳ طرح در جدول شماره ۵ ارائه گردیده‌است.

شماره طرح	مصرف انرژی (kWh/m^2)		درصد تغییرات
	طرح موجود	طرح اصلاحی	
۱	۲ طبقه: ۱۵۱,۲٦	۳ طبقه: ۱۰۹,۸٦	۲۷٪
۲	۱ طبقه: ۱٦۲,۲۸	۲ طبقه: ۱۱٤,۷۲	۲۹٪
		۳ طبقه: ۱۱۰,۱۰	۳۲٪
۳	۱ طبقه: ۱۳۲,۳۲	۲ طبقه: ۱۲۲,۲۵	۷٪
		۳ طبقه: ۱۱۰,۰٤	۱۷٪
٤	۱ طبقه: ۱۹۲,۹۷	۲ طبقه: ۱۵۸,۱۸	۱۸٪
		۳ طبقه: ۱۵۰,۲۲	۲۲٪
۵	۱ طبقه: ۱٦٤,۲۸	۲ طبقه: ۱۱٦,۲۷	۲۹٪
		۳ طبقه: ۱۰۸,۷۰	۳۳٪
٦	۱ طبقه: ۱۵٦,۷٤	۲ طبقه: ۱۱٤,۲۹	۲۷٪
		۳ طبقه: ۱۰۸,٤۰	۳۰٪
۷	۲ طبقه: ۱٤٤,۷۹	۳ طبقه: ۱۲۳,۰۱	۱۵٪
۸	۲ طبقه: ۱٤۱,٦۳	۳ طبقه: ۱۰۲,٦۸	۲۷٪
۹	۱ طبقه: ۱۷۸,۵۷	۲ طبقه: ۱۲۲,۷۰	۳۱٪
		۳ طبقه: ۱۱٤,۷۱	۳٦٪
۱۰	۲ طبقه: ۱٤۹,۹٦	۳ طبقه: ۱۳۵,۱۹	۱۰٪
۱۱	۲ طبقه: ۱۳۷,٦۹	۳ طبقه: ۱۰۵,۵۳	۲۳٪
۱۲	۱ طبقه: ۱٦۲,۷۷	۲ طبقه: ۱۵۹,۲۰	۲٪
		۳ طبقه: ۱۵۳,۳۰	٦٪
۱۳	۱ طبقه: ۱۷۲,۱۸	۲ طبقه: ۱۲۹,۰۹	۲۵٪
		۳ طبقه: ۱۲۳,۸۰	۲۸٪
۱٤	۱ طبقه: ۱۸۵,۸۳	۲ طبقه: ۱۳۸,۵۸	۲۵٪
		۳ طبقه: ۱۳۲,۵۲	۲۹٪
۱۵	۲ طبقه: ۱۵۳,۲۹	۳ طبقه: ۹٤,۲٦	۳۸٪
۱٦	۱ طبقه: ۱۵٤,۰۷	۲ طبقه: ۹۱,۵۲	٤۰٪
		۳ طبقه: ۸۲,۲۸	٤٦٪
۱۷	۱ طبقه: ۱٦٦,۱۵	۲ طبقه: ۱۰۰,٤۷	٤۰٪
		۳ طبقه: ۹۰,۹۸	٤۵٪
۱۸	۱ طبقه: ۱٦۵,۹۷	۲ طبقه: ۹٤,۲۳	٤۳٪
		۳ طبقه: ۸۵,۲۰	٤۹٪
۱۹	۱ طبقه: ۱۷۰,۳۹	۲ طبقه: ۱۰۸,۵٤	۳٦٪
		۳ طبقه: ۱۰۰,۸۵	٤۰٪
۲۰	۱ طبقه: ۱۸۰,۸۸	۲ طبقه: ۱۱۲,۲۷	۳۸٪
		۳ طبقه: ۱۰٤,۵۸	٤۲٪

ج۵. مقایسه سرانه مصرف انرژی طرح‌های بهسازی مسکن روستایی پیش و پس از اعمال راهکارهای اصلاحی.

