بررسی تحلیلی ـ عددی میزان اثر رطوبتی خارخانه در مسکن بومی سیستان

جمشید داوطلب*، ابوالفضل حیدری**

تاریخ دریافت مقاله:	۱۳۹۸/۰۶/۰۷
تاریخ پذیرش مقاله:	۱۳۹۸/۱۲/۲۱

چکیده

در معماری بومی سیستان، همواره راهکارهای ارزشمندی در جهت فراهم کردن شرایط زندگی مطرح شده است. شرایط خاص اقلیمی در این منطقه، معماران را بر آن داشته است که با اصول ابداعی خویش بهترین و مناسب‌ترین شیوه‌های تطبیق با اقلیم و استفاده مناسب از شرایط اقلیمی را فراهم آورند. این اصول و الگوها امروزه می‌تواند با تلفیق مناسب با فناوری جدید در ساختار معماری قرار بگیرد. ازجمله عناصر بومی مؤثر در تهویه و خنک کردن فضای زیست این منطقه، خارخانه است. معماران بومی با تعبیه خارخانه اقدام به ایجاد تأسیسات سرمایشی نموده تا توسط برودت ناشی از تبخیر قطرات موجود در خارها، هوای داخل ساختمان خنک شود. این مقاله با هدف شناخت و بررسی عملکرد خارخانه‌ها و نیز تحلیل رطوبت نسبی هوای داخل در مسکن بومی منطقه و مناسب‌سازی آن‌ها در مسکن روستایی امروز سیستان گام برداشته است. با این هدف، مطالعات میدانی بر روی دو اتاق بومی کاملاً مشابه، یکی دارای خارخانه به‌عنوان آزمون و دیگری بدون خارخانه به‌عنوان شاهد انجام پذیرفت و میزان اثر رطوبت در اتاق آزمون نسبت به اتاق شاهد و نقطهٔ مبنای خارج از دو اتاق سنجیده و مقایسه شد و برای درک یکپارچهٔ داده‌ها از پردازش با استفاده از روش آمار توصیفی توسط نرم‌افزارهای EXCEL و MINITAB استفاده شد. طبق نتایج تحلیل داده‌ها، رطوبت نسبی هوای اتاق دارای خارخانه اختلاف فاحشی با دو ایستگاه دیگر دارد و از عدد ۱۲ درصد در فضای مشابه بدون خارخانه به بالای ۳۰ درصد رسیده است و مطابق مطالعات اولگی و ASHRAE در محدوده آسایش حرارتی قرار دارد. دلیل این اختلاف، وجود خارخانه و رطوبت حاصل از تبخیر آب پاشیده‌شده بر خارها می‌باشد که این ایجاد رطوبت، سبب کاهش دما و تعدیل دمای محیط و بهبود اوضاع اقلیمی شده و تأثیری بسیار مطلوب در اقلیم گرم‌وخشکی مانند منطقه سیستان دارد که این تأثیر در محیط‌های خشک و با رطوبت نسبی کم، مطلوب خواهد بود. لذا در محیط‌هایی که گرمای محسوس در آن‌ها بسیار بالاست، این سیستم به‌عنوان استراتژی غیرفعال جهت تعدیل شرایط آسایش حرارتی پیشنهاد می‌گردد.

کلمات کلیدی: مسکن بومی، رطوبت، خارخانه، سیستان.

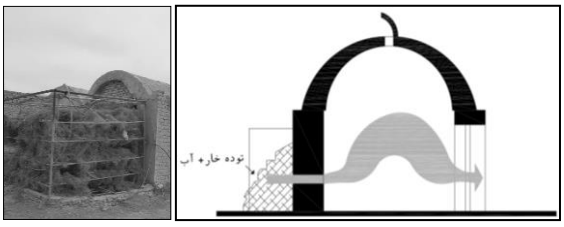
* استادیار گروه معماری، دانشگاه زابل. jdavtalab@uoz.ac.ir
** استادیار گروه معماری، دانشگاه زابل.

مقدمه

بررسی ساخت‌وسازهای امروزی در حوزه معماری روستایی نشان می‌دهد که مسکن روستایی در حال الگوبرداری از مسکن شهری بوده و تنها ضوابط سازه‌ای و رعایت مقررات ملی ساختمان محور توجه قرار گرفته است و به بسیاری از جنبه‌ها ازجمله مسائل اقلیمی و تهویه مطبوع طبیعی در طراحی مسکن توجهی نشده است؛ این در حالی است که یانگ و همکاران (۲۰۱۰) تأکید دارند که دیکته کردن استانداردهای شهری برای خانه‌های روستایی مناسب نیست. سرتیپی‌پور (۱۳۸۵) اشاره دارد که نیاز به تفکری جامع‌نگر در توسعه فضایی کالبدی، برنامه‌ریزی، طراحی و اجرای مسکن روستایی می باشد. قاسم‌زاده و همکاران (۱۳۸۹) در مقاله خود بیان می‌دارند که الگوهای مسکن در روستاها، نیاز به ساماندهی مجدد متناسب با شرایط روز دارد. رازجویان (۱۳۷۹) خاطرنشان می‌کند که استفاده مستقیم از راه‌حل‌های گذشته برای زندگی کنونی، بدون مناسب‌سازی آنها، منطقی نیست. چمبرز (۱۳۸۷) و زندیه و حصاری (۱۳۹۱) در مطالعات خود اشاره به ترکیب دانش روستاییان و دانش علمی نوین در طراحی مسکن روستایی دارند؛ زیرا این دو از نظر قدرت و ضعف، مکمل یکدیگرند. بنابراین روشن است که طراحان باید تجارب مساکن سنتی را یاد بگیرند و روش‌ها و مصالح مناسب که منطبق با آب‌وهوای بومی است را در طراحی خانه‌های روستایی جدید انتخاب کنند (Liu & Liu,2011:8029).

در معماری بومی ایرانی همواره راهکارها و شیوه‌های در ساختمان‌ها مطرح شده است. شرایط گوناگون اقلیمی و جغرافیایی متفاوت و متغیر در پهنه این سرزمین معماران را بر آن داشته است که با اصول ابداعی خویش بهترین و مناسب‌ترین شیوه‌های تطبیق با اقلیم و استفاده مناسب از شرایط اقلیمی را فراهم آورند. این اصول و الگوها امروزه می‌تواند با تلفیق مناسب با فناوری جدید در ساختار معماری معاصر قرار گرفته و ضمن دارا بودن هویت خاص خود، معماری به‌روز و اصطلاحاً پایداری را ایجاد کند.

