دوفصل‌نامه علمی معماری و شهرسازی
۱۴۰۲ ۳ ۱

واکاوی ویژگی‌های صحن آفتاب‌گیر مطلوب بر مبنای دمای عملکردی و شبیه‌سازی انرژی در روستاهای کوهستانی (موردپژوهی: روستاهای شمیرانات تهران)

سپیده بابازاده سلوط [۱]، منصوره طاهباز [۲*]، لیلی کریمی‌فرد [۳]، سید امیر منصوری [۴]

[۱] گروه معماری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران ، ایران.
[۲]. دانشیارگروه ساختمان، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران، نویسنده مسئول.
[۳]. استادیار، گروه معماری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[۴]. دانشیار معماری، گروه معماری منظر، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۰۸ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲

چکیده

کوچه‌پس‌کوچه‌های روستا راوی مردمانی است که روزگار نه‌چندان دور خالق معماری بودند که امروز بستر مطالعاتی پژوهشگران بسیاری برای آبادی ایران است. آنچه باعث این توجه می‌شود، دستاوردی است که حاصل سال‌ها تجربه زیستی است. این پژوهش به یکی از اساسی‌ترین مؤلفه‌های اقلیمی یعنی توجه به انرژی خورشیدی در کالبد خانه‌های روستایی مناطق سرد و کوهستانی می‌پردازد. توجه به صحن آفتاب‌گیر در خانه‌های روستایی اگرچه معطوف به گذشته است؛ اما توجه به انرژی خورشیدی محدود به زمان نیست و برای حفظ خویشاوندی بین ساختارها و بهینه‌سازی مصرف انرژی، تأمل در الگوهای بومی برای روستا حیاتی و ارزشمند است. هدف اصلی این پژوهش شناخت صحن آفتاب‌گیر و ویژگی‌های مؤثر در عملکرد آن است. پرسش اساسی این پژوهش این است که صحن آفتاب‌گیر مطلوب در روستاهای سرد و کوهستانی چه ویژگی‌هایی دارد و وابسته به چه عواملی است؟ و ساخت‌وسازهای جدید چه نقشی بر کیفیت آن دارد؟ این پژوهش از نظر هدف، یک پژوهش کاربردی است و از نظر ماهیت، یک پژوهش کیفی - کمی است. گردآوری اطلاعات به روش کتابخانه‌ای و بخش قابل‌توجه آن به‌صورت میدانی بوده است. ضمن مشاهدات و گفتگو با اهالی، نمونه‌ای از خانه‌های بومی منتخب از جامعه آماری، توسط نرم‌افزار دیزاین بیلدر در راستای پاسخ به مسئله شبیه‌سازی شده است. طبق نتایج حاصل از پژوهش، کیفیت صحن آفتاب‌گیر و میزان تأثیر آن در ایجاد خرد اقلیم مطلوب وابسته به عوامل متعددی است. ساخت‌وسازهای جدید بدون توجه به لفاف خورشیدی، سایه ناخواسته زمستانی ایجاد می‌کنند که باید ملزم به رعایت ضوابطی باشند. ایده استفاده از صحن آفتاب‌گیر مناسب اقلیم‌های سرد است که نیاز به تشدید جریان انرژی به داخل ساختمان وجود دارد؛ ازاین‌رو استفاده‌کردن از صحن آفتاب‌گیر، یک فضای کنترل نشده را ایجاد خواهد کرد که هم در تأمین انرژی شرکت نموده و هم با کاهش اختلاف دما، هدررفت حرارتی را کاهش خواهد داد.

واژگان کلیدی: صحن آفتاب‌گیر، خرد اقلیم، مسکن روستایی، روستاهای کوهستانی، شبیه‌سازی انرژی، دمای عملکردی

* نویسنده مسئول: E-mail: m58tahbaz@yahoo.com

مقدمه

در روستاها تفکری عمیق نهفته که حکایت از آفرینشی کامل دارد و زندگی ورای روزمرگی و با آرامش کامل در آن جاری است که پایه و اساس این زندگی کالبدی به اسم خانه است، خانه‌ای سازگار با محیط و اقلیم با الگوهای که می‌تواند پاسخگوی بحران‌های امروز باشد از جمله بحران انرژی! مسئله مورد بررسی در این پژوهش آنالیز و واکاوی فضایی است با عنوان صحن آفتاب‌گیر که به تعریف نگارندگان" صحن آفتاب‌گیر فضای باز یا نیمه بازی است که می‌تواند در ایجاد خرد اقلیم مطلوب مؤثر باشد" (بابازاده سلوط، ۱۴۰۱). پرسشی که در این پژوهش مطرح است این است که چه عواملی بر کیفیت عملکردی این فضا تأثیر دارند؟ و صحن آفتاب‌گیر مناسب که در آسایش حرارتی خانه و ایجاد خرد اقلیم مؤثر باشد چه ویژگی‌هایی دارد؟ و ساخت‌وسازهای جدید و ایجاد سایه ناخواسته چه نقشی بر کیفیت صحن آفتاب‌گیر دارد؟ باتوجه‌به کمبود منابع طبیعی انرژی، مخاطرات محیط‌زیست و آلودگی بر اثر سوخت‌های فسیلی، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر به‌ویژه انرژی خورشیدی ضرورت ویژه دارد. ازآنجاکه مصرف خانگی انرژی چندبرابر مصارف صنعتی است، بنابراین ارائه راهکارهای اقلیمی طراحی مسکن به‌ویژه در روستاها که همواره از منابع کمتری نسبت به شهرها برخوردارند حیاتی‌تر است. در جهت صرفه‌جویی در مصرف انرژی باتوجه‌به اینکه هدررفت انرژی بر اثر اختلاف دمای داخل و خارج از بنا است، فضای صحن آفتاب‌گیر می‌تواند در صورت عملکرد مناسب این اختلاف دما را به حداقل برساند؛ بنابراین توجه به این مهم، در روستاهای سردسیر و کوهستانی از ضروریات است. در این پژوهش روستاهای کوهستانی شمیرانات موردمطالعه هستند که باتوجه‌به سردی هوا در بسیاری ماه‌های سال، ضرورت جذب تابش خورشید اهمیت ویژه‌ای دارد و از مهم‌ترین مؤلفه‌های سازگار در ابنیه بومی روستاهای کوهستانی، بازشوها، حیاط‌ها، ایوان‌ها و صحن‌هایی هستند که در بهترین جهت از جنوب غربی تا جنوب شرقی پذیرای تابش خورشید در فصول سرد هستند. برای پاسخ به پرسش این پژوهش یک‌خانه بومی با معیارهای هوشمندانه انتخاب شده تا با ایجاد تغییرات کالبدی و شبیه‌سازی انرژی مجموعه عوامل مؤثر بر صحن آفتاب‌گیر مشخص شود. این خانه از روستای امامه با ارتفاع حدود ۲۴۰۰ متر بالاتر از سطح دریا در منطقه‌ای کاملاً سرد و کوهستانی است. تابستان‌های معتدل و زمستان‌های خیلی سرد از ویژگی‌های اقلیمی این پهنه است. فضایی با عنوان صحن آفتاب‌گیر و توجه به آن در ایجاد خرد اقلیم مطلوب، پیش‌تر در مقاله‌ای توسط نگارندگان این پژوهش معرفی و بررسی شد، موضوع جدیدی که در این پژوهش موردنظر است، شناخت و واکاوی ویژگی‌های صحن آفتاب‌گیر مطلوب است که با کمک شبیه‌سازی انرژی از منظر کارآمدی در استفاده از انرژی خورشیدی تحلیل و بررسی می‌شود. در این زمینه تاکنون هیچ پژوهشی صورت نگرفته است.

پیشینه پژوهش

بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، جهاد کشاورزی، وزارت مسکن و شهرسازی از جمله نهادهای دولتی بوده و هستند که فعالیت‌های چشمگیری را در زمینه مطالعات روستایی به ثمر رسانده‌اند. در یک جمع‌بندی می‌توان گفت فعالیت‌هایی با عنوان گونه‌شناسی مسکن روستایی زیر نظر سازمان بنیاد مسکن انجام گردیده پس از مطالعات منطقه‌ای و اقلیمی، ضمن ارائه ضوابط طراحی و راهکارها برای ساخت‌وسازهای جدید، به گونه‌شناسی مسکن روستایی پرداخته است. مانند «گونه‌شناسی مسکن روستایی استان تهران» (دیواندری، ۱۳۸۷) و «گونه‌شناسی مسکن روستایی استان مرکزی» نوشته (سرتیپی پور، ۱۳۹۲). در مورد پژوهش‌های شناخت روستا و بحث انرژی در

سایر کشورها، در کتاب «مطالعات تطبیقی بهسازی مسکن روستایی هند، چین، ترکیه» به معرفی سیاست‌های برنامه‌ریزی و مدیریت تولید مسکن روستایی در سه کشور هند، چین و ترکیه پرداخته شده است به‌ویژه در کشور چین که به استفاده غیرفعال از انرژی‌های تجدیدپذیر اشاره شده (بنیاد، ۱۳۹۰). در رساله‌ای با عنوان «معماری زیست‌اقلیمی در لیبی» سه منطقه آب‌وهوایی در نظر گرفته شده است و نمونه‌های بومی و ساخت‌وسازهای جدید از نظر انرژی با هم مقایسه شده‌اند (Elwefati, 2007) در مقاله‌ای با عنوان« طراحی معماری ساختمان‌های سنتی در مناطق کوهستانی قبرس» به جانمایی بهینه فضاها در طبقات مختلف باتوجه‌به سهم گرمایی توده زمین پرداخته است(Malaktou, 2015) . در مقاله‌ای با عنوان «مسکن روستایی در سکونتگاه‌های کوهستانی عراق» به اهمیت توپوگرافی در بافت روستاها پرداخته شده است (Rasul & Ahmed, 2018). مقاله‌ای با عنوان «معماری و مصالح سنتی در مناطق مرکزی لهستان» به استفاده از مصالح بومی در ساخت‌وسازهای جدید اشاره دارد (Gorączko & Gorączko, 2015). با بررسی مطالعات مرتبط هم در پژوهش‌های داخل ایران و هم بررسی تجربیات جهانی، این نتیجه حاصل می‌شود که توجه به بحث انرژی در معماری و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر بسیار قابل‌تأمل است و در نهایت نزدیک‌ترین رویکرد به تحقیق حاضر مقاله‌ای با عنوان «نقش صحن آفتاب‌گیر در ایجاد خرد اقلیم مطلوب در خانه‌های روستایی مناطق کوهستانی» است که توسط نگارندگان پژوهش حاضر به معرفی صحن آفتاب‌گیر می‌پردازد (بابازاده،۱۴۰۱) و در زمینه شبیه‌سازی انرژی مقاله‌ای با عنوان «اعتبارسنجی نرم‌افزارهای شبیه‌سازی انرژی ساختمان» نوشته (زمردیان، تحصیلدوست،۱۳۹۴)، به مقایسه و تحلیل نرم‌افزارهای شبیه‌سازی می‌پردازد. اما واکاوی عوامل مؤثر در صحن آفتاب‌گیر مطلوب و شبیه‌سازی انرژی در این راستا موضوع نوینی است که در این مقاله پرداخته می‌شود.

روش تحقیق

پژوهش حاضر باهدف بررسی و شناخت مؤلفه‌های تأثیرگذار بر صحن آفتاب‌گیر مطلوب در روستاهای کوهستانی صورت‌گرفته است. در این پژوهش بررسی و ارزیابی خانه‌های بومی و تحلیل صحن آفتاب‌گیر، همچنین مصاحبه و گفتگو با اهالی به روش کیفی انجام شده و بخش قابل‌توجهی از مطالعات به روش میدانی بوده است. در ادامه شبیه‌سازی انرژی با نرم‌افزار دیزاین بیلدر در جهت اعتبارسنجی مشاهدات و گفتگوها به روش کمی انجام شده است؛ بنابراین این پژوهش یک پژوهش کاربردی، توصیفی می‌باشد. جامعه نمونه روستاهای کوهستانی شمیرانات است که بر اساس معیارهایی ۱۰ روستا برای مطالعات بیشتر انتخاب شدند این روستاها با ارتفاع حدود ۲۰۰۰ متر بالاتر از سطح دریا، دارای جمعیت بالای ۵۰۰ نفر طبق سرشماری سال ۹۵ و دارای طرح هادی هستند. پس از بررسی نمونه‌های بی‌شمار در این روستاها ۴۰ خانه بومی دارای صحن آفتاب‌گیر برداشت میدانی شدند که با تحلیل آنها گونه غالب از صحن آفتاب‌گیر شناخته شد. خانه‌های دوطبقه با صحن آفتاب‌گیر در طبقه اول و روی فضای طویله و انبار و رو به جبهه جنوب. تلاش شده تا انتخاب خانه موردنظر برای شبیه‌سازی با الگوی صحن آفتاب‌گیر گونه غالب و هوشمندانه و هدفمند باشد. نمونه منتخب برای تحلیل شبیه‌سازی علاوه بر داشتن گونه غالب از صحن آفتاب‌گیر، در جدال با ساخت‌وسازهای جدید نیز می‌باشد. عدم توجه به لفاف خورشیدی و حریم همسایگی خانه بومی را در سایه ناخواسته قرار داده است. در ادامه برای پاسخ به سؤال پژوهش این خانه منتخب، با فرض تغییرات

کالبدی متفاوت شبیه‌سازی شده تا با آنالیز فضاها بر اساس دمای عملکردی، تأثیرگذارترین ویژگی‌هایی که در کیفیت و کارایی صحن آفتاب‌گیر نقش دارند، شناخته شوند.