۲۱	۲ طبقه: ۱٤٤,٤٥	۳ طبقه:۹۸,۸۹	۳۱٪
۲۲	۱ طبقه: ۱٦۰,۳۲	۲ طبقه:۹۹,۱۸	۳۸٪
		۳ طبقه:۸۹,۳٦	٤٤٪
۲۳	۱ طبقه: ۱۵۰,۵۵	۲ طبقه:۱۲۳,٦۵	۱۸٪
		۳ طبقه:۱۱٤,۲٦	۲٤٪

ادامه ج۵. مقایسه سرانه مصرف انرژی طرح‌های بهسازی مسکن روستایی پیش و پس از اعمال راهکارهای اصلاحی

نتیجه

نتایج بررسی‌های صورت‌گرفته در این پژوهش بیانگر این مطلب است که اعمال تغییرات در برخی از ویژگی‌های کالبدی الگوهای پیشنهادی برای طرح بهسازی مسکن روستایی در مناطق کوهستانی استان تهران باعث بهبود مصرف انرژی آن‌ها می‌گردد. پیشنهاد می‌گردد در طرح مسکن روستایی این منطقه اقلیمی از ایجاد ایوان اجتناب شود و در صورت نیاز، این فضا به‌عنوان یک فضای الحاقی و به‌صورت بالکن در کنار حجم کلی ساختمان در نظر گرفته شود. چراکه قرارگیری ایوان در درون حجم ساختمان علاوه بر افزایش نسب سطح به حجم بنا باعث ایجاد تله‌های سرمایی می‌شود. مقدار پیش‌آمدگی بام در جبهه‌های شمالی، شرقی و غربی به میزان یک متر و در جبهه جنوبی به میزان ٤۰ سانتی‌متر پیشنهاد می‌گردد. بازشوها در این اقلیم نیاز به سایبان ندارند. با توجه به اقلیم سرد منطقه بهتر است تعداد جبهه‌های مرتبط با هوای بیرون کمتر باشد و رنگ آن‌ها تیره در نظر گرفته شود. همچنین تکرار طبقات ساختمان در ارتفاع باعث کاهش نسبت سطح به حجم ساختمان و در نتیجه کاهش مصرف انرژی می‌گردند و به‌طورکلی، در این اقلیم ساخت ساختمان یک طبقه به‌دلیل اتلاف انرژی بالا پیشنهاد نمی‌گردد.

پی‌نوشت

1. SVR: Surface to Volume Ratio
2. PSH: Peak Sun Hours
3. UDI: Useful Daylight Illuminance

فهرست منابع

– بنیاد مسکن روستایی استان تهران. (۱۳۸۷)، گونه‌شناسی مسکن روستایی استان تهران، تهران.
– بنیاد مسکن روستایی استان تهران. (۱۳۹۰)، احکام و ضوابط و راهنمای معماری و سازه طرح‌های نوسازی و بازسازی ساختمان مسکن روستایی استان تهران، تهران.
– بنیاد مسکن روستایی استان تهران. (۱۳۹۲)، گزارش طرح آمارگیری از ویژگی‌های مسکن روستایی سال ۱۳۹۲، تهران.
– بنیاد مسکن روستایی استان تهران. (۱۳۸٦)، طرح ویژه بهسازی مسکن روستایی استان تهران، تهران.
– حیدری، ش. (۱۳۸۷)، دمای آسایش حرارتی مردم شهر تهران، نشریه هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران.
– سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۹۰)، استاندارد ملی ایران به شماره ۱٤۲۵۳: ساختمان‌های مسکونی–تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی، چاپ اول، تهران.
– کاویانی، م.ر. (۱۳۷۲)، بررسی نقشه زیست اقلیم انسانی ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ش. ۲۸.
– کسمایی، م. (۱۳٦۸)، راهنمای طراحی اقلیمی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران.
– کسمایی، م. (۱۳۷۲)، پهنه‌بندی اقلیمی ایرا ن، مسکن و محیط‌های مسکونی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران.
– ماجدی، ح. (۱۳۷۱)، برنامه‌ریزی شهری معاصر ایران، مجله آبادی، ش.۵ و ٦.
– ملک‌حسینی، ع؛ ملکی، ع. (۱۳۸۹)، اثرات اقلیم بر معماری سنتی و مدرن شهر اراک، فصلنامه جغرافیایی آمایش محیط، تهران.
– میرزایی، ف؛ مهدیزاده‌سراج، ف؛ فیاض، ر؛ مفیدی شمیرانی، س م. (۱۳۹۸)، اثر شاکله بافت بر میزان جذب تابش خورشیدی بنا در واحدهای همسایگی مناطق با اقلیم سرد (مطالعه موردی: روستای چهرقان)، مجله مسکن و محیط