معماران بومی سیستان نیز از این قاعده مستثنی نبوده و با اجرای راه‌حل‌هایی جالب و مؤثر که بعضاً در نوع خود بی‌نظیر هستند، شرایط سخت و آزاردهنده اقلیمی و آب‌وهوای خشن منطقه را مهار کرده و از این شرایط تعدیل‌شده به بهترین وجه در ایجاد محیطی آسوده و متعادل در سکونتگاه خود استفاده نموده‌اند (داوطلب و آذرسا، ۱۳۸۸). در این معماری به‌منظور مرطوب نمودن بادهای گرم‌وخشک منطقه، با تعبیه خارخانه۱ (تصویر شماره ۱) اقدام به ایجاد تأسیسات سرمایشی نموده تا توسط برودت ناشی از تبخیر قطرات موجود در خارها، هوای داخل ساختمان خنک شود (رازجویان، ۱۳۸۸:٤١).



ت۱. خارخانه بومی منطقه سیستان، (مأخذ: نگارندگان).

اما در دو دهه اخیر، این منطقه به‌علت خشکسالی، دست‌خوش تغییرات اقلیمی چون گرم شدن هوا، کاهش رطوبت، افزایش سرعت باد و گردوغبار و طوفان‌های شن شده است؛ به‌طوری‌که براساس محاسبات انجام‌شده طبق مدل تورنث‌وایت، شهر زابل دارای بیشترین پتانسیل تبخیر و تعرق (۱٦۱۱mm) و کمترین شاخص رطوبت (۱۲۳.۸-) در کشور بوده و اقلیم آن خشک می‌باشد (داوطلب، ۱۳۹۷). متأسفانه در

این دو دهه روند ساخت‌وسازهای روستایی نیز با الگوبرداری از مسکن شهری و بدون توجه به اقلیم منطقه شکل گرفته است. این مقاله در تلاش برای احیای یکی از عناصر معماری بومی مؤثر در تهویه مطبوع طبیعی به‌نام خارخانه است. لذا به‌نظر می‌رسد با شناخت و بررسی عملکرد خارخانه‌ها و نیز تحلیل رطوبت نسبی هوای داخل در مسکن روستایی این منطقه و مناسب‌سازی آن‌ها در مسکن روستایی امروز می‌توان شرایط آسایش را بهبود بخشید.

پرسش‌های پژوهش

– آیا احیای خارخانه به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های معماری بومی سیستان می‌تواند باعث بهبود شرایط زیستی کاربران فضاهای مسکونی شود؟

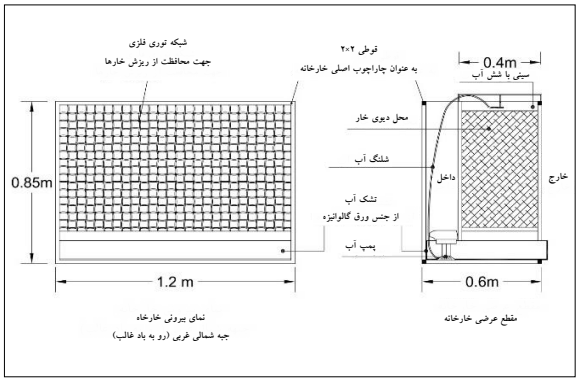
– چگونه می‌توان با احیای خارخانه شرایط زیستی را در مسکن بومی سیستان مطبوع کرد؟

– میزان اثر رطوبتی خارخانه و بهبود شرایط محیطی حاصل از آن در فضاهای مسکونی بومی سیستان چه مقدار است؟

روش تحقیق

روش تحقیق مورداستفاده در این مقاله، روش تحقیق کمّی است؛ به‌این‌ترتیب که در راستای اهداف تحقیق و پاسخگویی به پرسش‌های مقاله مطالعات میدانی بر روی دو اتاق کاملاً مشابه به‌عنوان اتاق‌های شاهد و آزمون که در مسکن بومی به‌عنوان سلول مطرح بوده و الگوی معماری بومی سیستان است (معماریان و همکاران، ۲۱:۱۳۹۶) انتخاب شده است. برای ارزیابی میزان اثر رطوبت و دست‌یابی به آسایش ساکنین، یکی از اتاق‌ها (اتاق آزمون) مجهز به خارخانه ابداعی[۲] توسط نگارندگان (تصاویر شماره ۲ و ۳) گردیده و تحلیل‌های عددی بر روی دو اتاق صورت پذیرفته است. میزان اثر رطوبت در اتاق آزمون نسبت به اتاق شاهد و نقطهٔ مبنای خارج از دو اتاق سنجیده و مقایسه می‌شود. برای درک یکپارچهٔ داده‌ها، از پردازش به روش آمار توصیفی توسط نرم‌افزارهای EXCEL و MINITAB استفاده شده است.

ت ۲. خارخانه ابداعی نگارندگان به طول ۱۲۰، ارتفاع ۸۵ و ضخامت ۶۰ سانتی‌متر با حداقل هزینه ساخت و مصرف انرژی، برگرفته از خارخانه بومی منطقه سیستان (مأخذ: نگارندگان).



ت ۳. جزئیات اجرایی خارخانهٔ ابداعی (مأخذ: نگارندگان).

