

تاریخ دریافت : ۹۳/۰۳/۱۱

تاریخ پذیرش : ۹۳/۱۱/۲۰

عناصر باارزش معماری بومی منطقه سیستان بر مبنای مولفه‌های اقلیمی معماری پایدار

صلاح الدین مولانایی*
سارا سلیمانی**

چکیده

در این تحقیق بخشی از ساختار معماری بومی ایرانی در منطقه سیستان از منظر مسایل اقلیمی، تکنیک‌های به کار رفته در اجرای ساختمان و نوع برخورد با شرایط سخت و دشوار محیطی (اقلیمی) مورد بررسی قرار گرفته است. امروزه در مبحث معماری پایدار، توجه به مسایل اقلیمی، زیست محیطی و معماری سبز در کنار معماری بومی و پیشین، از مهم‌ترین مباحث مطرح در سطح داخلی و بین‌المللی است. به کمک فناوری‌های پیشرفته در سازه و معماری به همراه مصالح نوین، از یک‌سو شرایط تحقق ایده‌ها و طرح‌هایی خاص برای معماران و طراحان فراهم شده و از سوی دیگر جوامع مختلف با چالش آلودگی محیط زیست و مصرف بالای انرژی بر اثر استفاده از این فناوری‌ها و مصالح جدید روبرو هستند. این چالش‌ها به همراه لزوم توجه به عناصر ارزشمند معماری بومی و سنتی ضرورت این تحقیق در خصوص بخش اقلیمی معماری پایدار را نشان می‌دهد. هدف تحقیق، بازشناخت عناصر ساختاری معماری بومی سیستان در بحث اقلیم و نحوه استفاده از این عناصر بر مبنای نظریات معماری پایدار دوران معاصر است. در پرسش اصلی این مقاله مطرح شده که چه عوامل، شرایط و ویژگی‌هایی در ساختار معماری اقلیمی منطقه سیستان (بومی و کهن) وجود دارد که بتوان در معماری امروز ایران و در راستای بهره‌گیری در مباحث طراحی اقلیمی معماری معاصر از آنها بهره گرفت؟ در این راستا روش تحقیق در دو بخش مبتنی بر نگرش توصیفی و مطالعات میدانی در بخش نخست و تطبیق نظریات مطرح شده مولفه‌های اقلیمی معماری پایدار با عناصر ساختاری معماری بومی سیستان در بخش دوم شکل گرفته است.

فرضیه این تحقیق بر این پایه است که در صورت شناخت و بهره‌گیری صحیح از الگوها و اصول حاکم بر معماری گذشته از دیدگاه اقلیمی و ترکیب مناسب با معماری روز می‌توان به معماری پایدار و در عین حال، با هویت دست یافت. نتایج تحقیق نشان می‌دهد استفاده از عواملی نظیر خارخانه، دورچه، کولک، سورک و نظایر آن راهکارهای اقلیمی بسیار مناسبی هستند که در طول قرن‌های متمادی به عنوان مولفه‌هایی از اصول معماری بومی این منطقه در جهت تقابل با اقلیم سخت آن و تسهیل شرایط زندگی تعریف شده‌اند. از این عوامل با اندک تغییراتی می‌توان در ساختار معماری معاصر ضمن توجه به هویت اصیل معماری ایرانی، در جهت رسیدن به معماری پایدار مرتبط با شرایط اقلیمی استفاده کرد.

واژگان کلیدی

معماری بومی سیستان، اقلیم، معماری پایدار، خارخانه، کولک، سورک.

*. دکتري معماری، استادیار دانشکده هنر و معماری، دانشگاه کردستان. drmolanaei@iust.ac.ir

** دکتري معماری، استادیار دانشکده هنر و معماری، دانشگاه کردستان. نویسنده مسئول ۰۹۱۲۳۱۳۱۵۲۲

s_soleimani@iust.ac.ir

مقدمه

شده بخشی از اصول و راهکارهای اقلیمی ارزشمند حاکم بر معماری منطقه جنوب شرق ایران مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته و نتایج لازم برای استفاده در معماری روز ایران استخراج شود.

روش تحقیق

روش تحقیق در این نوشتار، براساس روش توصیفی و مطالعات میدانی با نگرش تطبیقی در دو بخش استوار است. در بخش اول، مطالعه اسنادی و کتابخانه‌ای اساس بیان، تحلیل، توصیف و تفسیر مطالب موجود در این مقاله را تشکیل می‌دهند. این نوع از پژوهش به پژوهشگر امکان ارتباط و تعامل با موضوع را می‌دهد. در بخش دوم، تطبیق یافته‌های کتابخانه‌ای حاصل از بخش نخست با مطالعات میدانی و تحلیل شرایط موضوع، نتایج روشنی را در پژوهش حاصل می‌آورد.

فرضیه تحقیق

با توجه به مطالعات اولیه و بررسی اسناد کتابخانه‌ای و همچنین توجه به برداشت‌های مختلف از ساختار معماری سیستان فرضیه تحقیق بر این اساس شکل گرفته است که استفاده از عوامل بومی در ساختار معماری منطقه نظیر خارخانه، دورچه، کولک، سورک و نظایر آن راهکارهای اقلیمی بسیار مناسبی هستند که در طی سالیان به عنوان اجزایی از معماری بومی این منطقه در جهت تقابل با اقلیم سخت آن، فراهم کردن آسایش و تسهیل شرایط زندگی تعریف شده اند. این عوامل با اندک تغییراتی می‌تواند در ساختار معماری معاصر در جهت رسیدن به معماری پایدار استفاده شود. در صورت شناخت و بهره‌گیری صحیح از الگوها و اصول حاکم بر معماری گذشته از دیدگاه اقلیمی و ترکیب مناسب با معماری روز می‌توان به معماری پایدار و در عین حال، با هویت دست یافت.

مبانی نظری

تحلیل‌ها در خصوص معماری بومی نشان می‌دهد عناوینی نظیر هویت، سنت و ساختار از مهم‌ترین عوامل مطرح شده در حوزه مباحث مرتبط با معماری بومی و بهره‌گیری از آن در معماری معاصر است (شهبازی و ترابی، ۱۳۹۳: ۳۵). در این مقاله ضمن تأکید بر توجه به هویت ارزشمند معماری بومی، تلاش شده است از آنچه که در ساختار فناوری این معماری، قابل استخراج در جهت بهره‌مندی از آن در معماری معاصر است، استفاده شود. به بیان دیگر، تداوم سنت هم در مفهوم و هم در ساختار، شاکله اصلی مبانی نظری این تحقیق را شکل می‌دهد. مولفه‌های شکل دهنده تکنیکی در ساختار معماری

در معماری بومی ایرانی همواره راهکارها و شیوه‌های ارزشمندی در جهت فراهم کردن شرایط زندگی مناسب 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 به روزه اصطلاحاً پایداری را ایجاد کند. نگرشی بر آثار ارزشمند معماری بومی ایرانی در همه جای این سرزمین وسیع و در مقیاس مختلف، نشان دهنده تفکری جامع و هدفمند در استفاده از شرایط اقلیمی در بناهای متفاوت است. تفکری که بازشناخت آن به همراه استفاده صحیح و ترکیب مناسب با اصول معماری معاصر، می‌تواند ارتقا این معماری را در پی داشته باشد.