معرفی نرم‌افزار Design Builder

دیزاین بیلدر یک رابط کاربری شبیه‌سازی عملکرد انرژی ساختمان است که از موتور شبیه‌سازی انرژی پلاس استفاده می‌نماید. این ابزار، انتقال حرارت از سطوح مختلف ساختمان را در طول سال محاسبه نموده و دمای محیط داخلی را تخمین می‌زند. به همین طریق می‌توان با در نظرگیری نوع سیستم تأسیسات و در نظرگیری دمای مناسب محیط، میزان مصرف انرژی ساختمان را به دست آورد. باتوجه‌به مطالب مذکور و توانایی‌های نرم‌افزار، علاوه بر شبیه‌سازی مقدار مصرف انرژی، آیتم‌های مربوط به آسایش حرارتی، شبیه‌سازی جریان هوای داخلی و خارجی، محاسبه انتقال حرارت از سطوح ساختمان و حجم تأسیسات گرمایشی و سرمایشی از سایر قابلیت‌های آن است. این نرم‌افزار برای محاسبه انتقال حرارت، نیاز به تعیین شرایط محیط بیرون در هر ساعت دارد. این اطلاعات به‌صورت یک فایل با عنوان EPW شناخته می‌شوند. این فایل‌ها بر اساس اطلاعات ساعتی ایستگاه‌های هواشناسی و شامل اطلاعات دما، تابش، رطوبت و جریان هوا در هر ساعت از سال هستند.

مبانی نظری

مسکن روستایی

یکی از جلوه‌های ظهور آبادی شکل‌گیری روستاهاست. آنچه آبادی نامیده می‌شود، نخستین تجربه سکونت برای برقراری پیوند معنادار میان انسان و محیط است که حکایت از تلاش در جهت هویت یافتن و به مکانی احساس تعلق داشتن است (شولتز، ۱۳۸۱). هر محیط دارای ویژگی‌های منحصربه‌فردی است که آن را از محیط‌های دیگر متمایز می‌کند، به‌این‌ترتیب یکی از ویژگی‌های اصلی محیط جغرافیایی وجود یک تمایز است (Varmaghani & Soltanzadeh, 2020). روستاییان از دیرباز در طرح‌ریزی و ساخت مسکن خود حضور و مشارکت فعالی داشته‌اند و معماری آن را به‌گونه‌ای شکل داده یا مطالبه نموده‌اند که نیازها و توقعشان از زندگی در مسکن تبلوریافته است. معماری و بناهای روستایی مصداق بارزی از به‌کارگیری چنین فکر و اندیشه‌ای در طراحی معماری است. خانه روستایی ارتباط عمیقی با محیط داشته، به آن وابسته است و محل سکونت افرادی است که به فعالیت‌های تولیدی اشتغال دارند (سرتیپی پور, ۱۳۹۰). فضای خانه روستایی فضایی است متشکل از حضور همه جانبه انسان روستایی درمکانی که برای زندگی انتخاب کرده است، این حضور همه ابعاد زندگی مادی و معنوی فردی و اجتماعی او را در بر می گیرد (علی الاحسابی، ۱۳۸۷). وقتی اقدام به مشاهده و مطالعه مسکن روستایی می‌شود به نظر ساده و ابتدایی می‌رسد ولی در واقع این بنا ها توسط مردمی ساخته شده‌اند که هر کدام از اعضای آن از طریق کلیه عوامل و نهادهای زندگی اجتماعی با تمامیت گروه پیوند دارند و بنابراین از دانش و شناخت نامحدودی که از سایر اعضای آن می گیرند برخوردار است (زرگر, ۱۳۸۸). کیفیت زندگی روستایی بیانگر تلاش و کوشش و رضایت مردم به بهبود شرایط زندگی، احساس امنیت و رفاه است اما محققین بیان داشته‌اند که زندگی با کیفیت مناسب در مناطق روستایی زمانی توسعه می یابد که دولت ها بتوانند فرایندهای اقتصادی، اجتماعی و محیطی تأثیرگذار را به سطح

روستا کشانده و شرایط زندگی برای ساکنان روستاها را هم تراز زندگی جوامع شهری درآورند (Futo, 2010). نقش مسکن در روستاها، هنگامی نمود عینی تری می یابد که به نقش غالب آن در مجموعه عناصر تشکیل دهنده بافت های روستایی توجه شود. مسکن عمده ترین عنصر تشکیل دهنده بافت های روستایی است (سرتیپی پور, ۱۳۸۴). بافت مسکونی در روستاهای سردسیر و کوهستانی غالبا متراکم و در مناطق با شیب زیاد، به صورت پلکانی است. خانه ها اغلب دو طبقه هستند که فضاهای خدماتی و معیشتی مانند: طویله، انبار و مطبخ در طبقه همکف و اتاق های مسکونی در طبقه اول قرار دارند. در خانه های بومی روستایی معیشت، بخش جدایی ناپذیر از مسکن است.

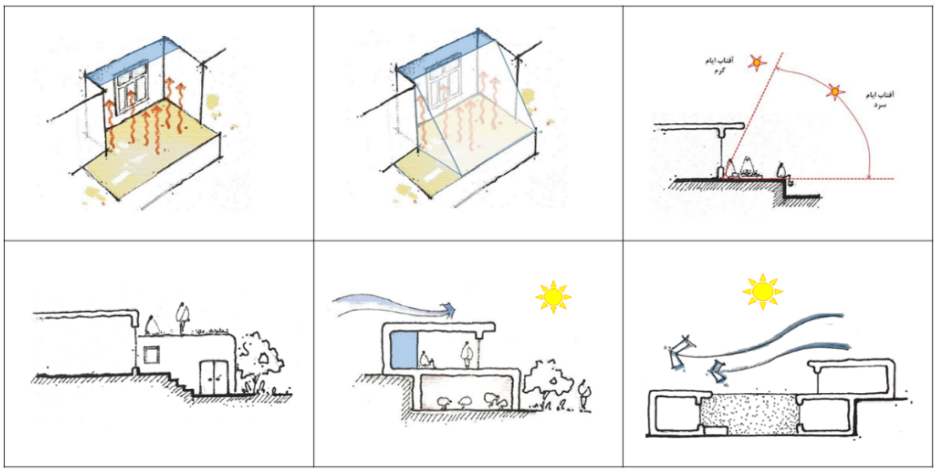
■ خرد اقلیم

اقلیم خرد پس از لایه‌های اقلیم کلان، اقلیم میانه و اقلیم محلی کوچک‌ترین لایه‌ای است که به جزئیات زمینی مثل پوشش سطح زمین، شیب زمین، پوشش گیاهی، نمناکی خاک و شرایط هوایی مثل سایه و آفتاب، جریان باد و مانند آن بستگی دارد. معمار در تصمیم‌گیری نوع اقلیم خرد و تعیین تنوعات آن نقش زیادی ایفا می‌کند (طاهباز، ۱۳۹۲). به طور مثال تعیین مناطق سایه‌گیر یا آفتاب‌گیر که موضوع این پژوهش است می‌تواند بر خرد اقلیم تأثیرگذار باشد. در روستاهای کوهستانی که در بیشتر مواقع سال هوای سرد را تجربه می‌کنند استفاده بهینه از تابش و گرمای خورشید می‌تواند خرد اقلیم مطلوب ایجاد کند و همین امر اهمیت فضاهای آفتاب‌گیر که در این پژوهش با عنوان صحن آفتاب‌گیر معرفی می‌شوند را دوچندان می‌کند. زمانی که انرژی خورشیدی بر جسمی می‌تابد مقداری از انرژی جذب می‌شود. جذب انرژی خورشیدی توسط سطوح خارجی موجب می‌گردد تا دمای آن چندین درجه از دمای اطراف بالاتر برود (واتسون, ۱۳۸۲). در معماری همساز با اقلیم بهره‌گیری صحیح از گرمای خورشید عبارت است از گرم‌کردن ساختمان در مواقع سرد به کمک تابش گرمایی خورشید و پرهیز از دریافت آن و جلوگیری از افزایش دما در ایام گرم. خورشید به‌مثابه منشأ انرژی و گرمایی کره زمین و منبع همه انواع انرژی یکی از مهم‌ترین پدیده‌های طبیعی است که در طراحی اقلیمی نقش تعیین‌کننده دارد. (طاهباز،۱۳۹۲:۶۸). انرژی دریافت شده از خورشید به‌وسیله زمین از طریق تابش و به شکل موجی انجام می‌گیرد، این امواج از فضای خالی بین اتمسفر زمین و خورشید عبور کرده، به زمین رسیده و موجب گرم شده آن می‌شود. خاک، سنگ و ساختمان‌های گرم شده، خود ساطع‌کننده انرژی بوده و موجب گرم شده محیط می‌شوند (ادوارد،۱۳۷۶، ۱۳).

■ صحن آفتاب‌گیر

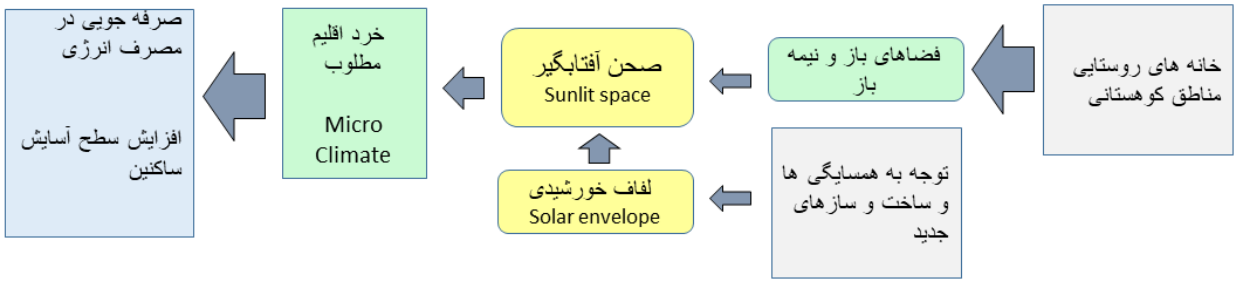
آب‌وهوای سرد و ارتفاعات بالا مشکلاتی را برای استقرار انسان فراهم نموده که از آن جمله می‌توان به ازدست‌دادن گرما به‌واسطه دماهای پایین محیط و جابه‌جایی هوا به دلیل وجود پستی‌وبلندی‌های متعدد نام برد. برای مقابله با این مشکلات باید در درجه اول عوامل مؤثر در ازدست‌دادن گرما را کنترل نمود و در درجه دوم تاحدامکان شرایط مناسب برای کسب گرما را فراهم ساخت. بالابردن دمای فضاهای باز بسیار مشکل است، زیرا گرما به‌سرعت در محیط پراکنده می‌شود، مخصوصاً اگر باد نیز بوزد؛ بنابراین تشعشع مستقیم خورشید و محافظت در برابر باد، دو روش اصلی بهبود شرایط آسایش در فضاهای باز در زمستان است (براون, ۱۳۸۶) .بنا بر اطلاعات گفته شده وبر اساس سال‌ها پژوهش در حوزه مسکن روستایی مناطق سردسیر، فضاهای باز (حیاط‌ها) و نیمه‌باز (ایوان‌ها) در کالبد و شاکله خانه‌های بومی که می‌توانند در سطح آسایش و کیفیت عملکردی خانه‌ها مؤثر باشند با عنوان صحن آفتاب‌گیر تشخص پیدا می‌کند. صحن آفتاب‌گیر فضای باز و یا نیمه بازی است که می‌تواند در ایجاد خرد اقلیم

مطلوب مؤثر باشد". این فضا به‌ویژه در روستاهای سردسیر با جهت‌یابی و ساختار درست می‌تواند در جذب و دریافت تابش خورشید مؤثر باشد به‌شرط آنکه کمی محصور باشد و از مسیر سوز بادهای سرد زمستانی در امان بماند (بابازاده سلوط،۱۴۰۱).