پیشینه موضوع

همان‌گونه که ذکر شد یکی از عناصر مؤثر در ایجاد تهویه مطبوع طبیعی در منطقه سیستان، خار خانه است. در توصیف عملکرد این خارخانه‌ها در گذشته، مطالعات زیادی صورت گرفته است. جورج پیتر تیت را شاید بتوان معتبرترین مستشار انگلیسی دانست که تشریح کامل‌تری نسبت به معماری منطقه سیستان در

کتاب خود ارائه داده است؛ وی از احداث خارخانه‌ها برای اتاق محل اقامت خود سخن گفته است و اشاره دارد که کاهش دمایی که در اثر وجود خارخانه در اتاق اتفاق افتاده بود باعث خنکی بیش‌ازحد اتاق شده بود (تیت[3]، ۱۳۷۸ :۷۸۵). لندور اشاره دارد که «در طراحی ساختمان کنسولگری انگلیس در سیستان، تمهیداتی در نظر گرفته‌شده تا اثرات ناراحت‌کننده بادهای شمالی که در ماه‌های تابستان می‌وزند، تخفیف داده شود؛ در دیوار شمالی، چندین خارخانه، هر یک به عمق ٤ فوت در نظر گرفته‌شده که با بوته‌های خارشتر پُر خواهند شد» (همان: ٦١٨-٦١٧). داوطلب و آذرسا (۱۳۸۸) نیز اشاره دارند خارخانه‌ها عناصری هستند که جهت مقابله یا تعدیل اوضاع جوی در خانه های سنتی لحاظ شده اند. فاضل‌نیا و همکاران (۱۳۹۰) در مقاله خود به وجود خارخانه‌ها در معماری بومی سیستان اشاره کرده و بیان می‌دارند در مسکن روستایی دریچه‌هایی را در سمت شمال مسکن قرار می‌داده‌اند تا هوای لطیف و خنک وارد خانه شود؛ در تابستان‌ها نیز پشته‌ای از بوته‌های خار را مقابل دریچه‌ها قرار می‌دادند و با ریختن آب بر روی بوته های خار باعث اعتدال بادهای گرم تابستان به داخل خانه‌ها می‌شدند. مولانایی و سلیمانی (۱۳۹۵) نیز در مقاله خود ضمن اشاره به خارخانه‌های سیستان و عملکرد این خارخانه‌ها بیان می‌دارند که خارخانه نه تنها برای سیستان، بلکه برای تمام مناطق کویری است و تنها نام آن تفاوت دارد. به‌طوری‌که در افغانستان همانند سیستان خارخانه، در بلوچستان احتکن[4]، در کرمان یخ-دکن[5] و در بندرعباس آدوربند[6] گفته می‌شود. سرگزی (۱۳۹۵) در مقاله خود به خارخانه به‌عنوان سیستم سرمایشی اشاره کرده است.

درخصوص به‌روزرسانی عناصر مؤثر بر تهویه مطبوع طبیعی مطالعات اندکی صورت گرفته است. اکرمی و همکاران (۱۳۹۱) در مقاله خود ضمن بررسی کیفی و کمی انواع سیستم‌های برودتی رایج در بناهای مسکونی روستای خور که دارای اقلیم مشابه سیستان است، به تحلیل و استخراج بازدهی برودتی هر یک از سیستم‌ها (کولر آبی، کولر گازی و بادگیر بومی) پرداخته و اشاره داشته‌اند که استفاده از سیستم‌های بادگیرهای سنتی مورداستفاده در روستاها، با تغییر کوچکی که از سیستم ساده کولرهای آبی الهام گرفته شده است، می تواند نقص ها و کمبودهای موجود را تا اندازه قابل توجهی کم کند و طرحی پیشنهادی ارائه نموده‌اند که ضمن حفظ بافت بومی روستا باعث کاهش دما و خنک کردن مسکن روستایی شود. اکرمی و واعظ معروفی (۱۳۸۷) نیز بیان می‌دارند که کم کردن نواقص سیستم های قدیمی تنها فایده ترکیب کردن سیستم‌های قدیمی و جدید نیست. به عنوان یکی از مهم ترین اثرات جانبی برای این گونه ترکیبات می توان به حفظ بافت اصیل و با هویت روستاهای منطقه سیستان اشاره کرد که با این دست اقدامات دستخوش تغییرات ناخواسته و به‌دوراز تدبیر نمی‌گردد. دهقانی و آقانجفی (۱۳۸۳) در مقاله خود با عنوان «بررسی تجربی کارایی دو طرح جدید بادگیر و مقایسهٔ آن‌ها با بادگیرهای سنتی»، برای رفع معایب و محدودیت‌های بادگیرهای قدیمی در یزد، طرح‌های جدیدی را به‌نام بادگیر با ستون خیس‌شونده و بادگیر با سطوح خیس‌شونده ارائه داده‌اند که هدف آن‌ها کاهش دما و ایجاد تهویه طبیعی مطبوع ضمن حفظ بافت اصیل بومی آن منطقه بوده است. روف[7] (۱۳۹۲) اشاره دارد که مصریان جهت خنک کردن زیرزمین‌ها در بعدازظهر از انرژی طبیعی باد استفاده می‌کرده‌اند. آنان کوزه بی‌لعابی را پر از آب کرده و در تنوره بادگیر می-آویزند. زیر این کوزه نیز شبکه‌ای بوده که بر آن ذغال نهاده‌اند. باد از کوزه تراوا و ذغال‌ها می‌گذشته و خنک

و مرطوب و پاکیزه وارد اتاق می‌شده است. فتحی (۱۳۸۲) در کتاب خود با عنوان ساختمان‌سازی با مردم راهکارهای جدیدی نیز با توجه به شرایط جدید برای ساخت بناها ارائه داده است که با توجه به شباهت بافت روستایی مصر و منطقه سیستان، می تواند راهنمای مناسبی جهت بهینه سازی مسکن روستایی در منطقه سیستان باشد. وی همچنین به تجزیه وتحلیل بادگیرهایی که در گذشته در مصر مورداستفاده قرار می گرفته، پرداخته تا بتواند آن‌ها را با خانه‌های جدید سازگار نماید؛ لذا بادگیری طراحی کرده که با قطعاتی از خار یا هر مصالح متخلخل دیگر از قبیل زغال چوب یا تکه‌های شکسته‌شدهٔ سفال در قالب‌هایی بین دولایه توری سیمی، رطوبت را حفظ کرده و هوا به وسیلهٔ تبخیر خنک می‌کند (Pyla,2007:31).

مطالعات انجام‌شده پیرامون موضوع تحقیق حاکی از آن است که تحقیق جامع و کمّی همراه با بررسی تحلیلی ـ عددی در مورد میزان کارآیی و به‌روزرسانی خارخانه‌های بومی منطقهٔ سیستان صورت نگرفته است؛ لذا نگارندگان درصدد بررسی و تحلیل میزان اثر رطوبتی خارخانه برای بهبود شرایط آسایش ساکنین برآمدند تا شاید بتوان گامی مؤثر در این زمینه برداشت.