طراحی معماری به عنوان راه حلی که هدف از آن خلق پناهگاهی برای ایمن شدن از گزند عوامل طبیعی باشد؛ از ابتدای تاریخ مورد توجه بشر بوده است. مردم ایران به ویژه ساکنان اقلیم‌های گرم و خشک طی سال‌های متمادی جهت مقابله با گرمای طاقت فرسا شیوه‌های مناسبی ابداع کرده‌اند (محمودی، ۱۳۸۷: ۹۷).

فضاهای مختلف خصوصی و عمومی در مقیاس خرد و کلان با کاربری‌های گوناگون نظیر مساجد، بازارها، مدارس، کاروانسراها و در گسترده‌ترین نوع کاربری یعنی معماری مسکونی در اقصی نقاط ایران از بهترین شرایط آسایش برای استفاده‌کنندگان بهره‌مند بوده است. توجه به نیروهای طبیعی و زوال‌ناپذیری همچون آفتاب و باد جهت بهبود شرایط حرارتی فضاهای زیستی، از دیرباز در ایران معمول بوده است. استفاده از این نیروها در ساختمان سبب صرفه‌جویی در مصرف سوخت و مهم‌تر از آن ارتقاء کیفیت، آسایش و بهداشت محیط‌های مسکونی و سالم‌سازی محیط زیست شده است (میرلطفی و دیگران، ۱۳۹۱: ۳۹). این در حالی است که بسیاری از انواع فناوری‌های جدید مرتبط با صنعت ساختمان و معماری در دوره معاصر از مهم‌ترین عناصر آلوده کننده محیط زیست بشمار آمده و لطمات فراوانی را به سلامت مردم وارد کرده است. لذا تأکید صرف بر استفاده از فناوری جدید بدون توجه به الگوهای کهن نتیجه چندان مناسبی در ساختار معماری در تمامی زمینه‌ها نخواهد داشت. بنابراین لزوم ارتباط صحیح میان الگوهای پیشین در معماری با نیازهای امروز و ساختار جدید معماری احساس می‌شود. بر پایه این التزام در نوشتار حاضر تلاش

خود را حفظ کند. در برخورد با مجموعه‌ها و واحدهای معماری، تأثیرات محیط طبیعی و فرهنگی به گونه‌ای متجلی می‌شود که می‌توانند مصداق خوبی برای پایداری در زمان و مکان خودشان باشند. در اصل معماری پایدار، معماری وابسته به زمینه است (ارمغان و گرجی مهبلانی، ۱۳۸۸: ۲۱). رویکرد معماری پایدار در پاسخ به بقای پایدار انسان و محیط انسانی به وجود آمده است که وابسته به حفظ تداوم تعادل جهان زیستی است. محیط پایدار از منظر بوم شناختی محیطی است که سامانه‌های زیستی اصلی محیط در آن به کار گرفته شده و تداوم دارد (اسدی، ۱۳۸۶: ۵۹). در این میان باید توجه داشت زمینه‌های رشد و توسعه در هر سیستمی از ویژگی‌های ساختاری، کالبدی، فرهنگی و اجتماعی، منحصر به فرد آن سیستم بوده و تنها از طریق کشف ساز و کارهای این ساختارها می‌توان راهی برای ساخت محیط پایدار یافت. دیدگاه اشتباهی که اغلب مطرح می‌شود این است که طراحی سنتی به جای طراحی بومی در نظر گرفته می‌شود در حالی که طراحی بومی تکرار تصویری آنچه در گذشته بوده، نیست اما ممکن است بتوان از فرآیندهای معماری سنتی تبعیت کرد. بنابراین شناخت راهکارهای معماری سنتی و پیشین می‌تواند اولین گام در راه تحقق مفاهیم و خواسته‌های معماری پایدار در معماری منطقهای و بومی معاصر باشد.

پیشینه تحقیق

با توجه به ساختار اصلی این پژوهش دو مبحث معماری پایدار و معماری بومی سیستان مورد توجه قرار گرفته است. در بحث پایداری، معماری جایگاه پراهمیتی را به خود اختصاص داده، چرا که عدم توجه به مسایل اقلیمی و طراحی از جمله طراحی فرم بنا، جهت‌گیری، پوشش و مصالح مناسب، موجب اتلاف و افزایش مصرف انرژی و به تبع آن زیان به محیط زیست و منابع طبیعی تجدیدناپذیر خواهد شد (Al-Sallal, Al-Rais & Dalmouk, 2013: 1). از سوی دیگر در خصوص معماری بومی منطقه سیستان پژوهش‌هایی صورت گرفته که عمدتاً عناصر ساختاری این معماری را مورد بررسی قرار داده‌اند. در دهه اخیر و با تأکید جهانی و ملی بر بحث معماری پایدار تحقیقاتی در زمینه عناصر کاربردی معماری سنتی سیستان بر مبنای شاخص‌های اقلیمی صورت گرفته که نتایج این تحقیقات لزوم تأکید بیشتر بر این بحث را نشان می‌دهد.