تصویر ۱: مجموعه کروکی‌های صحن آفتاب‌گیر (نگارندگان)

تصویر ۲: چارچوب نظری پژوهش (نگارندگان)



تحلیل یافته‌ها

ابتدا از میان روستاهای کوهستانی شمیرانات بر اساس معیارهایی مانند داشتن طرح هادی، داشتن حدود ۵۰۰ سکنه بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵، ارتفاع حدود ۲۰۰۰ متر بالاتر از سطح دریا، ۱۰ روستا انتخاب شدند. پس از مطالعات میدانی گسترده در روستاهای منتخب ۴۰ خانه بومی دارای صحن آفتاب‌گیر انتخاب شدند پس از مشاهدات و برداشت، گفتگوهایی، پیرامون موضوع پژوهش، با اهالی و ساکنین خانه‌ها صورت گرفت. انتخاب خانه‌ها بر اساس مشاهدات و تناقضاتی بود که در بازدیدهای میدانی تأمل‌برانگیز بودند. در واقع در این مرحله، از مصاحبه‌ها و تجربیات اهالی برای انتخاب بهتر و دقیق‌تر نمونه‌های نهایی برای شبیه‌سازی کمک گرفته شد. در ادامه مختصری از یافته‌های میدانی آورده شده است.

یافته‌های میدانی

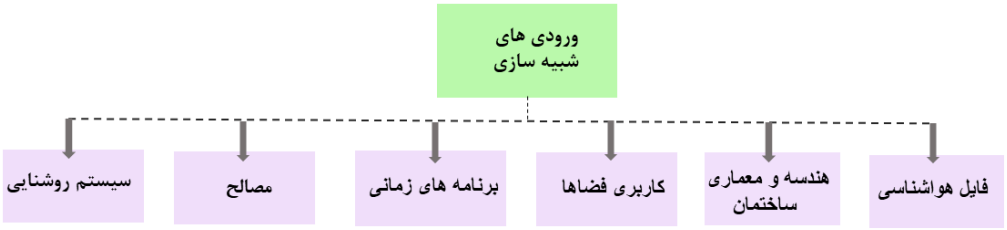
طبق گفته‌های اهالی، مادامی که خانه‌هایشان زیر سایه ناخواسته ساخت‌وسازهای جدید نرفته، در زمستان آفتاب‌گیری مطلوبی دارند، اما در مواردی که ساختمان‌های مرتفع نوساز، ساعات آفتاب‌گیر را محدود می‌کنند علاوه بر کاهش آسایش حرارتی، از منظر محرمیت هم ساکنین، باتجربه ناخوشایندی مواجه‌اند. غالب خانه‌های بومی کوهستانی دوطبقه هستند. صحن آفتاب‌گیر آنها محدود به ایوان نیست و حیاط و پشت‌بام و هر سکو و صحنی که قابلیت دریافت تابش خورشید را داشته باشد به‌شرط آنکه بتواند از مسیر سوز بادهای زمستانی در امان باشد را شامل می‌شود. ایوان‌های صحن آفتاب‌گیر غالباً رو به جنوب و جهات نزدیک به آن و با عمق کم ساخته شده‌اند تا حداکثر دریافت را از انرژی خورشیدی داشته باشند. در خانه‌های دوطبقه صحن آفتاب‌گیر در طبقه بالا و در مجاورت اتاق‌ها قرار دارد. ازآنجایی‌که این فضا اغلب بر روی طویله یا انبار قرار دارد گرمایش بیشتری در زمستان دارد. در مصاحبه انجام شده با ساکنین این نتیجه حاصل شد که گرمایش اتاق‌ها از طریق کرسی و چراغ نفتی انجام می‌شود و آفتاب‌گیری مناسب اتاق‌ها هم نقش مهمی در گرمایش خانه دارد البته برخی خانه‌ها از بخاری گازی نیز استفاده می‌کنند. طبق گفته اهالی بسیاری از فعالیت‌های روزمره در فصول مختلف در همین صحن آفتاب‌گیر انجام می‌شود. بخشی از آن که مسقف است، نقش نشیمن را دارد و بخشی که رو به آسمان باز است با آفتاب‌گیری مطلوب فضایی برای خشک‌کردن محصولات کشاورزی، خشک‌کردن لباس روی‌بند و ... است. در بیشتر خانه‌ها در زمستان ایوان به کمک نایلون محصور می‌شود تا گرمای دریافت شده از خورشید در ایوان حفظ شده و به گرمایش بهتر اتاق‌ها نیز کمک شود. در این صورت ضمن دریافت تابش و گرمای خورشید، اثر گلخانه‌ای نیز ایجاد می‌شود. طبق گفته اهالی این فضای نایلون کشیده برای صرف ناهار و استراحت ظهرگاهی بدون هیچ وسیله گرمایشی در زمستان برایشان مطلوب است .خانه‌هایی که گازرسانی شده‌اند و گرمایش مناسبی در زمستان دارند غالباً ساکنین دائمی دارند؛ ولی درصد قابل‌توجهی از اهالی در زمستان مهاجرت فصلی دارند.

تصویر ۳: مجموعه تصاویر صحن آفتاب‌گیر در زمستان و پوشاندن صحن آفتاب‌گیر (نگارندگان)

تصویر ۴: مجموعه تصاویر صحن آفتاب‌گیر در تابستان (آرشیو نگارندگان)

شبیه‌سازی انرژی

به این منظور یک‌خانه بومی از روستای امامه انتخاب و در نرم‌افزار دیزاین بیلدر شبیه‌سازی شده است. انتخاب نمونه کاملاً هوشمندانه بوده است. پس از بررسی نمونه‌های بی‌شمار و تحلیل متمرکز بر روی ۴۰ خانه بومی در شمیرانات تهران این خانه برای شبیه‌سازی انرژی انتخاب شد. این خانه در روستای امامه با ارتفاع بیش از ۲۰۰۰ متر از سطح دریا در منطقه‌ای کاملاً کوهستانی واقع شده است. دارای صحن آفتاب‌گیر از گونه غالب در این پهنه اقلیمی است که رو به جبهه جنوب دارد و روی فضای دام قرار گرفته است. بخش‌های مسکونی نیز در طبقه فوقانی در بخش شمالی و غربی صحن آفتاب‌گیر قرار گرفته‌اند. در گذر زمان فضاهایی در بخش ایوان این نمونه برای کاربری آشپزخانه ایجاد شده است. این خانه تحت‌تأثیر ساخت‌وسازهای جدید سایه ناخواسته زمستانی را تجربه می‌کند. در واقع دلیل اصلی انتخاب این نمونه علاوه بر داشتن گونه غالب از صحن آفتاب گیر، وجود همین همسایه مزاحم و سایه اندازی ناخواسته است. برای پاسخ به این سؤال که آیا این سایه‌های ناخواسته عملکرد صحن آفتاب‌گیر را تضعیف می‌کنند؟ و کیفیت صحن آفتاب‌گیر متأثر از چه عواملی است و به‌منظور بررسی عملکرد حرارتی، این خانه در ۱۰ حالت کالبدی متفاوت شبیه‌سازی شده است. از آنجا که هیچ دو خانه یا دو صحن آفتاب گیری در روستا یکسان نیست بنابراین این نتیجه حاصل شد که تغییرات کالبدی بر روی یک نمونه واحد مناسب ترین روش تحلیل این پژوهش است. نتایج حاصل از شبیه‌سازی وابسته به عوامل متعددی است که از آن جمله می‌توان به اقلیم، حجم و معماری ساختمان، کاربری، مصالح به‌کاررفته و سیستم روشنایی را نام برد. باتوجه‌به هدف تحقیق برای مقایسه حالات مختلف صحن آفتاب‌گیر، می‌بایست تمام عوامل مؤثر در شبیه‌سازی انرژی ساختمان، یکسان در نظر گرفته شود. در همین راستا، ابتدا ورودی‌های شبیه‌سازی در نرم‌افزار مورد بررسی قرار گرفته است.



تصویر ۵: ورودی‌های شبیه‌سازی در نرم‌افزار (نگارندگان)

فایل هواشناسی

باتوجه‌به محدود بودن فایل‌های آب‌وهوایی EPW در منابع معتبر برای مناطق مختلف کشور، از توصیه مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان (ویرایش چهارم) بهره گرفته شده است. بر اساس این مبحث فایل آب‌وهوایی مورداستفاده باید از منابع و سایت‌های معتبر دریافت گردد و در صورت عدم وجود فایل، از نزدیک‌ترین فایل آب‌وهوایی به آن

منطقه استفاده شود. بر همین اساس فایل آب‌وهوایی این پژوهش از طریق سایت کلایمت وان بیلدینگ[۲] و بخش لواسان برای شبیه‌سازی انتخاب شده است.

کاربری فضا

به‌طورکلی هر عنصری که منجر به ایجاد گرما و یا مصرف انرژی در محیط ساختمان شود، باید به‌دقت مورد شبیه‌سازی قرار گیرد. این موارد شامل موارد زیر است.

- تعداد افراد حاضر و زمان حضور افراد
- تجهیزات مورداستفاده در فضا و مقدار گرمای آزاد شده ناشی از فعالیت آن‌ها و زمان به‌کارگیری آن‌ها
- نوع روشنایی مصنوعی مورداستفاده در فضاها و مدت‌زمان استفاده از آن

مقادیر مذکور کاربری ساختمان و فضاهای مختلف هر ساختمان را تعیین می‌کنند، اما باید توجه نمود که مقادیر تعیین شده در کاربری فضا برای نرم‌افزار، همیشه با واقعیت ساختمان همخوانی ندارند. به‌عنوان‌مثال اگر در شبیه‌سازی عملکرد حرارتی یک ساختمان تعداد ۴ نفر در نظر گرفته شود، لزوماً به این معنی نخواهد بود که در واقعیت نیز همین تعداد افراد عیناً به شکل تعیین شده از فضا استفاده خواهند کرد. همین موضوع باعث شده است که استانداردهای مختلف، مقادیری برای کاربری ساختمان پیشنهاد دهند. مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان در ویرایش جدید خود، موارد متعددی را برای انواع کاربری‌ها معرفی کرده است. باید توجه نمود که استفاده از این رویکرد، برای مقایسه حالات مختلف طراحی و بررسی اثر راهکارهای معماری بسیار مناسب است. اما زمانی که مقادیر مصرف انرژی ساختمان در فضا دو و ممیزی انرژی ساختمان، استفاده از اعداد دقیق‌تر و منطبق بر طراحی یا واقعیت موجود ساختمان از اهمیت بیشتری برخوردار است. شایان‌ذکر است که مقادیر دیگری چون دمای سیستم تأسیسات در ویرایش چهارم مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان اشاره شده است که باتوجه‌به بررسی نمونه‌ها به‌صورت غیرفعال و بدون در نظرگیری سیستم تأسیسات، در مدل‌ها وارد نشده است. بر همین اساس تعداد نفرات و متصرفین فضا، ۴ نفر در نظر گرفته شده است. همچنین مقدار متوسط تجهیزات ۴ وات به‌ازای هر مترمربع در نظر گرفته شده است. در ادامه برنامه به‌کارگیری تجهیزات، حضور افراد و استفاده از سیستم روشنایی مصنوعی نشان‌داده‌شده است.

برنامه‌های زمانی

برنامه‌های زمانی به‌صورت ضریب مابین صفر و یک تعیین می‌گردد. به‌عنوان‌مثال برای حضور ۴ نفر هم‌زمان داخل یک فضا، ضریب یک و برای حضور یک نفر ضریب ۰٫۲۵ در برنامه زمانی گنجانده می‌شود. در ادامه مقادیر ارائه شده برای برنامه‌های گوناگون در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان نشان‌داده‌شده است. همچنین برنامه زمانی استفاده از تجهیزات نیز به صور متوسط در شبانه‌روز ۴ وات به‌ازای هر مترمربع در نظر گرفته شده است. همچنین پنجره مفروض نیز از نوع تک‌جداره با فریم فلزی انتخاب شده است که مشخصات کامل آن در جدول زیر قابل‌مشاهده است.