بحث و نتایج آنالیز

با توجه به پرسش‌ها و اهداف این پژوهش و بر مبنای ساختار اصلی روش تحقیق شرح‌داده‌شده، تحقیق حاضر در قالب مطالعات میدانی بر روی خارخانهٔ تصاویر شماره ۲ و ۳ این مقاله کار خواهد کرد. در ابتدا مبانی و روش‌های اندازه‌گیری متغیر رطوبت نسبی بیان شده و پس‌ازآن ابزار موردنیاز جهت اندازه‌گیری این پارامتر مورد شناسایی قرار گرفته است. در ادامه، نمونه‌های مطالعهٔ موردی فضای مسکونی دارای خارخانه و فضای بدون خارخانه در سیستان با ذکر دلایل لازم در مجموعه اقامتی بوم‌گردی واقع در مجتمع آموزشی ـ تحقیقاتی دانشگاه زابل جهت انجام کار میدانی تعیین شده است. همچنین محل دقیق ایستگاه‌های اندازه‌گیری براساس ضوابط حاکم، چه داخل فضای مسکونی و چه در خارج آن تعیین و معرفی شده‌اند. در پایان تمامی داده‌ها جمع‌آوری، پردازش و تحلیل شده‌اند.

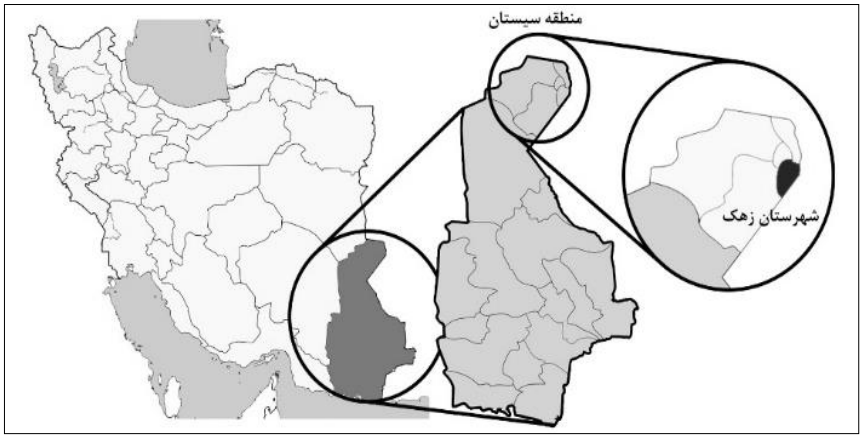
مبانی، روش و ابزار اندازه‌گیری رطوبت نسبی

به لحاظ زمانی، با توجه به شرایط خاص اقلیمی منطقهٔ سیستان و وزش بادهای موسمی ۱۲۰ روزه در ایام تابستان، همچنین نیاز به تهویهٔ مطبوع و خنک کردن هوا در فصل گرما در این منطقه که گاهاً به بالای شش‌ماه از سال می‌رسد، اندازه‌گیری در ٤ روز از ایّام گرم تیرماه ۱۳۹۸ و با فواصل زمانی ۳ ساعته (تقوایی و همکاران،۱۳۹٤)، در ساعت‌های ٦، ۹، ۱۲، ۱۵، ۱۸، ۲۱ و ۲٤ انجام گرفت. پارامتر رطوبت هوا که به‌طور مستقیم بر شرایط آسایش حرارتی محیط اثرگذار می‌باشد در هر یک از نقاط تعیین‌شده برداشت شد. ابزار اندازه‌گیری رطوبت نسبی در این تحقیق دستگاه WBGT8778 است که در ارتفاع ۱/۵ متری از سطح زمین[۸] (پوردیهیمی، ۱۳۹۰) در نقطهٔ مبنا در فضای باز بیرونی و اتاق‌های شاهد و آزمون نصب گردیده است.

مطالعه مورد تحقیق

شهرستان زهک با طول جغرافیایی ″۶۱°/۷۱ و عرض جغرافیایی ″۳۰°/۸٤ و مساحت ۹٤۵ کیلومتر مربع در شمال استان سیستان و بلوچستان و در بخش شرقی منطقه سیستان قرار دارد (تصویر شماره ٤). این شهرستان از شمال به شهرستان هیرمند، از غرب به شهرستان زابل و از سمت شرق و جنوب به کشور افغانستان محدود می‌گردد (اصغری لفمجانی و معصومی جشنی، ۱۳۹۵). در این منطقه به‌طور متوسط سالیانه بیش از ۳۰۰ روز خشکی وجود دارد. از

خصوصیات مهم اقلیمی این منطقه می‌توان به وزش بادهای شدید (۱۲۰ روزه سیستان)، میانگین تعداد روزهای آفتابی سالیانه بیش از ۲۶۰ روز تابش آفتاب، دامنه تغییرات زیاد دما در شبانه روز، بارندگی متوسط سالیانه ٦٤ میلی‌متر با پراکندگی نامناسب و رطوبت بسیار کم هوا، بالا بودن دما و تعداد ساعات آفتابی (طاوسی و رئیس پور،۱۳۸۹) و تبخیر سالانه ۵۰۰۰-۴۰۰۰ میلی متر (میرلطفی و همکاران،۱۳۹۱) اشاره کرد.



ت ٤. موقعیت جغرافیایی شهرستان زهک در استان سیستان و بلوچستان (مأخذ: نگارندگان).