با توجه به اهمیت کاربردی عناصر استفاده شده در این بخش از معماری ایرانی، مواردی نظیر بررسی تطبیقی وضعیت استقرار جهات جغرافیایی مسکن روستایی و مصرف انرژی در منطقه سیستان (میرلطفی و همکاران، ۱۳۹۱: ۲)، توجه به آس‌بادها به عنوان قدیمی‌ترین آسیاهای بادی در

بومی و تلاش برای استفاده امروزی در معماری معاصر ایران (در منطقه سیستان) با نگرش اقلیمی در معماری پایدار، در این مقاله مورد توجه قرار گرفته است. بخش عمده نگرشها در این مبنای، در ادامه مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

مفهوم پایداری در معماری

کاربرد مفاهیم پایداری و اهداف توسعه پایدار در جهت کاهش اتلاف انرژی و آلودگی محیط زیست در معماری، مبحثی به نام «معماری پایدار» را به وجود آورده است. در این نوع معماری، ساختمان نه تنها با شرایط اقلیمی منطقه خود را تطبیق می‌دهد، بلکه ارتباط متقابلی با آن برقرار می‌کند. به طوری که براساس گفته ریچارد راجرز، «ساختمان‌ها مانند پرندگان هستند که در زمستان پرهای خود را پوش داده و خود را با شرایط جدید محیط وفق می‌دهند و براساس آن سوخت و سازشان را تنظیم می‌کنند». معماری پایدار تعاریف بسیار گسترده‌ای دارد و حیطة طراحی پایدار و مسایل آن بسیار وسیع است. این موضوعات از مسایل مرتبط با زیست انسان، محیط و زمین تا مسایل اجتماعی- فرهنگی را شامل می‌شود. لذا ارایه تعریفی که انعطاف‌پذیری کافی و جامعیت لازم را داشته باشد متصور می‌کند؛ ولی تعریف اجمالی در خور پژوهش انجام گرفته می‌تواند چنین باشد که معماری پایدار، معماری است که در آن طراح، استفاده کننده از معماری و ساکن بنا را به سمت استفاده اندک از منابع تجدیدناپذیر زمین و همسازی با اقلیم با بیشترین بهره، توأم با حداقل آسیب به محیط زیست و زمین سوق می‌دهد.

طراحی همگن با محیط، در وجه کالبدی- فضایی خود چاره‌ای جز تبعیت از چارچوب‌ها و شرایط توسعه پایدار ندارد، همان‌طور که برنامه‌ریزی روستایی مجبور به تبعیت از شرایط زیست‌محیطی برای توسعه پایدار روستا است، به همان اندازه نیز طراحی روستایی مجبور به انطباق با اصول و شرایط زیست‌بوم است (حبیبی و دیگران، ۱۳۸۹: ۷).

از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر شکل‌گیری کالبدهای شهری، می‌توان از شرایط آب و هوایی یاد کرد. این عوامل به موازات سایر عوامل محیطی، تصرف‌های انسانی را تابع خود کرده و بافت شهرها را از هم متمایز می‌سازد. این رو توجه به شرایط اقلیمی در کنار سایر عوامل محیطی، هم دوره ماندگاری ساخت و سازهای انسانی را افزایش داده و هم توان‌های بالقوه محیطی را ملموس می‌کند (اخترکاو، ۱۳۹۱: ۷).

مفهوم معماری بومی

معماری بومی با آنکه در طول تاریخ دستخوش پدیده‌های دگرگون کننده بوده است اما به خوبی توانسته هویت ویژه

اقلیم سیستان

• بادهای سیستان

جریان باد در سیستان در کلیه فصول برقرار است: بادهای ۱۲۰ روزه سیستان حاصل توده‌های پرفشار غربی است که در فصل تابستان از جهت شمال غرب به جنوب شرق می‌وزد. حداکثر سرعت این بادهای در تیر ماه به ۱۰۰ کیلومتر در ساعت می‌رسد که در مسیر باعث جابجایی ریگ‌های روان شده و طوفان شن، تپه ماهور و برخانه‌ای ماسه‌ای را تصویر می‌کند.

مهم‌ترین بادهای محلی منطقه سیستان عبارتند از:

- باد قوس که در ماه آذر وزیده و سبب بارندگی مختصری در منطقه می‌شود.

- باد هفتم (سیاه یا گاوکش) از بادهای سرد زمستانی است و از سمت شمال می‌وزد.

- باد پلپلاسی (پرستو) از اواسط اسفند شروع می‌شود و وزش آن نشانه آغاز بهار است.

- باد قبله (باختر) که در فصول مختلف از غرب منطقه و از سوی دریاچه هامون می‌وزد.

- باد ۱۲۰ روزه (لوار) (طرح جامع زابل: ۱۳۸۴)؛ (جدول ۱) با توجه به جدول ۱ موارد زیر نتیجه می‌شود: شرایط و اقلیم این منطقه منطبق با شرایط مناطق بیابانی و نیمه بیابانی است.

این شهر جزء مناطق کم باران کشور است. تعداد ماه‌های خشک سال که هیچ بارشی در آن اتفاق نمی‌افتد ۷ ماه است.

اکثر بارندگی در فصل زمستان و کمتر از ۳۰ میلی‌متر است. این شهر ۳ ماه سرد و ۶ ماه گرم و ۳ ماه معتدل دارد (غفوری، ۱۳۹۰: ۱۳).

توزیع مراکز فشار و ویژگی‌های توپوگرافی منطقه به گونه‌ای است که باعث ایجاد بادهای ۱۲۰ روزه سیستان شده است. این بادهای دنباله بادهای موسمی هندوستان ذکر شده و پس از عبور از نواحی کم ارتفاع افغانستان در شرق ایران وارد کشور

جدول ۱. آمار ایستگاه هواشناسی زابل. مأخذ: جغرافیای سیستان و بلوچستان.

شهر	زابل
اقلیم	گرم و خشک
میانگین سالانه دما به سلسیوس (سانتیگراد)	۲۲/۱
میانگین بارش سالانه به میلی‌متر	۶۱
میانگین سالانه رطوبت نسبی به درصد	۳۸
میانگین سالانه تعداد روزهای یخبندان	۲۵

جهان (مه‌دوی نژاد و همکاران، ۱۳۹۰: ۳) مسکن بومی بلوچ (جانب الهی، ۱۳۷۵: ۴) و استفاده از انرژی باد در تهویه مطبوع خانه‌های روستائی مناطق بادخیز (میرشکاری، ۱۳۷۹: ۵) بخشی از تحقیقات پیشین در این زمینه را نشان می‌دهد. در قیاس با تحقیقات انجام شده در بخش‌های گوناگون معماری مناطق مرکزی ایران، پژوهش در معماری سیستان با تأکید بر شاخص‌های اقلیمی در معماری پایدار کمتر بوده و در این مقاله در راستای اهمیت مولفه‌های بنیادین معماری پایدار در زمینه شرایط اقلیمی، شاخص‌های فوق مورد توجه و بررسی قرار گرفته است.