[2] www.climate.onebuilding.org

زمان (ساعت)		۰-۱	۱-۲	۲-۳	۳-۴	۴-۵	۵-۶	۶-۷	۷-۸	۸-۹	۹-۱۰	۱۰-۱۱	۱۱-۱۲
بهره‌بردار ی ساکنین	شنبه تا چهارشنبه	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۸.۰	۶.۰	۴.۰	۲.۰	۲.۰	۲.۰
	پنجشنبه و جمعه	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
روشنایی مصنوعی	شنبه تا چهارشنبه	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۵	۸.۰	۸.۰	۸.۰	۲.۰	۲.۰	۲.۰
	پنجشنبه و جمعه	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۵	۴.۰	۴.۰	۴.۰	۴.۰

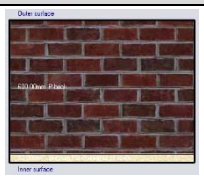
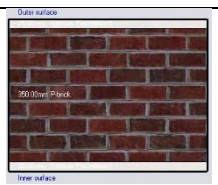
جدول ۱. برنامه‌های کاربری مفروض بخش اول(مبحث ۱۹ مقررات ملی)

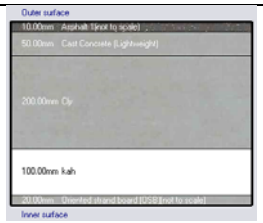
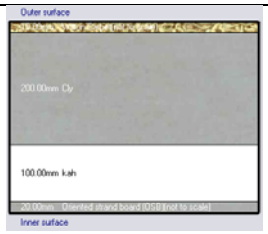
زمان (ساعت)		۱۲-۱۳	۱۳-۱۴	۱۴-۱۵	۱۵-۱۶	۱۶-۱۷	۱۷-۱۸	۱۸-۱۹	۱۹-۲۰	۲۰-۲۱	۲۱-۲۲	۲۲-۲۳	۲۳-۲۴
بهره‌بردار ی ساکنین	شنبه تا چهارشنبه	۲.۰	۲.۰	۴.۰	۸.۰	۸.۰	۸.۰	۸.۰	۸.۰	۱	۱	۱	۱
	پنجشنبه و جمعه	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
روشنایی مصنوعی	شنبه تا چهارشنبه	۲.۰	۲.۰	۲.۰	۸.۰	۸.۰	۸.۰	۰.۹۵	۰.۹۵	۰.۹۵	۰.۹۵	۰.۹۵	۰.۹۵
	پنجشنبه و جمعه	۴.۰	۴.۰	۴.۰	۴.۰	۰.۹۵	۰.۹۵	۰.۹۵	۰.۹۵	۰.۹۵	۰.۹۵	۰.۹۵	۰.۹۵

جدول ۲. برنامه‌های کاربری مفروض بخش دوم(مبحث ۱۹ مقررات ملی)

مصالح مورداستفاده

باتوجه‌به برداشت‌های میدانی صورت‌گرفته مقادیر زیر برای جداره‌های شفاف و غیرشفاف ساختمان در نظر گرفته شده است.

	نام مصالح	لایه‌های حرارتی	ضخامت	R value	تصویر
۱	دیوار خارجی	آجر گری	۵۵ سانتی‌متر	۰.۷۲	مصالح دیوار خارجی(نرم افزار شبیه سازی) 
		گچ	۲ سانتی‌متر		
۲	دیوار داخلی	گچ	۲ سانتی‌متر	۰.۷۵	مصالح دیوار داخلی (نرم افزار شبیه سازی) 
		آجر گری	۳۵ سانتی‌متر		
		گچ	۲ سانتی‌متر		

۳	سقف	آسفالت	۱ سانتی‌متر	۱.۸۷	 مصالح سقف (نرم افزار شبیه سازی)
		بتن	۵ سانتی‌متر		
		کاه‌گل	۲۰ سانتی‌متر		
		لایه نی	۱۰ سانتی‌متر		
		تخته‌کوبی	۱ سانتی‌متر		
۴	کف‌بین طبقات	فرش پشمی	۱ سانتی‌متر	۱.۸۹	 مصالح کف بین طبقات (نرم افزار شبیه سازی)
		کاه‌گل	۱۵ سانتی‌متر		
		لایه نی	۱۰ سانتی‌متر		
		تخته‌کوبی	۱ سانتی‌متر		

جدول ۳: مصالح در نظر گرفته شده برای نمونه موردنظر(نگارندگان)

ردیف	نوع	ضریب عبور نور مرئی پنجره	ضریب عبور خورشیدی	ضریب انتقال حرارت سطحی پنجره	ضخامت شیشه (میلی‌متر)	گاز پرکننده (میلی‌متر)
۱	تک‌جداره	۰.۸۹	۰.۸۴	۸.۵	۴	-

جدول ۴. مشخصات بازشوها (مبحث۱۹ مقررات ملی)

سیستم روشنایی در نظر گرفته شده برای ساختمان باتوجه‌به برداشت‌های میدانی غالباً از نوع کم‌مصرف است و در معدود فضاها با استفاده کمتر، از نوع رشته‌ای بوده است. باتوجه‌به نوع لامپ و ضریب ارائه شده در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان (ویرایش چهارم)، مقدار چگالی توان روشنایی برای فضاهای مختلف ۳.۵۴ وات به‌ازای هر مترمربع در نظر گرفته شده است. برای دستیابی به نتایج مناسب از نرم‌افزار و مقایسه بهتر اثر صحن‌های آفتاب‌گیر در حالات مختلف، مقدار دمای عملکردی فضاهای مختلف در نمونه‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. معیار در نظر گرفته شده برای مقایسه، دمای عملکردی است. احساس راحتی و آسایش افراد با دمایی که در دماسنج مشاهده می‌شود متفاوت است. دلیل این موضوع مربوط به درک افراد از دما است. به‌عنوان‌مثال دمای اعلام شده (اداره هواشناسی) برای شهر تهران در خردادماه برابر با ۲۳ درجه است. این در حالی است که افراد از گرمی هوا شکایت می‌کنند. دلیل این موضوع مربوط به درک متفاوت افراد است. چراکه افراد علاوه بر دمای خشک (دمای اعلام شده توسط هواشناسی یا دمای دماسنج)، میانگین دمای تابشی و سرعت هوا را نیز در دمای درک شده خودشان می‌گنجانند. این دما که توسط افراد درک می‌شود با عنوان دمای عملکردی شناخته می‌شود و از طریق رابطه زیر محاسبه می‌گردد.

$$t_o = \frac{(t_{mr} + (t_a \times \sqrt{10v}))}{1 + \sqrt{10v}}$$

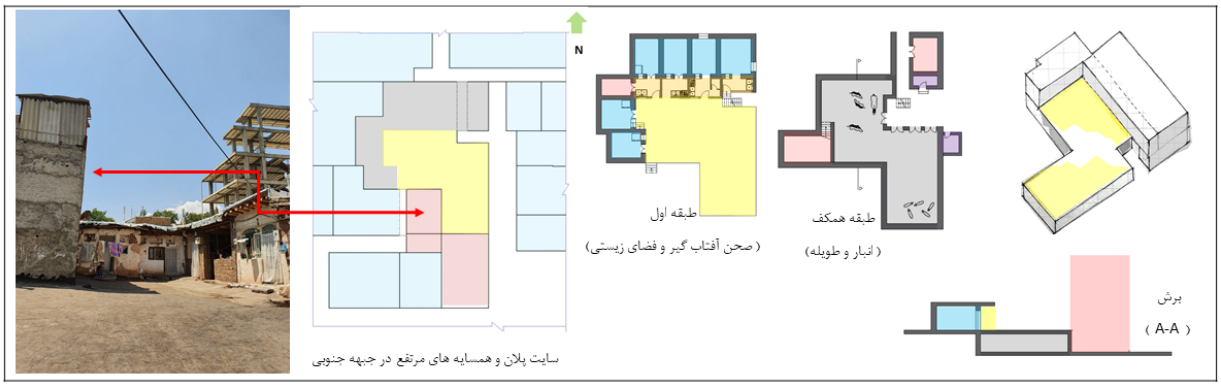
تصویر ۶: محاسبه دمای عملکردی (International Standard Organization:,1998)

دراین‌رابطه Tmr، Ta، V و To به ترتیب نمایش‌دهنده میانگین دمای تابشی، دمای هوای خشک، سرعت هوا و دمای عملکردی است. درصورتی‌که در فضای داخلی حضور داشته باشیم و سرعت هوا ناچیز باشد، دمای عملکردی

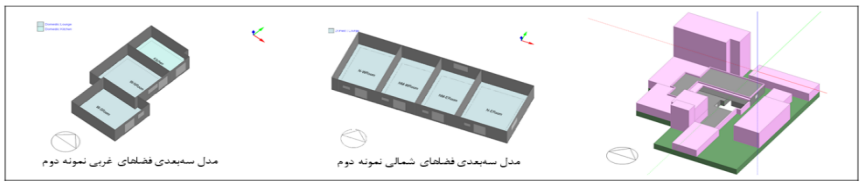
میانگینی از دمای محیط و دمای تابشی خواهد بود. نتایج توزیع دما در ۵ دسته مورد ارزیابی قرار گرفته است. بازه دماهای بین ۱۹ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان بازه آسایش در نظر گرفته شده است. در این بازه شرایط محیط داخل، مطلوب بوده و به سیستم‌های تأسیسات برای تأمین آسایش نیازی نخواهد بود؛ بنابراین بالابودن هرچه بیشتر این بازه و تعداد ساعاتی که در این بازه قرار گرفته باشد، نشان‌دهنده عملکرد بهتر در تأمین نیازهای گرمایشی و سرمایشی ساختمان خواهد بود. بازه دماهای بالاتر از ۲۶ درجه در دو بخش مورد بررسی قرار گرفته است. درصورتی‌که دمای محیط در بازه ۲۶ تا ۳۰ درجه واقع شده باشد، با حداقل تجهیزات سرمایشی شرایط آسایش در داخل محیط فراهم خواهد شد. این در حالی است که با افزایش دما و عبور از مرز ۳۰ درجه، برای تأمین آسایش حرارتی استفاده از سیستم تأسیسات با شدت بیشتر ضروری خواهد بود. این مسئله باعث افزایش مصرف انرژی، در فصول گرم سال خواهد شد؛ بنابراین هرچه تعداد ساعات با دمای بیش از ۳۰ درجه سانتی‌گراد کمتر باشد، مقادیر کمتری از انرژی مصرف خواهد شد. در واقع با بررسی دما، عملکرد حرارتی ساختمان سنجیده می‌شود. همچنین دماهای کمتر از ۱۹ درجه سانتی‌گراد نیز در دو بازه مورد بررسی قرار گرفته است. بازه دمایی مابین ۱۲ تا ۱۹ درجه، نشان‌دهنده نیاز به سیستم‌های سبک برای گرمایش و دماهای زیر ۱۲ درجه نشان‌دهنده افزایش مصرف انرژی برای تأمین آسایش حرارتی و گرم‌کردن محیط خواهد بود. جدول ۵ تغییرات کالبدی خانه را برای شبیه‌سازی نشان می‌دهد.

مدارک نمونه شبیه‌سازی

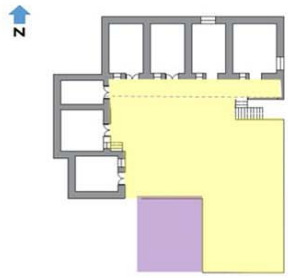
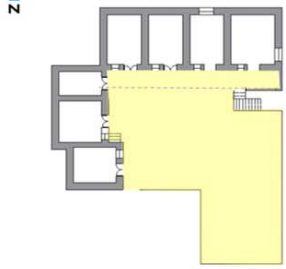
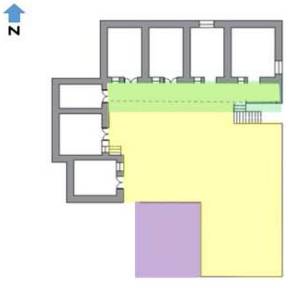
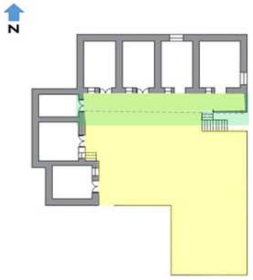
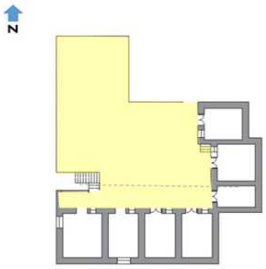
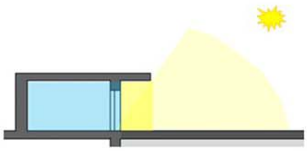
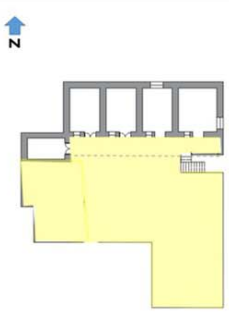
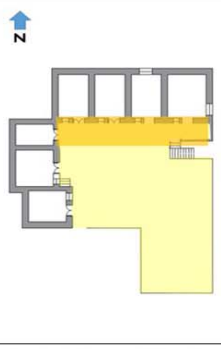
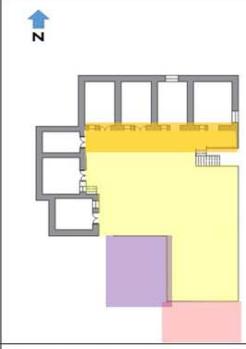
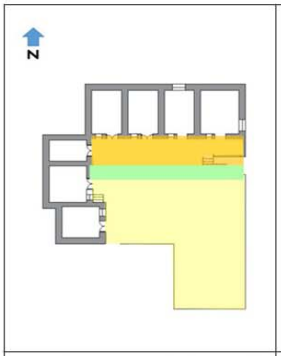
باتوجه‌به اینکه هیچ دو صحن آفتاب‌گیری در روستا یکسان نیست؛ بنابراین برای شبیه‌سازی یک‌خانه بومی انتخاب شده و با فرض تغییرات کالبدی در آن نتایج شبیه‌سازی برای پاسخ به سؤال پژوهش تحلیل و بررسی شده است.