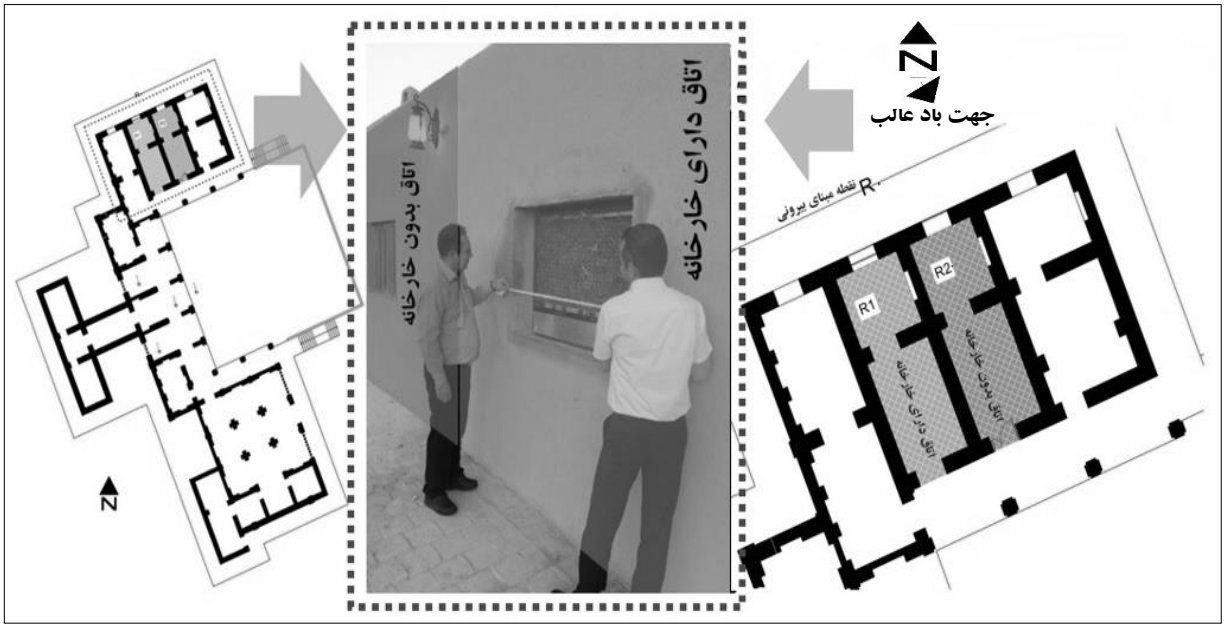
بستر مطالعاتی طرح در محدوده اراضی مجتمع بقیه‌الله اعظم (عج) دانشگاه زابل واقع در شهرستان زهک قرار گرفته است. در این محدوده مجموعه‌ای کاملاً بومی با الهام از مسکن روستایی منطقه سیستان تحت عنوان مرکز تحقیقات بوم‌گردی احداث گردیده است. یکی از اهداف احداث این مجموعه، احیای رازهای معماری بومی منطقه سیستان می‌باشد. با توجه به شرایط اقلیمی خاص منطقه و عدم توجه به اصول اقلیمی در ساخت‌وسازهای اخیر و الگوبرداری از مسکن شهری در معماری روستایی امروز، نیاز به ساماندهی مجدد متناسب با شرایط روز احساس می‌شد؛ لذا این مجموعه آزمایشگاه مناسبی برای انجام مطالعات معماری روستایی منطقه سیستان است. بدیهی است نتایج این آزمایشات قابل بسط و توسعه در معماری نقاط مختلف سیستان بوده و گامی مهم جهت حل مشکلات منطقه در حوزه مسکن روستایی و در راستای اهداف توسعه پایدار خواهد بود. این مجموعه دارای تعداد زیادی اتاق بومی می‌باشد که روش ساخت آن مشابه خانه‌های بومی روستایی به‌صورت خشت و گلی بوده و از عناصر اقلیمی بومی منطقه در ساخت مجموعه استفاده گردیده است (تصویر شماره ۵).

تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

با توجه به هدف تحقیق که شناخت اثر رطوبتی خارخانه بر فضای داخل مسکن روستایی سیستان و میزان بهینه‌سازی آن جهت نزدیک شدن به شرایط آسایش حرارتی می‌باشد و به‌منظور امکان سنجش و مقایسه، سه نقطهٔ R (در ۲ متری جبههٔ شمالی بنای موردمطالعه جهت ثبت وضعیت رطوبت نسبی هوای فضای باز)،R1 (به‌عنوان آزمون در اتاقی دارای خارخانه) و R2 (به‌عنوان شاهد در اتاقی کاملاً مشابه اتاق آزمون از نظر فرم، ابعاد و مصالح، اما بدون وجود خارخانه) به‌عنوان ایستگاه‌های اندازه‌گیری در نظر

گرفته شدند (تصویر شماره ٦). لازم به ذکر است که ابعاد و موقعیت بازشوهای دو اتاق کاملاً یکسان بوده و خارخانهٔ ابداعی در بازشوی جبههٔ شمالی اتاق آزمون به ابعاد ۸۵*۱۲۰ سانتی‌متر قرار گرفته است.

ت ۵. موقعیت مرکز تحقیقات بوم‌گردی (سایت مورد مطالعه) واقع در مجتمع بقیه اله اعظم (عج) دانشگاه زابل، مأخذ: نگارندگان.



ت ٦. موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه در مجموعه مرکز تحقیقات بوم‌گردی (مأخذ: نگارندگان).

متغیر رطوبت نسبی هوا در هر یک از ایستگاه‌های فوق در ایام و ساعات تعیین‌شده برداشت گردید که میانگین داده‌های به‌دست‌آمده در جدول ۱ مشاهده می‌شود. همچنین میانگین رطوبت نسبی روزانه هر یک از ایستگاه‌های سه‌گانه در ایام و ساعات برداشت‌شده محاسبه و در جدول ۲ ارائه شده است.

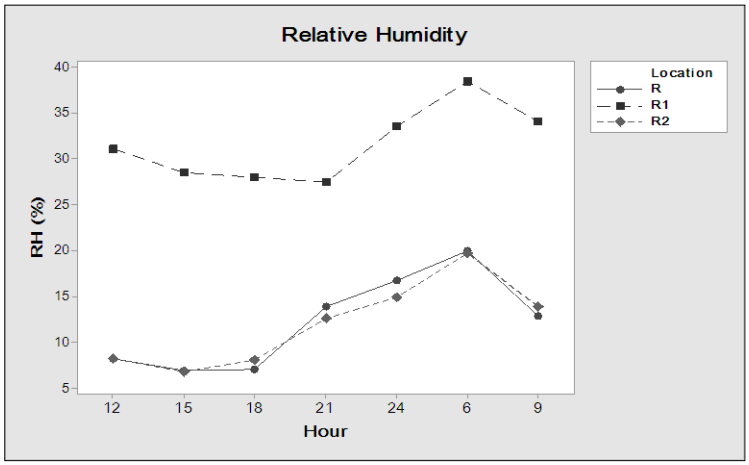
ایستگاه اندازه‌گیری	ساعت ٦	ساعت ۹	ساعت ۱۲	ساعت ۱۵	ساعت ۱۸	ساعت ۲۱	ساعت ۲٤
R	20.00	12.95	8.23	7.00	7.08	13.88	16.78
R1	38.48	34.10	31.03	28.55	27.98	27.43	33.48
R2	19.78	13.90	8.23	6.88	8.13	12.60	14.90

ج ۱. میانگین رطوبت نسبی هوای روزهای اندازه‌گیری شده به تفکیک زمان و مکان.