محدوده تحقیق: دشت سیستان

براساس آمارهای اقلیمی یکی از استان‌های منطقه گرم و خشک ایران استان سیستان و بلوچستان است. این استان از دو منطقه کاملاً متمایز سیستان و بلوچستان تشکیل شده که از لحاظ تاریخی، موقعیتی، اجتماعی و فرهنگی با یکدیگر متفاوتند. (افشار سیستانی، ۱۳۸۳: ۶) سیستان ابتدا زمین‌هایی با تپه‌هایی از ماسه‌های روان و رسوبات دریایی بود که قسمتی از آن در مسیر رودخانه قرار داشت با کم شدن آب رودخانه بر وسعت خشکی‌های اطراف آن افزوده و آبادی بزرگی تشکیل شد (ملکزاده، ۱۳۸۰: ۷).

از لحاظ سیاسی سیستان میان افغانستان، پاکستان و ایران تقسیم شده است، بخش بزرگتر و پرآبتر سیستان در خاک کشور افغانستان قرار دارد و بخش کوچکی از آن در خاک کشور پاکستان است، بخشی نیز در خاک کشور ایران کنونی واقع شده که مساحتی برابر ۳۶۰۰۰ کیلومتر مربع دارد (همان، ۱۳۸۰: ۷).

سیستان در زمان هخامنشیان منطقه‌ای آباد بوده و براساس کتاب زرتشت، یازدهمین سرزمین آفریده شده توسط اهورامزداست. لفظ زرنج، قدیمی‌ترین نام سیستان و زاولستان است که در کتیبه داریوش نیز با همین نام است. از سیستان به نام‌های سکستان، سجستان و سیوستان نیز یاد کرده‌اند.

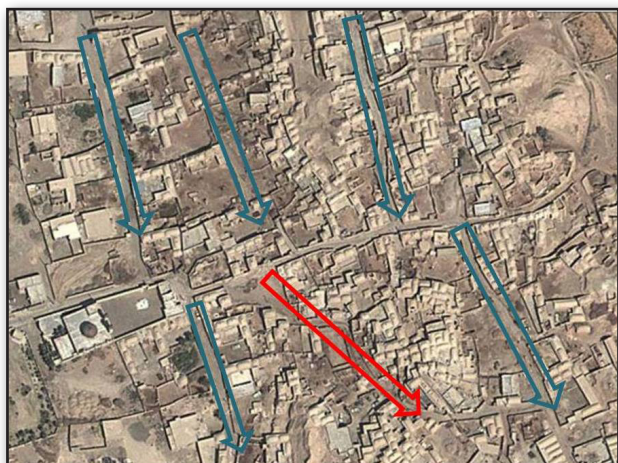
سیستان از شرق و شمال شرقی به رشته‌کوه‌های بابا و سلیمان در افغانستان مرکزی، از شمال به خراسان بزرگ، از جنوب به بلوچستان و کوه‌های ملک سیاه و از غرب به کویر لوت محدود می‌شود و در مجموع از نظر جغرافیایی و اقلیمی با جنوب خراسان بسیار مشابه است. شرایط و اقلیم این منطقه، منطبق با شرایط مناطق بیابانی و نیمه بیابانی است. گفته می‌شود که اقلیم و آب و هوای سیستان در روزگاران گذشته این چنین سخت نبوده و احتمالاً از حدود ۶ سده پیش بدین‌سو آب و هوا تغییر کرده و به خشکی میل کرده است (ملکزاده، ۱۳۸۰: ۸).

زمین‌های کشاورزی
 د. خارخانه: برای رهایی از شدت گرمای تابستان و گرد و خاک استفاده از بادهای ۱۲۰ روزه
 ه. بادگیر: برای خنک کردن خانه برای فرار از گرمای تابستان و تهویه

نگرشی بر معماری سیستان

معماری در سیستان برگرفته از شرایط اقلیمی این منطقه است؛ به طوری که بیشتر منازل آن از مصالح بومی شامل آب، گل و خشت ساخته شده که سرما و گرما را در خود حفظ می‌کند. در اینجا نیز همانند دیگر مناطق گرم و خشک کشور بافت مسکونی متراکم و فشرده است. سقف ساختمان‌های این مناطق به صورت سقف‌های گهواره‌ای (یزدی پوش) و گنبدی (سیستانی) است. در این منطقه جهت گیری معابر بر اساس جهت باد انجام می‌شود تا از نیروی باد در جهت حمل شن و ماسه استفاده شود. در این شرایط در معابری که باریک بوده و ارتفاع ساختمان‌های اطراف بلند باشد؛ شدت باد افزایش می‌یابد که می‌تواند آزاردهنده باشد. علاوه بر این، قرارگیری معابر عمود بر جهت وزش باد باعث جمع شدن شن و ماسه در معبر و پشت دیوار می‌شود. در معماری بومی چنین مواردی به ندرت دیده می‌شود. در این مناطق، عموماً ارتفاع ساختمان‌ها کوتاه بوده و محدودیت ارتفاع ساختمان‌های دو طرف معبر مانع به وجود آمدن تونل باد در معابر همسو با باد می‌شده است.

در تصویر ۲ به طور نمونه بافت روستای قلعه نو نشان داده شده است. اکثر معابر در جهت باد غالب و از سمت شمال غربی به جنوب شرقی کشیده شده است. انحراف ضعیف از راستای جهت باد در کاهش خاصیت کانالیزه شدن باد اثر مثبت دارد. برای ایجاد معبر فرعی به جای ایجاد معبر عمود بر جهت باد، از تغییر جهت‌های مداوم استفاده شده و معابر