تصویر ۷: مدارک خانه موردنظر (نگارندگان)



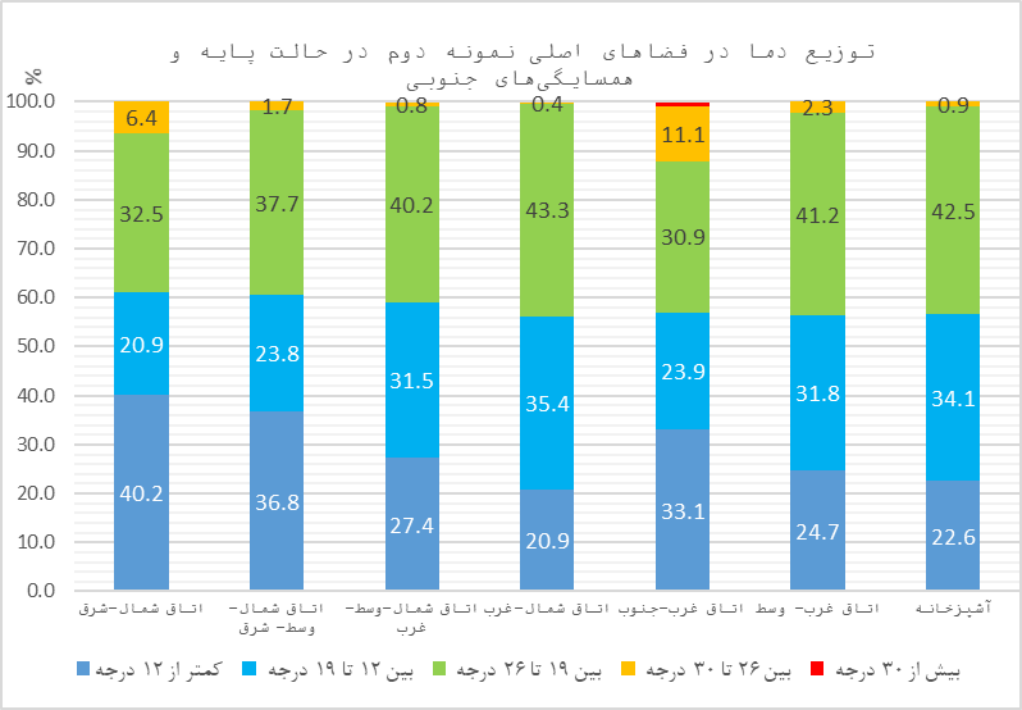
تصویر ۸: مدل سه‌بعدی خانه (نرم‌افزار Design Builder)

		
حالت اول: خانه بومی بدون تغییر کالبدی با همسایه جنوبی	حالت دوم: حالت پایه بدون همسایگی‌های جنوبی فعلی	حالت سوم: حالت پایه با بالکن پوشیده زمستانی و همسایگی جنوبی
		
حالت چهارم: حالت پایه با بالکن پوشیده زمستانی بدون همسایگی جنوبی	حالت پنجم: تغییر جهت صحن آفتاب‌گیر	حالت ششم: حذف فضای دام
		
حالت هفتم: حذف فضاهای غربی	حالت هشتم: اضافه‌شدن فضای الحاقی بدون همسایگی جنوبی	حالت نهم: اضافه‌شدن فضای الحاقی با همسایگی جنوبی
		
حالت دهم: الحاقات به همراه عمق سایبان ۰.۵ متری		

جدول ۵: خانه موردنظر در ۱۰ حالت متفاوت کالبدی (نگارندگان)

حالت اول، خانه بومی بدون تغییر کالبدی با همسایه جنوبی

نتایج به‌دست‌آمده نشان داده است که فضاهای موجود در بخش شمالی عرصه، دارای بازه‌های طولانی با دمایی کمتر از ۱۲ درجه بوده است. دلیل این موضوع مربوط به سطوح حفاظت نشده فضاها به‌خصوص در فضای اتاق شرقی است. این در حالی است که غربی‌ترین اتاق این بخش باتوجه‌به اینکه هم‌جواری بیشتری با ساختمان‌های همسایه دارد، افت دمای کمتری داشته است. شرقی‌ترین اتاق این بخش، در بیش از ۴۲٪ مواقع سال دمای کمتر از ۱۲ درجه تجربه خواهد کرد به عبارت بهتر ۱۵۵ روز شرایط سرمای بحرانی در این فضا خواهد بود. این در حالی است که برای اتاق غربی‌ترین اتاق این مقدار حدود ۷۳ روز خواهد بود. همچنین شرایط بازه آسایش نیز با حرکت از بخش شرقی به غربی بیشتر شده است. در نهایت باتوجه‌به نتایج، فضاهای مختلف بخش شمالی عرصه نیاز به‌وسیله سرمایشی نخواهند داشت و مشکل اصلی آن‌ها غالباً سردشدن محیط است.



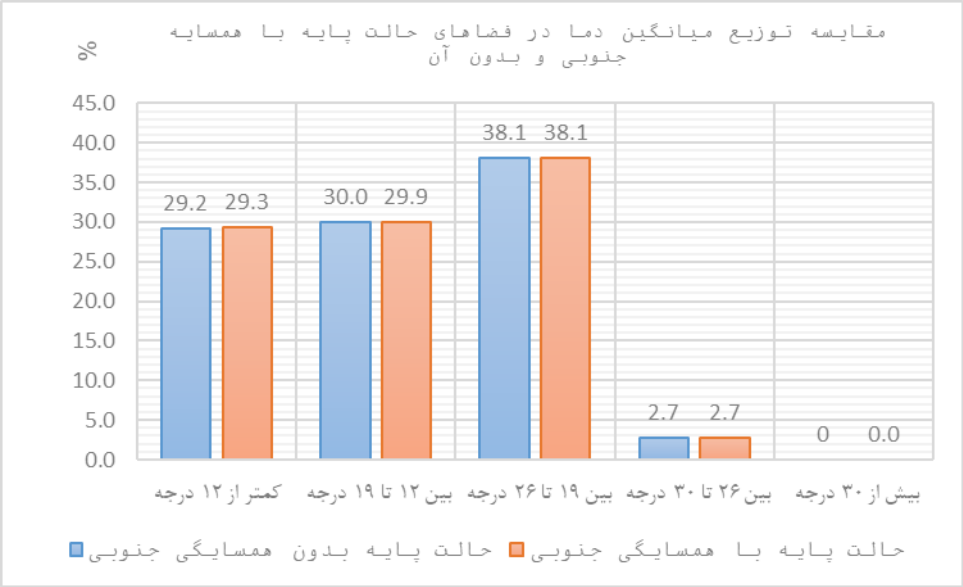
نمودار ۱: توزیع دما در حالت پایه نمونه با همسایگی‌های جنوبی مزاحم(نگارندگان)

به‌طورکلی نسبت به نمونه اول که در بخش‌های قبلی مورد بررسی قرار گرفت، مساحت‌های پنجره‌های نورگیر جنوبی (در اتاق‌های بخش شمالی عرصه) بسیار اندک است. همچنین تابش دریافت شده حاصل از بازتاب صحن آفتاب‌گیر و نور خورشید وارد شده به فضای بالکن، تحت‌تأثیر تابش همسایه‌های جنوبی بوده است. اما بااین‌حال، به دلیل کوچک بودن بازشوها حتی درصورتی‌که همسایه جنوبی مزاحم دریافت تابش خورشیدی نباشد، احتمال بهبود شرایط داخلی اندک خواهد بود. یکی از تفاوت‌های اصلی این نمونه با نمونه اول در جداره‌های عرصه است. این موضوع باعث کنترل باد سرد وارد شده به جداره‌های اصلی خواهد شد و مقدار اتلاف حرارت را کاهش خواهد داد. در واقع در فصول سرد سال، تابش خورشیدی دریافت شده در صحن آفتاب‌گیر باعث ذخیره گرما در کف صحن خواهد شد و ازآنجایی‌که جریان هوا در داخل صحن کنترل می‌گردد، خرد اقلیم گرم ایجاد شده در فضای صحن

آفتاب‌گیر دیرتر دمای خود را از دست خواهد داد. به عبارت بهتر این مسئله باعث کاهش اختلاف دمای فضاها با صحن خواهد شد. اما باید توجه کرد ازآنجایی‌که سایر سطوح حفاظت نشده در اتاق‌ها بسیار بیشتر است، اثر این فرایند کمتر خواهد بود. همان‌طور که در فضای غربی‌ترین اتاق و اتاق میانی در بال غربی قابل‌مشاهده است، شرایط به‌مراتب بهتر است، چراکه اتلاف از دیوارها باتوجه‌به مجاورت با فضاهای دیگر کاهش بیشتری داشته است.

حالت دوم، حالت پایه بدون همسایگی‌های جنوبی فعلی

نتایج به‌دست‌آمده از این حالت نشان داده است که عدم وجود ساختمان‌های جنوبی تأثیر چندانی در مقادیر و وضعیت محیط داخل ساختمان ندارد. در تصاویر زیر وضعیت فضاها و میانگین توزیع دما در حالات با و بدون همسایگی مورد بررسی قرار گرفته است.



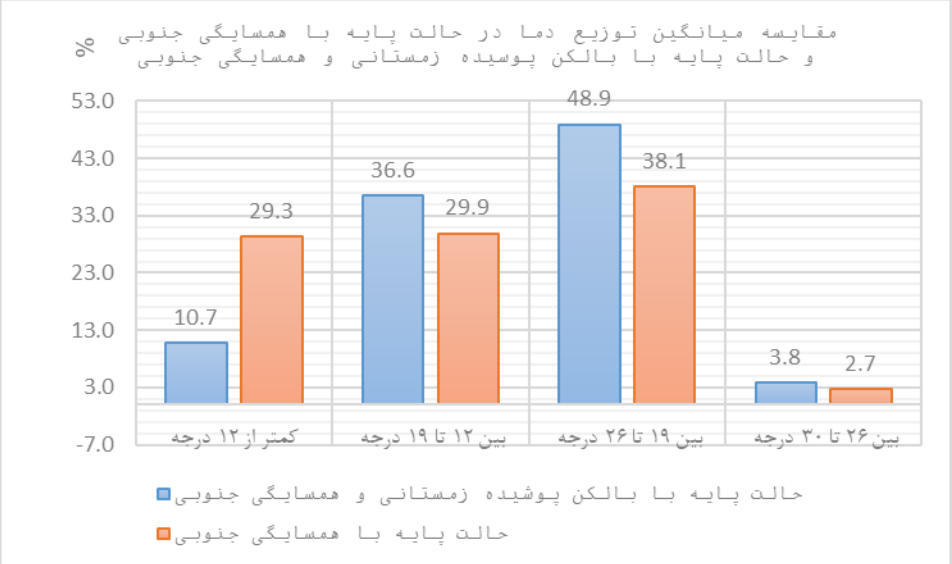
نمودار ۲. مقایسه توزیع میانگین دما در حالت پایه با حالت دوم (نگارندگان)

نتایج به‌دست‌آمده نشان‌دهنده اختلاف بسیار ناچیز در شرایط فضاها دارد. چراکه باتوجه‌به مساحت زیاد صحن آفتاب‌گیر و اتلاف حرارتی زیاد سطوح فضا، تغییر دمای صحن آفتاب‌گیر بر اثر افزایش تابش، نتوانسته تأثیر مناسبی بر عملکرد حرارتی فضاها داشته باشد. همان‌طور که گفته شد، مسئله اصلی مربوط به کاهش دمای محیط داخلی ساختمان است. در حالات بعدی فضای بالکن همچون نمونه اول بسته در نظر گرفته شده است تا بتواند یک فضای کنترل نشده برای اتاق‌های شمالی را فراهم آورد و اثر بازتاب تابش خورشیدی صحن آفتاب‌گیر و تابش خورشیدی وارد شده به خورد را ذخیره کند.