روستا، شماره ۱۶۷، ۱۹-۳۴.
- Chairuniza C., Budi Hartanti N., Topan M.A. (2020). Net-Zero Energy Building Application in Neo-Vernacular Architecture Concept, International Journal of Scientific & Technology Research Volume 9, Issue 03, 2056-2060.
- Chi B., Lu W., Ye M., Bao Z., Zhang X. (2020), "Construction waste minimization in green building: a comparative analysis of LEED-NC 2009 certified projects in the US and China", Journal of Cleaner Production 256:120749.
- D'Amico B. and Pomponi F. (2019), "A compactness measure of sustainable building forms", Royal Society Open Science, The Royal Society Publishing, 6(6): 181265.
- Delgarm N., Sajadi B., Kowsary F., and Delgarm S. (2016), "Multi-objective optimization of the building energy performance: A simulation-based approach by means of particle swarm optimization (PSO)", Applied Energy, 170 (2016), 293-303.
- Delmastro, Chiara, Mutani, Guglielmina, Schranz, Laura and Vicentini, Giovanni (2015). The Role of Urban Form and Socio-Economic Variables for Extimating the Building Energy Savings Potential at the urban scale. international journal of heat and technology, vol.33 (2015), no.4, pp.91-100.
- Du T., Jansen S., Turrin M. and van den Dobbelsteen A. (2020). Effects of Architectural Space Layouts on Energy Performance: A Review, Sustainability, No.12.
- Geekiyanage D. and Ramachandra T. (2018), "A model for estimating cooling energy demand at early design stage of condominiums in Sri Lanka", Journal of Building Engineering 17, p.p.43-51.
- Hayter Sheila J, Torcellini Paul A, & Hayter Richard B. (2001). The energy design process for designing and constructing high-performance buildings, Clima 2000/Napoli 2001 World Congress – Napoli (I), 15-18 September 2001.
- Hemsath T. L. and Alagheh Bandhosseini K. (2015), "Sensitivity analysis evaluating basic building geometry's effect on energy use", Renewable Energy 76:526-538.
- Hui S.C.M. and Chung, K.P. (1997). Climatic data for building energy design in Hong Kong and mainland China, In proc; of the CIBSE National Conference 1997, London.
- Kocagil I. E. and Koçlar Oral G. (2015), "The Effect of Building Form and Settlement Texture on Energy Efficiency for Hot Dry Climate Zone in Turkey", Energy Procedia 78:1835-1840.
- Konis K., Gamas A. and Kensek K. (2016), "Passive performance and building form: An optimization framework for early-stage design support", Solar Energy, 125:161-179.
- Nabonia E., Malcangia A., Zhangb Y., Barzon F. (2015), "Defining The Energy Saving Potential of Architectural Design", Energy Procedia.
- Octay D. (2002). Design with the climatic in housing environments: An analysis in Northern Cyprus; Building and Environment, Vol. 37.
- Premrov M., Žigart M. and Žegarac Leskovar V. (2017), "Influence of the building geometry on energy efficiency of timber-glass buildings for different climatic regions", Istrazivanja i Projektovanja za Privredu 15(4):529-539.
- Ram Khamma T. and Boubekri M. (2017), "Statistical analysis of Impact of Building Morphology and Orientation on its Energy Performance", Journal of Engineering and Architecture, Vol. 5, No. 1, pp. 15-25.
- Sharizatul W., Rashdi s. W.M. and Rashid Embi M. (2016), "Analysing Optimum Building form in Relation to Lower Cooling Load", Procedia - Social and Behavioral Sciences 222:782-790.
- Timothy O. IYENDO, Ebunoluwa Y. Akingbaso, Halil Z. Alibaba, Mesut B. Özdeniz (2016). A relative study of microclimate responsive design approaches to buildings in Cypriot settlements, ITU A|Z, Vol 13, No 1, 69-81.
- Ying X. and Li W. (2020). Effect of Floor Shape Optimization on Energy Consumption for U-Shaped Office Buildings in the Hot-Summer and Cold-Winter Area of China, Sustainability, No.12.
- Wei L., Tian W., Zuo J., Yang Z-Y., Liu Y.L., Yang S. (2016). Effects of Building Form on Energy Use for Buildings in Cold Climate Regions, Procedia Engineering, V. 146, 182-189.
- https://doi.org/10.22034/40.173.119