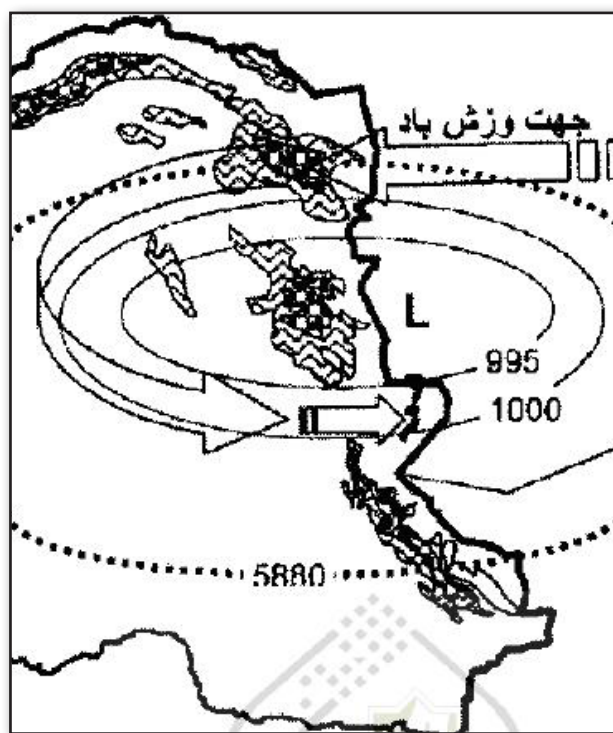


تصویر ۲. شبکه معابر روستای قلعه نو. مأخذ: <https://earth.google.com>

و با چرخش بر روی فلات ایران از جهت شمال غرب به جنوب شرق وارد دشت سیستان می‌شود. دوره بادهای ۱۲۰ روزه را از ۱۵ خرداد تا ۱۵ مهر ذکر کرده‌اند (سلیقه، ۱۳۸۲: ۱۱۰). مطابق تصویر ۱ این بادهای از منطقه کم ارتفاع بین ناهمواری‌های شرق ایران گذشته، بر سرعت آن افزوده می‌شود. افزایش سرعت آنها، اثرات اقلیمی را افزایش داده که بسته به شرایط دریاچه هامون باعث ایجاد دو نوع اقلیم متفاوت در زابل می‌شود. در سال‌های پرآبی که دریاچه‌ی هامون در مسیر بادهای ۱۲۰ روزه دارای آب است؛ هوای مطبوع با رطوبت نسبی مناسب را به ارمغان می‌آورد. در سال‌هایی که هامون خشک است جریان باد کف بستر دریاچه را کنده، ذرات ریز خاک و ماسه را با خود حمل و محیط را آلوده می‌کند (همان، ۱۳۸۲: ۱۱۲).

مردم سیستان باد را رحمتی از سوی خدا دانسته و معتقدند بدون این باد زندگی در سیستان غیرممکن است و بر این اساس سال‌هاست برای زندگی در عرصه‌های بیابانی دست به ابداعاتی زده و دانش بومی طی دوران مختلف به تعدادی گزینه مناسب دست یافته که عبارتند از:

الف. آسیاهای بادی: اختراع و ابداع نخستین آس باد در جهان از سیستان گزارش شده است که از نیروی باد برای آرد کردن گندم استفاده می‌کردند (مهدوی‌نژاد و دیگران، ۱۳۹۰: ۴۵) - استفاده از باد برای شن‌زدایی - استفاده از باد برای کشیدن آب از چاه جهت آبیاری -



تصویر ۱. جهت بادهای ۱۲۰ روزه سیستان. مأخذ: سلیقه، ۱۳۸۲، ۱۱۳.



تصویر ۱-۴. دورچه سقف. مأخذ: بذرافکن، ۱۳۹۲.



تصویر ۲-۴. دورچه سقف. مأخذ: <http://www.cloob.com/sistan>



تصویر ۳-۴. دورچه سقف. مأخذ: بذرافکن، ۱۳۹۲.

عمود بر باد، کوتاه و باریک هستند تا مانع ایجاد اثر آشوب هوایی و خاک گرفتگی در معبر باشد (سلیقه، ۱۳۸۲: ۱۱۸). در مسیر اصلی که معمولاً به مسجد منتهی می‌شود، ایجاد گشادگی‌های فضایی به تعداد زیاد در طول مسیر و تداخل با معابر همسو با باد، مانع خاک گرفتگی این معبر می‌شود. در این مناطق برای کاهش گرما و تهویه در منازل از مواردی مانند «کولک^۱»، «سورک^۲»، «دورچه^۳» و «خارخانه^۴» استفاده می‌کنند.

• سورک

در دیواره خانه‌های سیستانی دریچه‌ای شبیه حرف S انگلیسی تعبیه می‌شود که سورک نامیده می‌شود. سورک‌ها در نمای ساختمان به اشکال مختلفی ترکیب می‌شوند و به نوعی تزیینات ساده‌ای در دیوارهای یک دست و ساده خشتی نیز به شمار می‌آیند (تصویر ۳)

تصویر ۳. عملکرد سورک با فرورفتگی. مأخذ: نگارندگان. با توجه به دیواری که سورک در آن قرار گرفته، کارکرد متفاوتی دارد. هنگامی که سورک در دیوار رو به باد شمال باشد برای ورود هواست و اگر در دیگر دیوارها باشد برای خروج هواست. ساختار سورک به گونه ایست که دید به درون فضا را محدود، از ورود جانوران جلوگیری و با کاهش سرعت باد در گلوگاه خود گرد و خاک موجود در هوا را وادار به نشست می‌کند. گاهی در پایین سورک فرورفتگی ایجاد می‌شود تا گرد و خاک در آنجا جمع شود.

• دورچه

گاهی در قسمت شمال سقف‌های گنبدی که همیشه سایه است سوراخ‌هایی تعبیه می‌شود که به دورچه (دریچه) معروف است. این دورچه‌ها در دیوار پشت خانه‌ها (رو به باد و قسمت همیشه سایه) نیز قابل مشاهده بوده است. کار این دورچه‌ها، جابجایی هوای گرم انباشته شده در زیر سقف و خنک کردن هوای داخل بوده است. تصاویر ۱-۴ و ۲-۴ و ۳-۴.

• کولک

در سقف این منازل دریچه‌هایی به نام «کولک» یا بادگیر تعبیه می‌شود که همواره به سمت شمال و رو به بادهای شمالی و شمال غربی هستند.

چون در منطقه سیستان جریان باد دائمی و نسبتاً شدید است، این مناطق نیازی به ساخت بادگیرهای بلند همانند یزد نداشته و کولک‌ها با روشی ساده، باد را به فضای داخل هدایت کرده و باعث تهویه ساختمان و کاهش دما می‌شود. هوای گرم درون اتاق نیز از طریق سورک و یا سوراخ‌هایی که در بالای در ورودی قرار دارد خارج می‌شود.

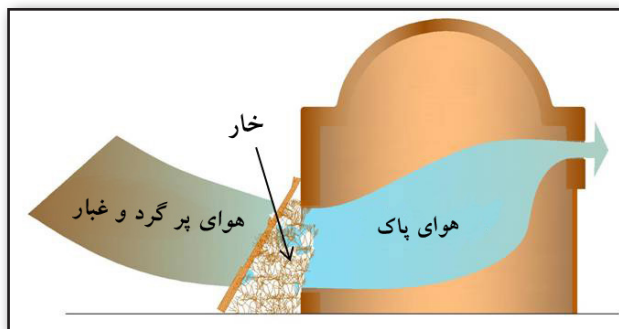
کولک همیشه رو به باد شمال ساخته می‌شود و در هنگام ساخت دقت می‌شود که کولک‌های دو ساختمان همسایه در یک راستا قرار نگیرند و مانع رسیدن باد به کولک بعدی

نگهبانان زمین‌های کشاورزی استفاده می‌شده است با گذاشتن چند تکه چوب برای تکیه دادن و ثابت کردن خارها در پشت پنجره کپرها و پاشیدن آب روی خارها از داخل هر ۱۰ الی ۲۰ دقیقه هوا را مطبوع کرده است (تصویر ۷).