حالت سوم، پوشش بالکن در فصول سرد سال با همسایگی جنوبی

نتایج به‌دست‌آمده نشان از افزایش قابل‌توجه ساعات آسایش و بهبود دماها دارد. کماکان فضاها اتاق شرقی باتوجه‌به پوسته خارجی خود، اتلاف زیادی داشته است. اما فضاهای میانی مخصوصاً اتاق غربی و فضای مجاور آن، تقریباً در کل سال بدون نیاز به تجهیزات گرمایشی سنگین در معرض آسایش هستند. در نمودار بعدی میزان شرایط محیط

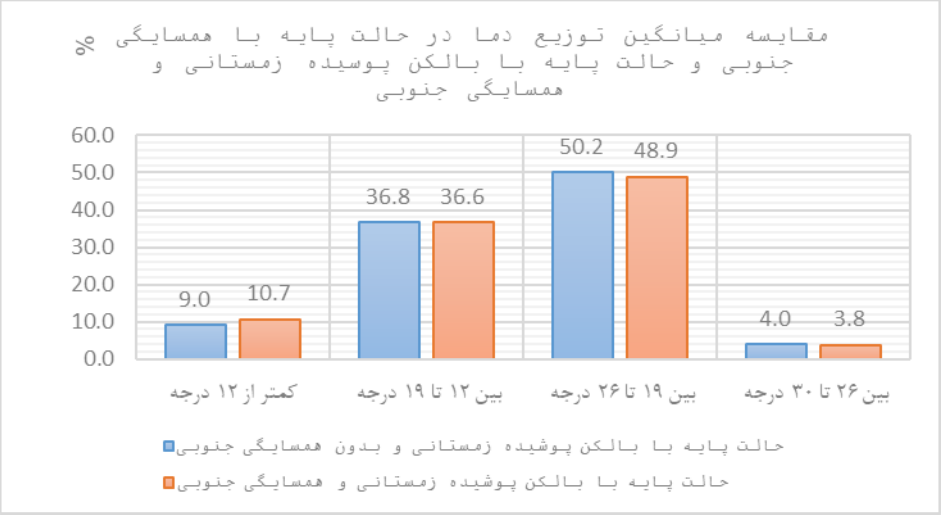
داخل در حالت پایه با همسایه جنوبی و حالت بالکن پوشیده با همسایگی جنوبی مقایسه شده است. نتایج به‌دست‌آمده به‌خوبی نشان‌دهنده تأثیر عملکرد فضای بالکن پوشیده در بهبود وضعیت زمستانی فضاها است. برای بررسی عملکرد و تأثیر صحن آفتاب‌گیر توأم با فضای بالکن پوشیده، در مرحله بعدی ساختمان‌های همسایه جنوبی حذف شده است.



نمودار ۳. مقایسه توزیع میانگین دما در حالت پایه با حالت سوم (نگارندگان)

حالت چهارم، حالت پایه به همراه بالکن پوشیده در زمستان و بدون همسایه جنوبی

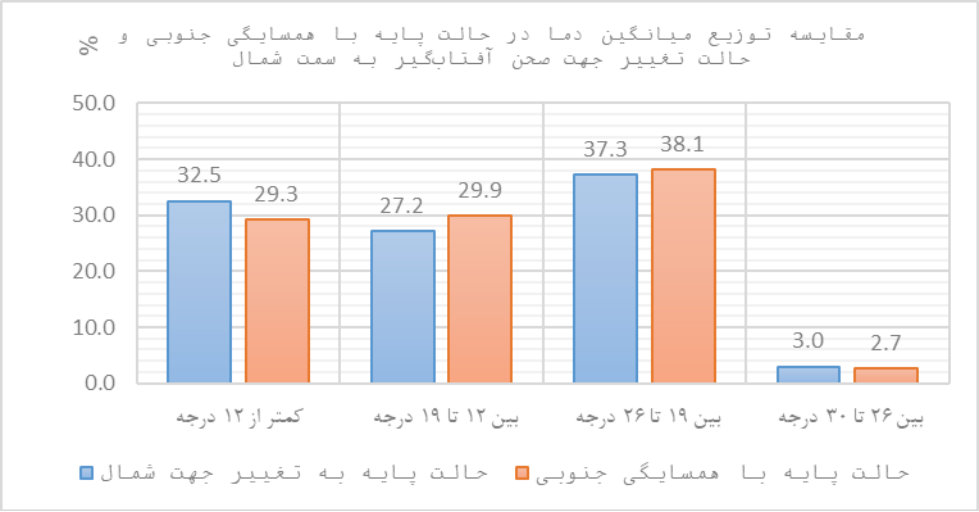
نتایج به‌دست‌آمده از این حالت در مقایسه باحالت قبل (با همسایه جنوبی) نشان‌دهنده اثر مهم تابش دریافتی صحن آفتاب‌گیر بوده است. همان‌طور که در تصاویر مشخص است فضای مقابل اتاق‌های شرقی (بخش شمال) بسیار وسیع‌تر است و ساختمان مقابل آن نیز کوتاه‌تر بوده است؛ بنابراین حضور یا عدم حضور همسایگی این بخش تأثیر چندانی بر نتایج اتاق‌های شمالی در بخش شرقی نداشته است. این در حالی است که افزایش تابش دریافتی در صحن محدودتر مقابل اتاق‌های غربی با حذف همسایه مزاح مشهود است. غربی‌ترین اتاق بخش شمالی، با حذف ساختمان همسایه در این بخش، حدود ۲٪ به بازه آسایش آن اضافه شده است. همچنین تغییر قابل‌ملاحظه‌ای در وضعیت فضاهای بال غربی ساختمان نیز دیده می‌شود و بازه دمای کمتر از ۱۲ درجه در این فضاها نیز به‌خوبی بهبودیافته است. این موضوع نشان از اهمیت عملکرد توأم بالکن و صحن آفتاب‌گیر را نشان داده است. برای بررسی حالت‌های دیگر، حالت پایه بدون فضای بالکن بسته در نظر گرفته شده است.



نمودار ۴. مقایسه توزیع میانگین دما در حالت پایه با حالت چهارم (نگارندگان)

حالت پنجم، تغییر جهت صحن آفتاب‌گیر

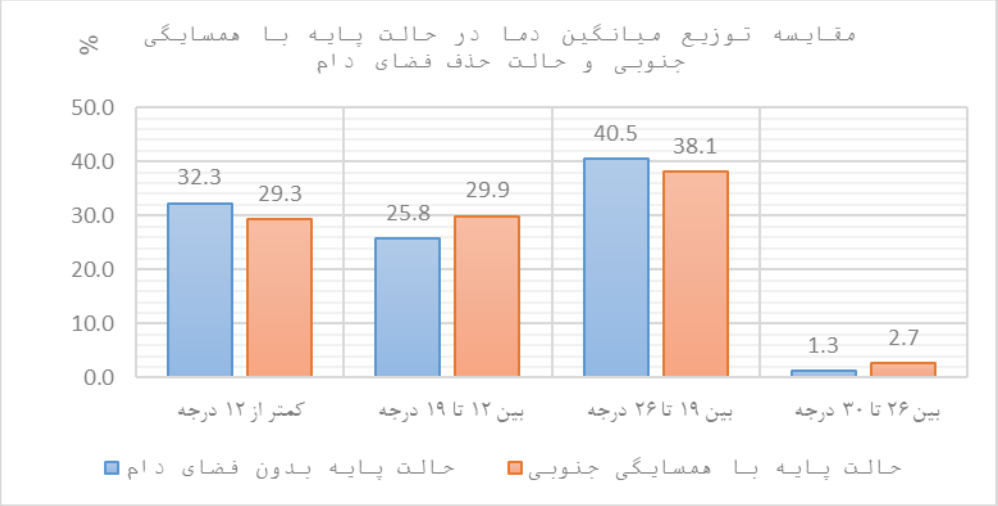
نتایج به‌دست‌آمده از این بخش نشان‌دهنده آن است که افت دما در تمامی فضاها رخداده است. این در حالی است که نسبت به حالت پایه (با همسایگی جنوبی) فضاها اختلاف دمای اندکی دارند. همان‌طور که در بخش‌های قبلی نیز توضیح داده شد، عدم دریافت تابش مناسب به صحن آفتاب‌گیر و انتقال حرارت زیاد دیوارهای فضاها و همچنین عدم حضور فضای مکمل بالکن، اتاق‌ها و فضاهای سردی را ایجاد کرده است. زمانی که جهت صحن آفتاب‌گیر تغییر می‌نماید باتوجه‌به عدم تغییر شرایط کلی (در جذب تابش بیشتر)، شاهد عدم تغییر محسوس در نتایج هستیم. همان‌طور که ذکر شد، اثر توأم صحن و فضای بالکن بسیار اهمیت دارد، در شرایطی که سطح صحن آفتاب‌گیر نور قابل‌ملاحظه دریافت ننماید و فضایی برای ذخیره آن وجود نداشته باشد، فضای صحن به‌سرعت دمای خود را از دست خواهد داد و اثر چندانی در عملکرد فضاها نخواهد داشت، درست همانند اینکه جت ساختمان به سمت شمال تغییر نماید و تابشی به صحن آفتاب‌گیر در فصل سرد وجود نداشته باشد.



نمودار ۵. مقایسه توزیع میانگین دما در حالت پایه با حالت پنجم (نگارندگان)

حالت ششم، حذف فضای دام

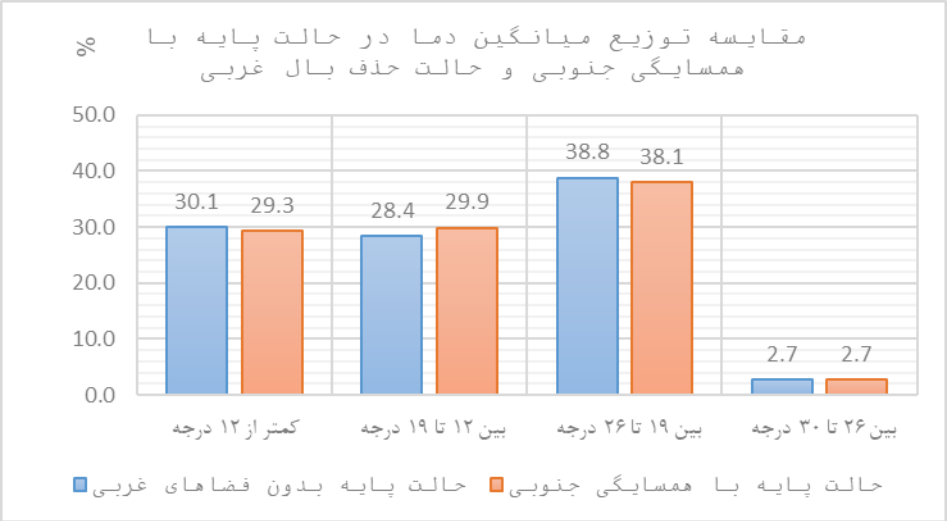
با حذف فضای دام و قرارگرفتن ساختمان در سطح زمین، بخش‌هایی نظیر اتاق‌های شرقی بخش شمالی عرصه، اتلاف کمتری از بخش کف خود خواهند داشت. چراکه در حالت پایه فضای زیر آن‌ها خالی است. همچنین یکی فضاهای بال غربی عرصه (اتاق غرب - جنوب) نیز در زیر خود یک فضای انبار داشته است که با حذف آن و قرارگیری روی زمین تا حدودی انتقال حرارت بیشتری اتفاق افتاده و تا حدودی فضا سردتر شده است. در فصول سرد زمستان که فضای دام پر است، حرارت آزاد شده از بدن دام و انتقال آن از سقف این فضا (کف صحن آفتاب‌گیر) تا حدودی گرم‌تر خواهد بود؛ بنابراین همین مسئله باعث ایجاد یک خرد اقلیم کوچک در فضای حیاط در فصول سرد سال خواهد شد و انتقال حرارت در بین فضاهای داخلی و صحن آفتاب‌گیر را کاهش خواهد داد. حذف فضای دام و کاهش دمای حیاط در شب‌های سرد زمستان، دلیل اصلی افت دما (تا ۲٪) در فضاهای مختلف بوده است. در نمودار بعدی نیز اثر توأم کاهش اتلاف حرارتی اتاق‌های شرقی در بازه آسایش کاملاً محسوس است. اما افت دما در سایر بخش‌ها بازه دماهای کمتر از ۱۲ درجه را تا حدودی بیشتر کرده است.