ایستگاه اندازه‌گیری	میانگین رطوبت نسبی روزانه
R	12.27
R1	31.58
R2	12.06

ج ۲. میانگین رطوبت نسبی هوای روزهای اندازه‌گیری شده طی روز در ایستگاه‌های سه‌گانه.

طبق مقایسهٔ ساعتی رطوبت نسبی هوا در ایستگاه‌های برداشت‌شده (جدول شماره ۱ و تصویر شماره ۷)، رطوبت نسبی هوای ایستگاه واقع در فضای باز (R) تقریباً در تمام اوقات شبانه‌روز با رطوبت نسبی هوای اتاق بدون خارخانه (R2) برابر است؛ درحالی‌که اتاق دارای خارخانه (R1) در تمام اوقات شبانه‌روز رطوبت نسبی بسیار بالاتری نسبت به دو ایستگاه دیگر دارد. این میزان تفاوت در ساعات اوج گرما (۱۲ بعدازظهر و ۳ عصر) به بیشترین حد خود می‌رسد (حدود ۲۳ درصد بیشتر) که این اختلاف عدد قابل‌توجهی است و در ساعات بسیار داغ بعدازظهرهای منطقه سیستان می‌تواند به جذب گرما و ذخیره آن به‌عنوان دمای نهان و بهبود دمای هوا در فضای داخل کمک نماید. این در حالی است که به‌طورکلی و براساس تحلیل میانگین رطوبت نسبی روزانه هوا در ایستگاه‌های سه‌گانه برداشت شده (جدول شماره ۲)، رطوبت نسبی هوای اتاق بدون خارخانه ۰/۲۱ درصد از رطوبت نسبی فضای باز بیرون پایین‌تر است؛ درحالی‌که رطوبت نسبی اتاق دارای خارخانه اختلاف فاحشی (حداقل ۱۹ درصد بیشتر) با دو ایستگاه دیگر دارد که دلیل آن وجود خارخانه و رطوبت حاصل از تبخیر آب پاشیده‌شده بر خارها می‌باشد؛ و این خود باعث تعدیل شرایط دمایی و آسایش حرارتی افراد ساکن در فضای دارای این سیستم بومی خنک‌کننده می‌شود. لذا ازآنجاکه در محیط‌های ساختمانی عمدتاً آب وجود ندارد و درنتیجه میزان گرمای محسوس در آن‌ها بسیار بالاست، این سیستم به‌عنوان استراتژی غیرفعال کاهش استرس حرارتی که باعث ایجاد رطوبت (برای افزایش گرمای نامحسوس و کاهش گرمای محسوس) و اثر خنک‌کنندگی فضا می‌شود پیشنهاد می‌گردد.



ت ۷. تغییرات ساعتی رطوبت هوا در ایستگاه‌های سه‌گانه (R1: اتاق دارای خارخانه، R2: اتاق بدون خارخانه و R: فضای بیرونی).

البته مقدار اثر خنک‌کنندگی خارخانه به عوامل متعددی ازجمله تراکم خارها، سطح خارخانه، تازگی یا خشک بودن خارها، میزان خیس بودن خارها و عوامل سایکرومتریک بستگی دارد؛ به‌طوری‌که هرچه تراکم خارها، میزان آب پاشیده‌شده بر آن و نسبت سطح خارخانه به سطح دیوار واقع‌شده در آن افزایش یابد، خنک‌سازی بیشتری انجام می‌شود.

برای درک اثر این میزان افزایش رطوبت نسبی و اینکه رطوبت نسبی حاصل ایجاد خارخانه چه کمکی به وضعیت آسایش حرارتی می‌کند لازم است که با اطلاعات بالادست مقایسه گردد. طبق تحقیقات گیونی و فانگر، متغیرهای محیطی که تعیین کننده شرایط آسایش حرارتی هستند شامل دمای هوا، میانگین دمای تابشی، سرعت باد و رطوبت هوا می‌باشند؛ بنابراین با تغییر هر یک از این متغیرها چه به‌طور مجزا و چه هم‌زمان، شرایط آسایش حرارتی دچار تغییر می‌شود (Fanger, 1972; Givoni, 1976)؛ همچنین سرگزی (۲۱:۱۳۹۵) جهت تعیین محدودهٔ آسایش حرارتی منطقهٔ سیستان، میزان رطوبت نسبی هوا را علاوه بر دما بسیار مؤثر دانسته است و در این زمینه به دو محدودهٔ رطوبتی اولگی و (ASHRAE 2001) استناد می‌کند. براساس پیشنهاد اولگی، محدودهٔ رطوبت نسبی مناسب ٪۶۵-٪۳۰ و براساس مقادیر مندرج در ASHRAE این محدوده ٪۸۰-٪۲۰ است (رضایی حریری و فیاض، ۱۶:۱۳۸۰). بنابراین با یک مقایسه ساده مشخص است که ایجاد خارخانه با ابعاد و ویژگی‌های مورد بحث این مقاله باعث شده است که رطوبت نسبی فضای داخل مسکن از عدد ۱۲ درصد در فضای بدون خارخانه به بالای ۳۰ درصد برسد و طبق مطالعات اولگی و ASHRAE در محدودهٔ آسایش حرارتی قرار بگیرد.