نکته مهم این است که خارها به دلیل نرسیدن آفتاب و خشک نشدن تا ۲۰ روز الی ۱ ماه نیازی به تعویض نداشته و بعد از آن باید عوض می‌شدند و نکته دیگر آنکه نبودن باد ملایم باعث افزایش رطوبت هوا در اتاق شده (به گویش سیستانی‌ها هوا تفو^۱ می‌شود) و شرایط زندگی را سخت‌تر می‌کند.

در نمونه‌ای دیگر از خارخانه‌ها، اطلاقی با دیواره‌هایی از خارهای فشرده ساخته و با نصب ظروفی در پشت بام خارخانه‌ها و پر آب کردن این ظروف، آب توسط لوله‌های مشبک از دیواره خارها پایین می‌ریزد، بادهای گرم محلی به هنگام عبور به دیواره مرطوب آن برخورد کرده و گرد و خاک خود را از دست می‌دهد، مقدار زیادی از حرارت آن کاسته شده و هوای خنک نسبی به داخل خارخانه می‌وزد و در نتیجه بین داخل و خارج خارخانه اختلاف درجه حرارت قابل توجهی ایجاد می‌شود.

«یخدکن» همان خارخانه است و عملکرد آن دقیقاً مثل کولر



تصویر ۶. خارخانه. مأخذ: نگارندگان.



تصویر ۷. خارخانه. منبع: بذرافکن، ۱۳۹۲.

نشود. در روزهایی که هوا با گرد و خاک همراه است؛ جلوی دهانه کولک را توری می‌گذرانند و پشت آن مقداری خار مرطوب قرار می‌دهند (تصویر ۵).

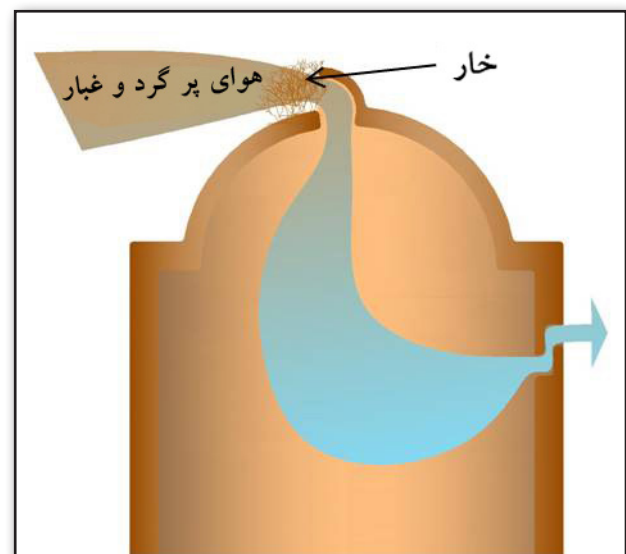
• خارخانه

در سیستان برای اینکه بتوان هوای گرم را به هوای مرطوب و معتدل تبدیل کرد از خانه‌هایی به نام خارخانه یا به زبان محلی «خارخونه» استفاده می‌کنند. کتاب تاریخ بیهقی اشاره‌ای دارد به خارخانه که فرزند سلطان محمود غزنوی در ویلای خود داشته است. به نوشته بیهقی «دبیر خارها را انباشته کرده و آب را کم کم بر خارها جاری کرده و جریان هوا باعث ایجاد هوای خنک و ورود آن به داخل بنا می‌شده است». خارخانه‌های سیستان که برای اقامت تابستان ساخته می‌شود در برهان قاطع به نام خیشخانه یاد شده و مختص سیستان دانسته شده است.

البته خارخانه نه تنها برای سیستان، بلکه برای تمام مناطق کویری است و تنها نام آن تفاوت دارد. برای نمونه در افغانستان همانند سیستان خارخانه، در بلوچستان احتکن^۵، در کرمان یخدکن^۶ و در بندرعباس آدوربند^۷ گفته می‌شود.

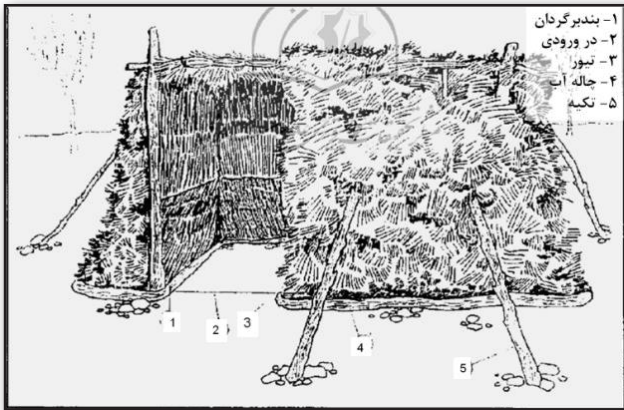
در سیستان پشت درپچه‌هایی که در پشت خانه‌ها رو به شمال تعبیه شده است، بوته‌های خار قرار داده و هر چند وقت روی خارها آب می‌پاشند، هوای گرم با عبور از این خارها و جذب رطوبت به هوای مرطوب و خنک تبدیل می‌شود. که به این خارخانه گفته می‌شود (تصویر ۶).

نمونه دیگر خارخانه‌ها که در سیستان رواج داشته، طرحی ساده‌تر دارد و در هر نوع محل سکونت (اعم از کپر و خانه‌های خشتی و گلی و محل‌های سکونت موقت و غیره) قابل استفاده بوده است. این نوع خارخانه‌ها که بیشتر توسط

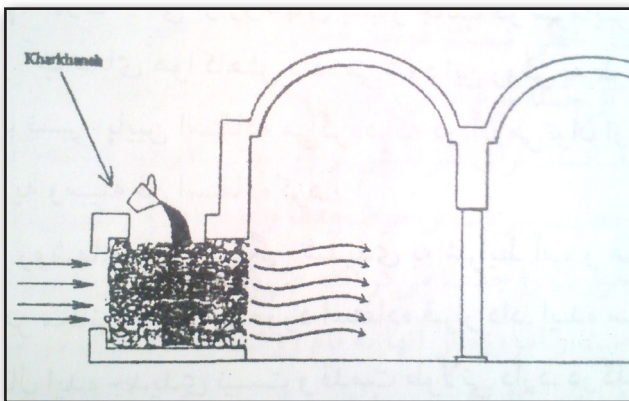


تصویر ۵. عملکرد کولک در هوای غبار آلود. مأخذ: نگارندگان.