نمودار ۶: مقایسه توزیع میانگین دما در حالت پایه با حالت ششم (نگارندگان)

حالت هفتم، حذف فضاهای غربی

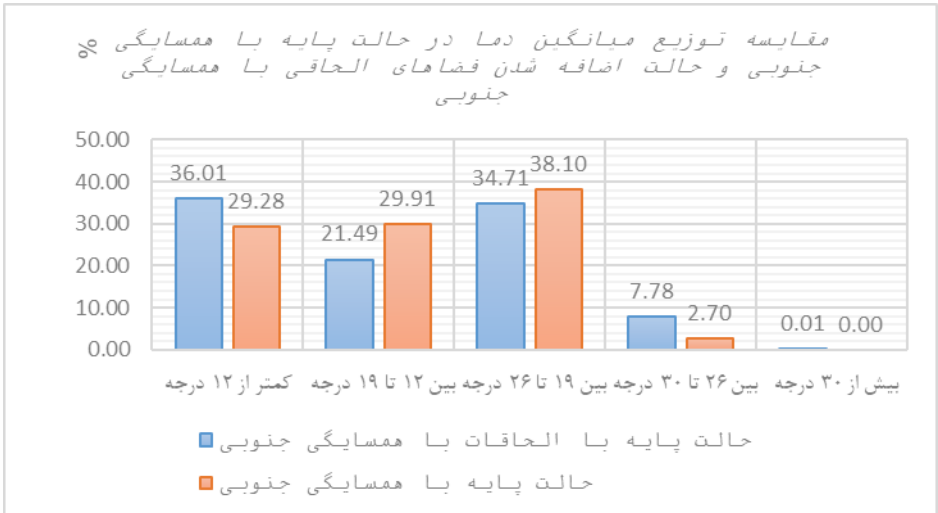
مسلماً باتوجه‌به محصور بودن و داشتن دیوار عرصه، در مقدار سایه‌اندازی به عرصه تفاوت چشمگیری نخواهد کرد. نتایج به‌دست‌آمده نیز به این مسئله تأکید دارد. همچنین فضای آشپزخانه با ازدست‌دادن فضای مجاور خود، سطح بیشتری با محیط بیرون دارد، بنابراین طبیعی خواهد بود که انرژی بیشتری ازدست‌داده و شرایط سردتری را تجربه نماید.



نمودار ۷: مقایسه توزیع میانگین دما در حالت پایه با حالت هفتم (نگارندگان)

حالت هشتم، اضافه‌شدن فضای الحاقی بدون همسایگی جنوبی

در این حالت بخش غربی به حالت قبل برگردانده شده است و وضعیت فعلی ساختمان بدون در نظرگیری همسایه-های جنوبی بررسی شده است. نتایج به‌دست‌آمده نشان داده است که در اتاق شرقی (بخش شمالی عرصه) باتوجه‌به اضافه‌شدن یک فضای کنترل نشده که می‌تواند به‌خوبی تابش خورشیدی را در خود حفظ نماید، شاهد بهبود شرایط هستیم و بازه آسایش حدود ۴٪ بیشتر شده است. همین شرایط برای فضای مجاور اتاق شرقی نیز وجود داشته است با این تفاوت که تعداد ساعات با دمای کمتر از ۱۲ درجه کاهش‌یافته است و تقریباً تعداد ساعات بازه آسایش تغییر خاصی نداشته است. این موضوع رابطه مستقیم با ابعاد بازشوهای کوچک‌تر این فضا نسبت به اتاق شرقی است. در اتاق میانی - غربی (در بخش شمالی عرصه) باتوجه‌به عدم وجود فضای الحاقی مقابل آن شرایط تا حدود زیادی بدتر شده است و مقدار بازه آسایش به‌شدت (حدود ۱۰٪) کاهش‌یافته است؛ چراکه این میزان به دماهای کمتر از ۱۲ درجه اضافه شده است.

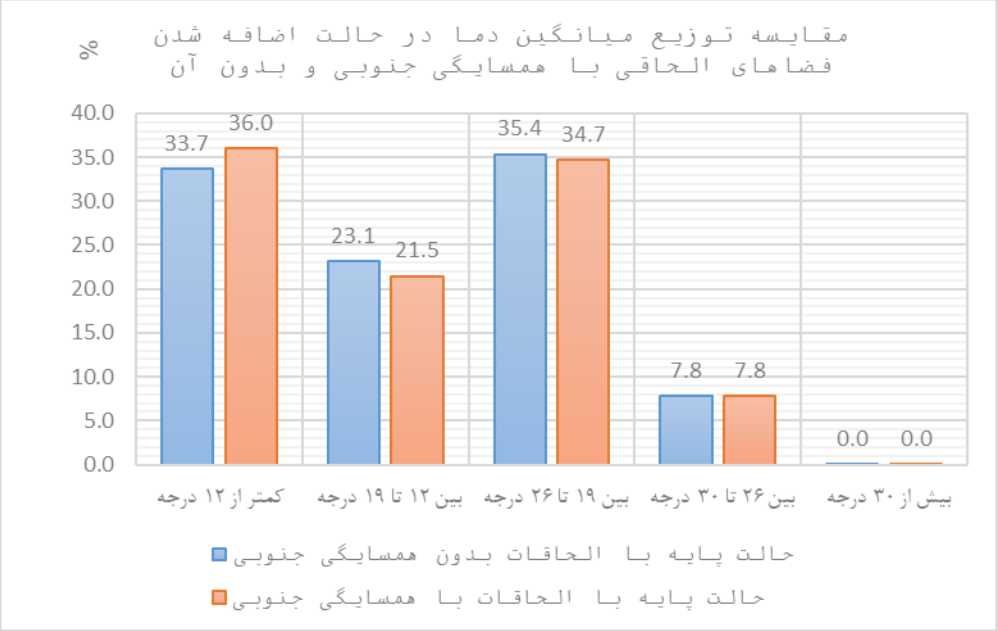


نمودار ۸: مقایسه توزیع میانگین دما در حالت پایه با حالت هشتم (نگارندگان)

در غربی‌ترین اتاق بخش شمالی عرصه نیز شاهد بدتر شدن شرایط هستیم؛ چراکه با ایجاد فضای الحاقی، درب مابین دو فضا برداشته شده است و این مسئله باعث افزایش سطوح دیوار مجاور با هوای سرد بیرون شده است. در این شرایط گرمای دریافتی و موجود در فضا، به‌صورت از جداره‌های ۳۵ سانتی‌متری جدید خارج خواهد شد. اما فضاهای بال غربی عرصه به نظر بیشتر تحت‌تأثیر کاهش مساحت صحن آفتاب‌گیر بوده‌اند؛ چراکه بازه‌های دمایی کمتر از ۱۲ درجه در این دو فضا افزایش داشته است. این مسئله بخصوص در اتاق جنوبی‌تر، شدت بیشتری داشته و بازه دمایی بین ۱۲ تا ۱۹ درجه کاهش و به بازه کمتر از ۱۲ درجه افزوده شده است.

حالت نهم، اضافه‌شدن فضای الحاقی با در نظرگیری همسایگی جنوبی

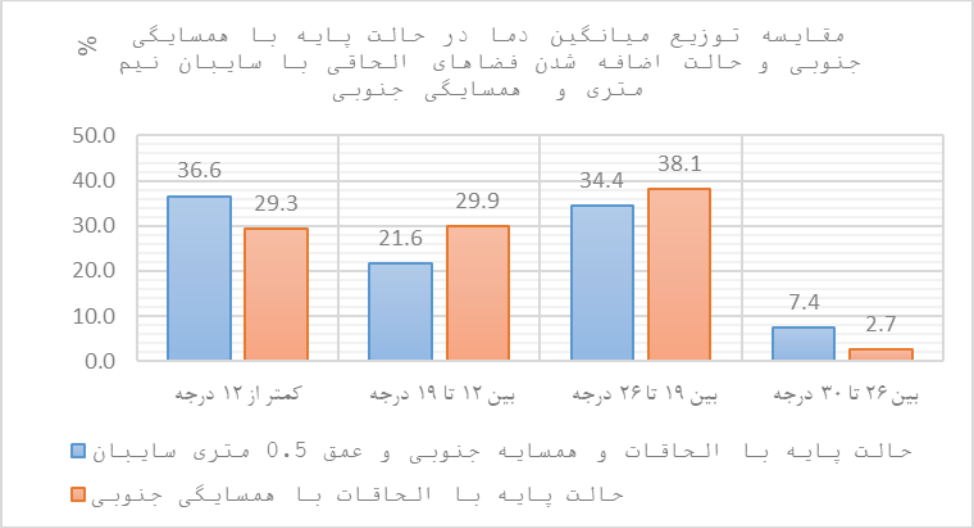
نتایج به‌دست‌آمده از این حالت با حالت قبل مقایسه شده است. نتایج به‌دست‌آمده نشان از تأثیر تقریباً ناچیز در فضاهای بال شمالی عرصه داشته است. این در حالی است که فضاهای بال غربی تحت‌تأثیر سایه‌اندازی در حالت قبل سردتر بوده‌اند. در فضاهای بال غربی تعداد ساعات با دمای کمتر از ۱۲ درجه تا حدود ۱۰٪ کاهش‌یافته است. اما به‌طورکلی باتوجه‌به مساحت اندک پنجره‌های فضای الحاقی، مقدار تابش دریافتی وارد شده ناشی از صحن آفتاب‌گیر تغییر چندانی نکرده و تغییری در شرایط داخلی محیط به وجود نیامده است. لازم به ذکر است باتوجه‌به جرم حرارتی بسیار بالای دیوارهای بنا (۶۰ سانتی‌متری) ساختمان، برای تغییر نتایج باید مقدار انرژی زیادی وارد محیط گردد، بنابراین دورازذهن نیست که تابش دریافتی از صحن آفتاب‌گیر در همان فضای الحاقی جذب شده و با توجه جرم حرارتی بسیار بالای ساختمان به فضای پشتی نرسیده و تأثیری در بالانس حرارتی ساختمان نخواهد داشت.



نمودار ۹: مقایسه توزیع میانگین دما در حالت پایه با حالت نهم (نگارندگان)

حالت دهم، الحاقات به همراه عمق سایبان ۰.۵ متری

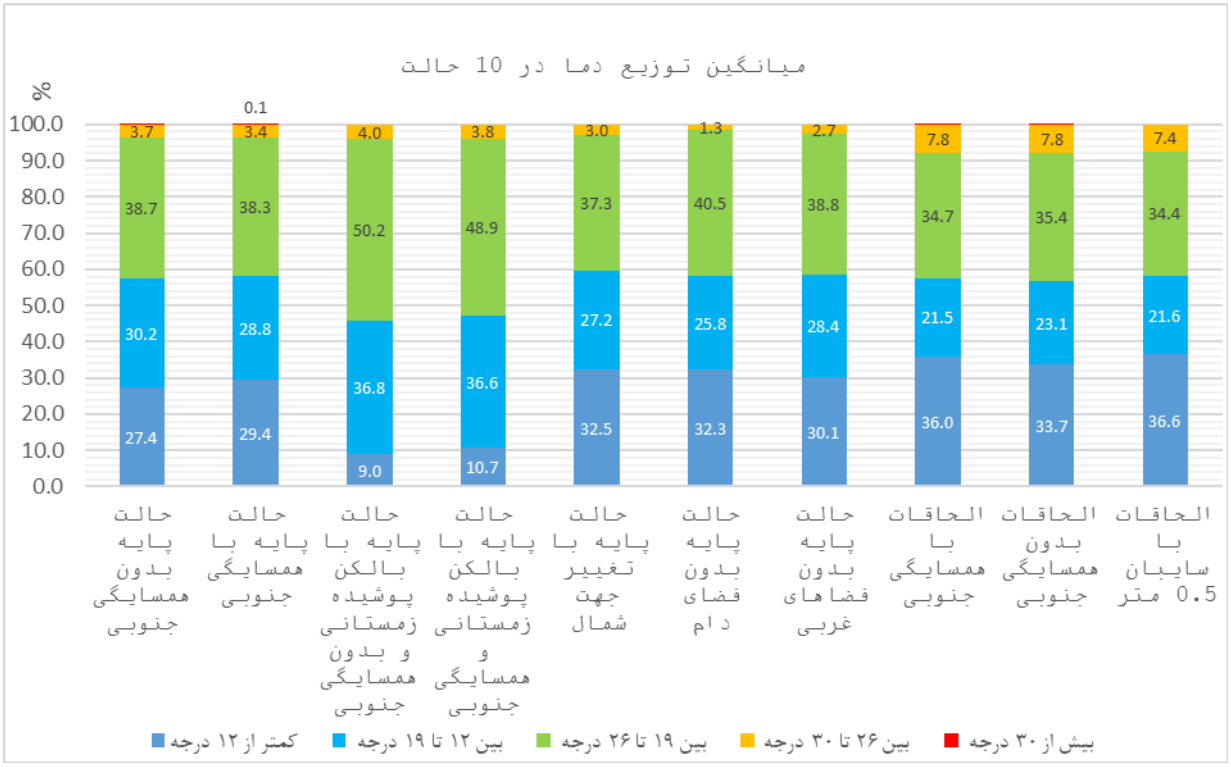
در این حالت اضافه شده سایبان نیم‌متری به فضای الحاقی با حضور همسایه جنوبی مورد بررسی قرار گرفته است. این حالت با حالت پایه در حضور همسایه‌های جنوبی مقایسه شده است. مقایسه نتایج به‌دست‌آمده از این حالت با حالت پایه نشان از عملکرد نامناسب فضاهای الحاقی داشته است. درهرصورت مشکل اصلی فضاها افت دما به بازهای پایین و کمتر از ۱۲ درجه سانتی‌گراد است؛ بنابراین اضافه شده سایبان نیم‌متری تأثیری در بهبود نتایج نخواهد داشت. نمودار زیر نیز همین مسئله را به‌درستی نشان داده است. در همه بازه‌ها عملکرد حالت الحاقی با سایبان نیم‌متری شرایط بسیار نامناسب‌تری نسبت به حالت پایه داشته است.