نتیجه

در اقلیم‌های کویری همچون منطقهٔ سیستان، رطوبت پایین و بادهای روزانهٔ آن سبب احساس گرمای بیش‌ازحد و درنتیجه ناراحتی، حتی در فضای بسته می‌شود و پوست بدن به‌طورمعمول خشک بوده و به‌دلیل خشکی هوا در روی پوست احساس سوزش می‌شود. معماران بومی سیستان در گذشته به‌منظور مرطوب نمودن بادهای گرم‌وخشک منطقه، با تعبیه

خارخانه اقدام به ایجاد تأسیسات سرمایشی نموده‌اند و توسط برودت ناشی از تبخیر قطرات موجود در خارها، هوای داخل ساختمان را خنک می‌کرده‌اند؛ این در حالی است که این نوع مهارت‌ها در معماری امروز منطقه به فراموشی سپرده شده است و بعضاً معماران نیز از میزان اثر آن‌ها مطلع نیستند. لذا این مقاله با هدف شناخت و بررسی عملکرد خارخانه‌ها و نیز تحلیل رطوبت نسبی هوای داخل در مسکن بومی این منطقه و مناسب‌سازی آن‌ها در مسکن روستایی امروز سیستان گام برداشته است. در راستای اهداف فوق و پاسخگویی به پرسش‌های مقاله، مطالعات میدانی بر روی دو اتاق کاملاً مشابه یکی دارای خارخانه به‌عنوان آزمون و یکی بدون خارخانه به‌عنوان شاهد در مسکن بومی سیستان انجام پذیرفت. میزان اثر رطوبت در اتاق آزمون نسبت به اتاق شاهد و نقطهٔ مبنای خارج از دو اتاق سنجیده و مقایسه شد. همچنین برای فهم و درک یکپارچهٔ داده‌ها از پردازش با استفاده از روش آمار توصیفی توسط نرم‌افزارهای EXCEL و MINITAB استفاده شد.

طبق نتایج تحلیل داده‌ها، به‌طورکلی و براساس میانگین رطوبت نسبی روزانه هوا در ایستگاه‌های سه‌گانه برداشت شده، رطوبت نسبی هوای اتاق بدون خارخانه تقریباً با رطوبت نسبی فضای باز بیرون برابر است؛ درحالی‌که رطوبت نسبی اتاق دارای خارخانه اختلاف فاحشی با دو ایستگاه دیگر دارد و از عدد ۱۲ درصد در فضای بدون خارخانه به بالای ۳۰ درصد رسیده است و طبق مطالعات اولگی و ASHRAE در محدودهٔ آسایش حرارتی قرار دارد. دلیل این اختلاف وجود خارخانه و رطوبت حاصل از تبخیر آب پاشیده‌شده بر خارها می‌باشد که این ایجاد رطوبت سبب کاهش دما و باعث تعدیل محیط و بهبود اوضاع اقلیمی شده و تأثیری بسیار مطلوب در اقلیم گرم‌وخشکی مانند منطقه سیستان دارد. لذا در محیط‌هایی که گرمای محسوس در آن‌ها بسیار بالاست، این سیستم به‌عنوان استراتژی غیرفعال جهت تعدیل شرایط آسایش حرارتی پیشنهاد می‌گردد.

پی‌نوشت

۱. خارخانه: از عناصر مهم تهویه مطبوع طبیعی در منطقه سیستان است که با انباشتن خار در روزنه‌های دیوار جبهه شمال غرب مسکن بومی (جهت باد غالب منطقه) و پاشیدن آب بر روی خارها عملکردی مانند کولر آبی داشته و باعث کاهش قابل‌توجه دمای هوا می‌شود.

۲. این خارخانه از لحاظ مشخصات دارای ابعاد (۶۰*۸۵*۱۲۰) سانتی‌متر می‌باشد که در داخل پنجره اتاقی ساخته‌شده به سبک بومی قرار گرفته است. چارچوب اصلی خارخانه از قوطی فلزی (۲*۲) سانتی‌متر ساخته شده و یک تشتک آب در پایین آن قرارگرفته است. درون تشتک، پمپ آبی با مصرف کم برق و آب ـ به میزان کم‌تر از کولر آبی ـ وجود دارد که آب داخل تشتک را به بالا انتقال می‌دهد. در بالای تشتک، محفظه قرار دادن خارهایی با تراکم بالا قرار دارد که با توجه به باز بودن سطح فوقانی آن، خارها پس از مدت زمان ۲ الی ۳ ماه (زمان خشک‌شدن کامل خار) قابل تعویض می‌باشد. این خارخانه جهت سرویس و نظافت به‌صورت کشویی می‌تواند از محل خود بیرون آید.

3. Tate.
4. Ahtekan.
5. Yaxdekan.
6. Adorband.
7. Roaf.

۸. این ارتفاع در بازهٔ تعیین‌شده از طرف سازمان هواشناسی جهانی (World Meteorological Organization) که نصب سنسورها را به‌دلیل کاهش اثر تابش خورشید، بازتابش سطح زمین و اجسام پیرامون در دمای اندازه‌گیری شده، در محدودهٔ ارتفاعی ۲-۱/۲۵ متر از سطح زمین مشخص نموده است (Chartered Institution of Building Services Engineers, 2002)، قرار دارد.

فهرست منابع

- اصغری لفمجانی، صادق؛ معصومی جشنی، مهدی. (۱۳۹۵)، ارزیابی کیفیت اجرای طرح‌های هادی و اثرات آن‌ها در روستاهای مرزی (مطالعه موردی: شهرستان زهک). فصلنامه علمی - پژوهشی جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)،