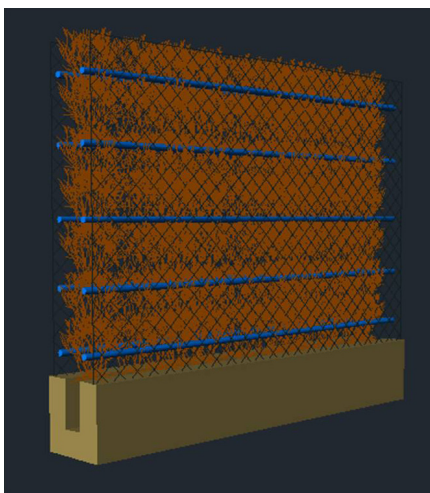
روستایی استفاده از این روش بسیار کم و محدود به باغ‌ها و زمین‌های کشاورزی شده است. اخیراً در مجتمع بقیه الله زابل واقع در چاه نیمه تعدادی خارخانه با تغییرات ساده‌ای در مدل‌های قدیمی ساخته شده است (تصویر ۱۱) در این خارخانه‌ها دو شبکه شطرنجی را با مفتول‌های فلزی به هم متصل کرده‌اند و بین آنها را با خار پر کرده‌اند. از بین خارها لوله‌هایی سوراخ‌دار عبور می‌کند که به طور مداوم خارها را



تصویر ۹. احتکن یا آدوریند. مأخذ: جانب اللهی، ۱۳۷۵: ۱۰۷.



تصویر ۱۰. خارخانه افغانستان. مأخذ: میرشکاری، ۱۳۷۹.



تصویر ۱۱. خارخانه جدید مجتمع بقیه الله. مأخذ: نگارندگان.

است. با این تفاوت که باید داخل آن نشست نه کنارش. ساخت و ساز آن به این ترتیب است که دو دیوار به ارتفاع سه متر با فاصله سه متر یا بیشتر موازی یکدیگر ساخته و سقف و یک دهانه آن را هم با خارشتر و تنه و شاخه نخل می‌پوشانند و در تابستان مداوماً آب روی خارها می‌ریزند. جریان هوا با خارهای خیس برخورد کرده و فضای داخل "یخ دکن" راخنک می‌سازد (تصویر ۸).

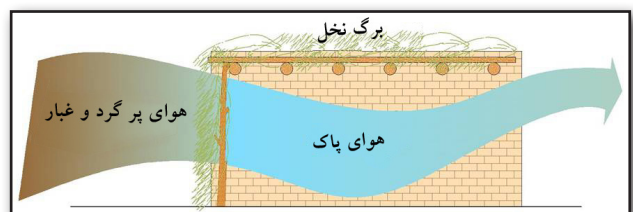
• احتکن

در پژوهشی که به بررسی مسکن بلوچ پرداخته شده، احتکن را یکی از ضمایم مسکن معرفی کرده است. با اسکلتی شبیه به کپر که دورتادور آن چاله‌ایست که از آب پر می‌کنند و از آنجا روی خارشترها آب می‌پاشند (تصویر ۹). در بعضی نقاط ستون‌ها دو حالت عمودی و افقی داشته و دیواره آن دوجداره است. اول دورتادور آن را با ۵ یا ۶ «تیور» که دو یا سه شاخه به هم بسته شده می‌بندند سپس چوب‌ها را به صورت افقی به نام «تکیه» روی آنها گذاشته و روی آن مجدداً تیور بسته می‌شود تا در مقابل بادهای شدید مقاومت کند و حداقل تکیه‌ها را خار می‌گذارند و حداقل ۲ تا ۳ تکیه برای خارها در نظر می‌گیرند تا باد آنها را با خود نبرد این تکیه‌ها را نیز با تیور می‌بندند و به این ترتیب دیواره احتکن شیبدار است (جانب اللهی، ۱۳۷۵: ۱۰۷)

شیوه ساخت خارخانه در افغانستان به صورت دالانی در شمال خانه بوده که خار شتری را درون دالان گذاشته و با پاشیدن آب هر ۲۰ دقیقه تا نیم ساعت یکبار هوا را معتدل نگه می‌داشته‌اند (تصویر ۱۰).

در بعضی از نقاط که دسترسی به خارشتر سخت است یا پوشش گسترده منطقه نیست و به خصوص بعضی از مناطق ایران نیز جای خارشتر از گیاهان دیگری که در آن منطقه بیشتر در دسترس بوده است، مانند برگ‌های درخت خرما استفاده شده است.

در حال حاضر با برقرسانی به مناطق مختلف شهری و



تصویر ۸. یخ دکن. مأخذ: نگارندگان.

مرطوب نگه می‌دارد. در پایین دیواره نیز آبراهه تعبیه شده است تا آب‌های اضافی جمع‌آوری شود. از این خارخانه‌ها به عنوان نمازخانه و مکان تجمع استفاده می‌شود.

بحث

با توجه به پایان‌پذیر بودن منابع غیر طبیعی لازم است بسیار جدی‌تر و بیشتر از گذشته به استفاده علمی از انرژی‌های طبیعی تجدیدپذیر توجه کرده و به دنبال طرح‌های نوین بالاخص در صنعت ساختمان بود. هرچه بیشتر از مقدار انرژی‌های مصرفی در ساختمان کاسته شود به سمت پایداری بیشتری حرکت شده و ضمن تأمین نیازهای نسل امروز می‌توان به نیازهای نسل‌های آینده نیز توجه کرد (صیادی و مداحی، ۱۳۹۱: ۹۷). مسئله اصلی این تحقیق بر مبنای این فرضیه شکل گرفته است که استفاده از عوامل بومی در ساختار معماری منطقه

نظیر خارخانه، دورچه، کولک، سورک و نظایر آن روش‌های منطبق بر اقلیمی هستند که سال‌ها به عنوان بخشی از معماری بومی این منطقه در جهت تسهیل اقلیم سخت آن، فراهم کردن شرایط آسایش و زندگی مناسب تعریف شده‌اند. دستاوردهای حاصل از تحقیق نشان می‌دهد که در منطقه سیستم با استفاده از مصالح بوم‌آورد و ارزان قیمت و استفاده از نیروی پاک و رایگان توانسته‌اند بر ناسازگاری‌های اقلیمی و شرایط دشوار محیطی حاکم بر این منطقه فایز آیند. در راستای بومی سازی و استفاده کمتر از انرژی‌های فسیلی باید این فن‌آوری‌های بومی شناخته شود و با تبدیل آنها به فناوری‌های جدید، در عین دارا بودن آسایش و ایجاد شرایط مناسب در محیط زندگی، کمترین آسیب را به محیط زیست وارد آورد. به عبارت دیگر ایجاد معماری پایدار بر مبنای الگوهای معماری بومی و کهن منطقه.