نمودار ۱۰: مقایسه توزیع میانگین دما در حالت پایه با حالت دهم (نگارندگان)

تحلیل شبیه‌سازی

نمودار ۱۱ تمام حالات مورد بررسی را یکجا نشان داده است. همان‌طور که قابل‌ملاحظه است، بهترین عملکرد مربوط به زمانی است که ساختمان در حالت پایه با بالکن پوشیده زمستانی و بدون همسایگی جنوبی باشد. در چنین شرایطی در بیش از نیمی از سال شرایط آسایش حرارتی در محیط‌های مختلف ساختمان وجود خواهد داشت. در نمودار ۱۲، سه بازه ۱۲ تا ۱۹ درجه، بازه آسایش و بازه ۲۶ تا ۳۰ درجه با هم جمع شده است تا نتایج خوانایی بیشتری داشته باشد؛ چراکه بازه‌های نزدیک به آسایش به‌راحتی با صرف انرژی اندک به شرایط آسایش خواهند رسید. همان‌طور که قابل‌ملاحظه است، بدترین عملکرد در ساختمان مربوط به حضور فضاهای الحاقی بوده است که بدترین حالت با حضور سایبان نیم‌متری رخداده است. همان‌طور که قبلاً نیز ذکر شد، مشکل اصلی ساختمان مربوط به افت دما است؛ بنابراین راهکارهایی که منجر به افت تابش خورشیدی به صحن آفتاب‌گیر یا فضاهای اصلی ساختمان شده است، شرایط را بدتر نموده است.



نمودار ۱۱. توزیع دما در تمام حالات مختلف خانه (نگارندگان)

نمودار ۱۲. توزیع دما در حالات مختلف خانه در سه بازه دمایی (نگارندگان)

به‌طورکلی نتایج به‌دست‌آمده از این نمونه نشان داده است که عملکرد صحن آفتاب‌گیر به‌تنهایی نمی‌تواند تأمین و تضمین‌کننده شرایط بهتر در ساختمان باشد. این فضا زمانی که با راهکارهای دیگر از جمله بالکن پوشیده در

زمستان ترکیب می‌گردد، تأثیر محسوسی در بهبود شرایط فضاها خواهد داشت. همچنین نتایج نشان داده است که زمانی که صحن آفتاب‌گیر مقابل فضا دارای مساحت خیلی زیادی باشد، به دلیل سهولت ازدست‌دادن گرما به آسمان، در ساعات شب به سرد محیط سرد شده و اثر مناسب آن از بین خواهد رفت. این مسئله در اتاق‌های شرقی بال شمالی عرصه کاملاً مشهود بوده است. از طرفی حضور جداره‌های عرصه باعث کاهش جریان هوای سرد در داخل صحن آفتاب‌گیر و تشدید هدررفت گرمای بازتاب شده در ساعات اولیه شب‌های زمستان (تا زمانی که جرم حرارتی کف صحن آفتاب‌گیر خالی گردد) خواهد شد.

نتیجه‌گیری

توجه به صحن آفتاب‌گیر در خانه‌های روستاهای سرد و کوهستانی اگرچه معطوف به معماری بومی و گذشته است؛ اما توجه به انرژی خورشیدی محدود به زمان نیست ضمن اینکه صحن آفتاب‌گیر عضو جدایی‌ناپذیر از مسکن روستاهای کوهستانی است که با تأکید بر اهمیت آن درگذشته لازم است در خانه‌های معاصر و امروزی هم تشخص پیدا کند. صحن آفتاب‌گیر می‌تواند حیاط، ایوان، بام و در کل بخشی از فضای باز و یا نیمه‌باز در کالبد خانه‌های روستایی باشد که محفوظ از سوز بادهای زمستانی خرد اقلیم مطلوب ایجاد کند. در پاسخ به پرسش پژوهش که چه عواملی در کیفیت صحن آفتاب‌گیر نقش دارند با بررسی و تحلیل‌های حاصل از شبیه‌سازی مشخص شد کیفیت صحن آفتاب‌گیر وابسته و محدود به یک عامل نیست؛ بلکه باید در طراحی این فضا به مجموعه راهکارها و برایند آنها نگریست. مشخص شد ساخت‌وسازهای جدید با بی‌توجهی به لفاف خورشیدی، عملکرد صحن‌های آفتاب‌گیر بومی را تضعیف می‌کنند البته کیفیت صحن آفتاب‌گیر و میزان تأثیر آن در ایجاد خرد اقلیم مطلوب وابسته به عوامل متعددی است، اما نقش منفی سایه‌اندازی‌های متأثر از ساختمان‌های جدید قابل‌چشم‌پوشی نیست. ساخت‌وسازهای جدید بدون توجه به لفاف خورشیدی، محدودیت ساعات آفتاب‌گیر و در نتیجه سایه ناخواسته در زمستان را ایجاد می‌کنند که جهت ارائه راهکار و پاسخ به حل مسئله، باید ساخت‌وسازهای جدید ملزم به رعایت ضوابطی باشند. به‌طورکلی راهکار صحن آفتاب‌گیر زمانی که با فضای بالکن پوشیده در زمستان استفاده می‌گردد نتایج بهتری خواهد داد، چراکه بازتاب وارد شده به محیط بالکن از فضای پوشش داده شده (با نایلکس) کمتر خارج خواهد شد و به گرم نمودن جرم‌های حرارتی بسیار زیاد ساختمان کمک خواهد کرد. اما نباید از عملکرد و اهمیت حفاظت از جداره‌های غیرمجاور فضای بالکن و صحن آفتاب‌گیر غافل شد. همان‌طور که در فضاهای شمالی و اتاق شرقی و غربی مقایسه شد، شرایط آسایش در فضاهای میانی و غربی به‌مراتب بیشتر بوده است. چراکه گرمای موجود در فضا در داخل حفظ شده است. ایده استفاده از صحن آفتاب‌گیر غالباً مناسب اقلیم‌هایی است که سرد هستند و نیاز به تشدید جریان انرژی به داخل ساختمان وجود دارد؛ بنابراین همان قدر که به جذب انرژی بها داده می‌شود باید به حفظ آن در محیط داخل نیز اهمیت داده شود. ازاین‌رو استفاده‌کردن از بالکن پوشیده، یک فضای کنترل نشده (شبیه به گلخانه) را ایجاد خواهد کرد که هم در تأمین انرژی شرکت نموده و هم با کاهش اختلاف دما، هدررفت حرارتی را کاهش خواهد داد؛ بنابراین به‌طورکلی باید به موضوع طراحی به‌صورت مجموعه راهکارها نگاه شود و قطعاً یک عنصر یا عامل به‌تنهایی تضمین‌کننده شرایط ایدئال نخواهد بود.

فهرست منابع

- ادوارد، آلن، (۱۳۷۶). ***نظم معماری***/ کارکردهای ساختمان، ترجمه کیومرث زنده‌دل، نشر چکامه

- بابازاده سلوط، سپیده؛ طاهباز، منصوره و کریمی فرد، لیلی. (۱۴۰۱). ***نقش صحن آفتاب‌گیر در ایجاد خرد اقلیم مطلوب در خانه‌های روستایی مناطق کوهستانی نمونهٔ موردی***: روستاهای شمیرانات تهران. باغ نظر، ۱۹(۱۱۴)،۷۳-۸۸.
- براون، جی دی و مارک دی کی. (۱۳۸۶)، ***خورشید، باد، نور (استراتژی‌های طراحی اقلیمی در معماری)*** (ترجمهٔ سعید آقایی). تهران: گنج هنر.
- تحصیلدوست، محمد. زمردیان، زهرا سادات. (۱۳۹۴). ***اعتبارسنجی نرم‌افزارهای شبیه‌سازی انرژی در ساختمان: با رویکرد تجربی و مقایسه‌ای***. نشریه انرژی ایران / دوره ۱۸ شماره ۴. ص ۱۱۵-۱۳۲
- حاجی ابراهیم زرگر، اکبر. (۱۳۸۸). ***درآمدی بر شناخت معماری روستایی ایران***. تهران: دانشگاه شهید بهشتی.
- دفتر مطالعات و تحقیقات بنیاد مسکن. (۱۳۹۰). ***مطالعهٔ تطبیقی بهسازی مسکن روستایی هند، چین، ترکیه***. تهران: بنیاد مسکن انقلاب اسلامی.
- دیواندری، جواد. (۱۳۸۷). ***گونه‌شناسی مسکن روستایی استان تهران***. تهران: بنیاد مسکن انقلاب اسلامی.
- سرتیپی پور، محسن. (۱۳۸۴). ***شاخص‌های معماری مسکن روستایی در ایران***. *هنرهای زیبا*، (۲۲)، ۴۳-۵۲.
- سرتیپی پور، محسن. (۱۳۹۰). ***پدیدارشناسی مسکن روستایی***. *مسکن و محیط روستا*، (۱۳۳)، ۳ - ۱۴.
- سرتیپی پور، محسن. (۱۳۹۲). ***گونه‌شناسی مسکن روستایی استان مرکزی***. تهران: بنیاد مسکن انقلاب اسلامی.
- طاهباز، منصوره. (۱۳۹۲). ***دانش اقلیمی طراحی معماری***. تهران: دانشگاه شهید بهشتی.
- طاهری تفتی، مژگان و خدابنده لو، زهره. (۱۳۸۵). ***گونه‌شناسی مسکن روستایی استان زنجان***. تهران: بنیاد مسکن انقلاب اسلامی.
- علی الحسابی، مهران و راهب، غزال. (۱۳۸۷). ***برپایی خانهٔ روستایی، فرایندی از ذهنیت تا عینیت. آبادی***، (59)، ۶۸-۸۴.
- نوربرگ - شولتز، کریستیان. (۱۳۸۱). ***مفهوم سکونت*** (ترجمهٔ محمود یاراحمدی). تهران: آگاه.
- واتسون، دانلد کنت لب. (۱۳۸۲). ***طراحی اقلیمی، اصول نظری و اجرایی کاربرد انرژی در ساختمان*** (ترجمهٔ وحید قبادیان و محمد فیض مهدوی). تهران: دانشگاه تهران.
- Elwefati, Nahla. Adel. (2007). ***Bio Climatic Architecture in Libya: Case studies from three climatic regions.*** A Thesis submitted to the graduate The Master degree of science in building,school of natural and applied sciences of Middle East Technical University Northern Cyprus Campus, The Department of Architecture, JULY 2007.
- Futa, W, & Ewuola, M. D. (2010). ***Introduction to Rural Life***. London: Routledge.
- Gorączko, Marcin. & Gorączko, Aleksandra. (2015). ***Vernacular architecture and traditional rural landscape in new socio-economic realities - a case study from Central Poland, Bulletin of Geography.*** *Socio–economic Series*, (30), 43–57.
- International Standard Organization (1998). "ISO 7726:1998 ***Ergonomics of the thermal environment -Instruments for measuring physical quantities***
- Malaktou, Eleni. Michael ,Aimilios. Philokyprou, Maria & Savvides, Andreas. (2015). ***Architectural Design and Environmental Behaviour of Traditional Buildings in Mountainous Regions.*** The Case of Askas Settlement, Cyprus. International Conference on Sustainability in Architectural Cultural Heritage. Department of Architecture, University of Cyprus.

- Rasul, Hoshyar Qadir, AL Ahmed. (2018). ***Nature and Physical Configuration:Study of topography influences on the physical configuration of mountain settlements in Iraqi Kurdistan Region,*** Cities' Identity Through Architecture and Arts,London, 275-285
- Varmaghani, Hosna. & Soltanzadeh, Hossein. (2020). ***Analysis of lifestyle and Types of Rural Housing in the Historical Geography of Mazandaran (19th and 20th centuries).*** Int. J. Architect. Eng. Urban Plan, 30(2), 222-23