شماره ۱، صص ۱۸۷-۱۶۹.
- اکرمی، غلامرضا؛ واعظ معروفی، مهناز. (۱۳۸۷)، طراحی اقلیمی: الگوی خانه در روستای خور، نشریه دانشکده معماری دانشگاه تهران، پردیس هنرهای زیبا، شماره ۱، صص ۳-۱.
- اکرمی، غلامرضا؛ یارمحمدی، هومن؛ داهی، سارا. (۱۳۹۱)، بررسی کیفی و کمی انواع سیستم های برودتی رایج در بناهای مسکونی روستایی، مطالعه موردی: روستای خور، فصلنامه مسکن و محیط روستا، شماره ۱۳۹، صص ۵۰-۳۳.
- پوردیهیمی، شهرام. (۱۳۹۰)، زبان اقلیمی در طراحی محیطی پایدار. جلد ۱ و ۲، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
- تقوایی، سیدحسن؛ طاهباز، منصوره؛ متقی‌پیشه، سمانه. (۱۳۹٤)، نقش سایه در باغ ایرانی، بررسی وضعیت آسایش اقلیمی در باغ جهان‌نما و باغ دلگشا. مطالعات معماری ایران، شماره ۷، صص ٥٦-۳۵.
- تیت، جورج پیتر. (۱۳۸۷)، مجموعه جغرافیای تاریخی سیستان، ترجمه و تدوین: حسن احمدی، نشرمؤلف، چاپ اول، تهران.
- چمبرز، رابرت. (۱۳۸۷)، توسعه روستایی اولویت بخشی به فقرای روستایی، ترجمه مصطفی ازکیا، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم، تهران.
- داوطلب، جمشید، اثر پوشش گیاهی بر شرایط آسایش حرارتی فضای باز شهری؛ مطالعهٔ موردی: منطقهٔ سیستان، پایان‌نامه دکتری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ۱۳۹۷.
- داوطلب، جمشید؛ آذرسا، ساناز. (۱۳۸۸)، «الگوی مسکن روستایی سیستان با تأکید بر معماری بومی»، اولین کنفرانس ملی مسکن و توسعه کالبدی روستا، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان.
- دهقانی، علیرضا؛ آقانجفی، سیروس. (۱۳۸۳)، بررسی تجربی کارآیی دو طرح جدید بادگیر و مقایسهٔ آن‌ها با بادگیرهای سنتی، نشریه انرژی ایران، شماره ۲۱، صص ۲٦-۱٤.
- رازجویان، محمود. (۱۳۸۸)، آسایش به‌وسیله معماری همساز با اقلیم، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
- رازجویان، محمود. (۱۳۷۹)، آسایش در پناه باد، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، چاپ اول، تهران.
- رضایی حریری، محمدتقی؛ فیاض، ریما. (۱۳۹۲)، محدوده آسایش حرارتی در تهران، محیط‌شناسی، شماره ۲۸، صص ۱۷-۱۳.
- روف، سوزان. (۱۳۹۲)، معماری و آبادانی بیابان (بناهایی برای زیستن در فلات ایران، فصل مربوط به بادگیر)، انتشارات روزنه، چاپ اول، تهران.
- زندیه، مهدی؛ حصاری، پدرام. (۱۳۹۱)، تداوم معماری مسکن روستایی با انگیزه توسعه پایدار روستایی، مسکن و محیط روستا، شماره ۱۳۸، صص ۷۲-٦۳.
- سرتیپی‌پور، محسن. (۱۳۸۵)، مسکن روستایی در برنامه‌های توسعه، مجله هنرهای زیبا، شماره ۲۷، صص ٥٦-٤۷.
- سرگزی، محمدعلی. (۱۳۹۵)، تأثیر محدوده آسایش حرارتی بر طراحی معماری منطقه سیستان، جغرافیا و آمایش شهری- منطقه‌ای، شماره ۱۹، صص ۲٦-۱۷.
- طاوسی، تقی؛ رئیس‌پور، کوهزاد. (۱۳۸۹)، تحلیل آماری و پیش‌بینی احتمال وقوع طوفان‌های شدید با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سری های جزئی (مطالعه موردی: منطقه سیستان)، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، شماره ۲، صص ۱۰۵-۹۳.
- فاضل‌نیا، غریب؛ کیانی، اکبر؛ خسروی، محمدعلی؛ بندانی، میثم. (۱۳۹۰). بررسی انطباق الگوی بومی توسعهٔ کالبدی ـ فیزیکی روستای تمبکاء شهرستان زابل با جهت حرکت طوفان های شن و ماسه، مسکن و محیط روستا، شماره ۱۳٦، صص ۱٦-۳.
- فتحی، حسن. (۱۳۸۲)، ساختمان‌سازی با مردم، ترجمه علی اشرفی، نشر دانشگاه هنر، چاپ دوم، تهران.
- قاسم‌زاده، مسعود؛ کاری، بهروز؛ طهماسبی، فرهنگ. (۱۳۸۹)، مسکن روستایی و ضوابط صرفه‌جویی در مصرف انرژی، فصلنامه مسکن و محیط روستا، شماره ۱۳۱، صص ٦۰-٥۱.
- معماریان، غلامحسین؛ محمدمرادی، اصغر؛ حسینعلی‌پور، سیدمصطفی؛ حیدری، ابوالفضل. (۱۳۹٦)، تحلیل رفتار باد در تهویه طبیعی مسکن بومی روستای قلعه‌نوی سیستان به کمک CFD، فصلنامه مسکن و محیط روستا، شماره ۱٥۷، صص ۳٦-۲۱.
- مولانایی، صلاح‌الدین؛ و سلیمانی، سارا. (۱۳۹٥)، عناصر باارزش معماری بومی منطقه سیستان بر مبنای مؤلفه‌های اقلیمی

معماری پایدار، باغ نظر، شماره ٤١، صص ٦٦-٥٧.
- میرلطفی، محمودرضا؛ توکلی، مرتضی؛ بندانی، میثم. (۱۳۹۱)، بررسی تطبیقی وضعیت استقرار جهات جغرافیایی مسکن روستایی و مصرف انرژی در منطقه سیستان، فصلنامه مسکن و محیط روستا، شماره ۱۳۸، صص ۵۲-۳۹.
- Ashrae (2001). Ashrae Fundamentals Handbook, American Society heating refrigerating and Air conditioning Inc. Atlanta.
- Liu Jinghua, Liu jiaping., (2011). A Study on Sustainable Design Strategies for Rural Housing in Yinchuan Region, Renewable energy Technology Development of Rural Housing in Ningxia Region, pp: ۸۰۳۱-۸۰۲۹.
- Pyla, Panayiota I., (2007). Hassan Fathy Revisited Postwar Discourses on Science, Development, and Vernacular Architecture, Journal of Architectural Education, pp: 28-39.
- Olgyay, V., (1973). Design with Climate, Princeton university press, USA.
- Yang X, Jiang Y, Yang M, Shan M, "Energy and environment in Chinese rural housing: Current status and future perspective", Front Energy Power Eng. China, 4(1): 35-46, (2010).
- https://doi.org/10.22034/39.169.89