نتیجه گیری

براساس شناخت معماری کهن این منطقه و توجه به ساختار این عناصر و براساس فرضیه مطرح شده در ابتدای مقاله، در ساختار معماری معاصر و در بحث معماری اقلیمی به شرح ذیل می‌توان نتایج را دسته‌بندی کرد:

۱. معماری در سیستم برگرفته از شرایط اقلیمی این منطقه است به طوری که بیشتر منازل آن از مصالح بومی شامل آب، گل و خشت ساخته شده که سرما و گرما را در خود حفظ می‌کند. در معماری معاصر، با توجه به مباحث مقررات ملی ساختمان و ضوابط سازمان نظام مهندسی ساختمان و بنیاد مسکن، می‌توان از این مصالح در کنار مصالح جدید بصورت ترکیبی استفاده کرد. لازم به ذکر است بحث بومی‌سازی مصالح از مهم‌ترین مباحث مورد توجه در مقررات ملی ساختمان کشور است که تأکید فراوانی در خصوص آن انجام شده است.

۲. در اینجا نیز همانند دیگر مناطق گرم و خشک کشور بافت مسکونی، متراکم و فشرده است. این مورد به صورت الگویی در شبکه‌بندی معابر در طرح‌های تفصیلی و نحوه تقسیم‌بندی محلات و بافت مسکونی در ساختار شهرها و شهرک‌های جدید مورد استفاده قرار خواهد گرفت. ایجاد شهرک‌های جدید در برنامه توسعه اکثر شهرهای بزرگ قرار داشته و در شهرهای مهم سیستم الگوی تطبیق یافته با بافت قدیم می‌تواند بعنوان راهکاری ارزشمند در شهرسازی معاصر استفاده شود.

۳. سقف ساختمان‌های این مناطق به صورت سقف‌های گهواره‌ای (یزدی پوش) و سیستمی (گنبدی) است. از این الگو امروزه هم می‌توان در طرح‌های معماری جدید استفاده کرد. این نحوه طراحی علاوه بر توجه به مسایل اقلیمی به لحاظ زیبایی‌شناسی و هندسه نمای ساختمان نیز قابل توجه خواهد بود. در این بخش توجه به هویت اصیل معماری بومی و تسری الگوهای گذشته در دوره معاصر، یک راهکار مهم در هویت‌بخشی و هویت‌یابی معماری امروز خواهد بود. به عبارت دیگر استفاده از این نوع سقف‌ها علاوه بر مباحث اقلیمی و سازه‌ای، کارکرد هویتی نیز خواهد داشت.

۴. در این منطقه جهت‌گیری معابر براساس جهت باد انجام می‌شود تا از نیروی باد در جهت حمل شن و ماسه استفاده شود. این شرایط باعث می‌شود در معابر باریک با ارتفاع بلند ساختمان‌های اطراف، شدت باد افزایش یابد که می‌تواند آزار دهنده باشد. علاوه بر این قرارگیری معابر عمود بر جهت وزش باد باعث جمع‌شدن شن و ماسه در معبر و پشت دیوار می‌شود. در معماری بومی چنین مشکلاتی به ندرت دیده می‌شود. لذا در جزییات استقرار واحدهای مسکونی و سایر عملکردهای شهری می‌توان به این نوع نحوه جهت‌گیری ساختمان‌ها توجه کرد.

۵. در این مناطق عموماً ارتفاع ساختمان‌ها کوتاه بوده، محدودیت ارتفاع ساختمان‌های دو طرف معبر مانع به وجود آمدن تونل باد در معابر همسو با باد می‌شده است. عامل محدودیت ارتفاع به عنوان یکی از عوامل اصلی در ضوابط و مقررات شهرداری‌ها و نظام مهندسی ساختمان جهت طراحی ساختمان‌های جدید قابل استفاده خواهد بود.

۶. در سقف منازل قدیمی دریاچه‌های «کولک» یا بادگیر تعبیه می‌شود که همواره به سمت شمال و رو به بادهای شمالی و شمال غربی هستند. با اندک تغییراتی متناسب با تعداد طبقات در ساختمان‌های معاصر می‌توان از کولک به صورتی امروزی استفاده کرد. حتی می‌توان با پیش‌ساخته‌سازی و تولید انبوه این عنصر ارزشمند معماری بومی با مصالح امروزی، تلفیق مناسبی

میان معماری بومی و معماری معاصر ایجاد کرد.

۷. در قسمت شمال سقف‌های گنبدی که همیشه سایه بوده سوراخ‌هایی تعبیه می‌شود که به دورچه (دریچه) معروف است. این دورچه‌ها در دیوار پشت خانه‌ها (رو به باد و قسمت همیشه سایه) نیز قابل مشاهده بوده است. کار این دورچه‌ها جابجایی هوای گرم انباشته شده در زیر سقف و خنک کردن هوای داخل بوده است. استفاده از دورچه امروزه نه فقط در ساختمان‌های مسکونی بلکه در سایر عملکردها نظیر تجاری و اداری نیز کاربرد خواهد داشت.

۸. در سیستان برای اینکه بتوان هوای گرم را به هوای مرطوب و معتدل تبدیل کرد از خانه‌هایی به نام خارخانه یا به زبان محلی "خارخونه" استفاده می‌کنند. اطاقی با دیواره‌هایی از خارهای فشرده ساخته و با نصب ظروفی در پشت بام خارخانه‌ها و پر آب کردن این ظروف آب توسط لوله‌های مشبک از دیواره خارها پایین می‌ریزد و بادهای گرم محلی به هنگام عبور به دیواره مرطوب آن برخورد کرده و گرد و خاک خود را از دست می‌دهد، مقدار زیادی از حرارت آن کاسته شده و هوای خنک نسبی به داخل خارخانه می‌وزد. در نتیجه بین داخل و خارج خارخانه اختلاف درجه حرارت قابل توجهی ایجاد می‌شود. خارخانه‌ها و دیگر فضاهای مشابه آن با چنان ظرافت و دقت نظری در معماری بومی شکل گرفته‌اند که با شکلی ساده و با استفاده از مصالح در دسترس، گرد و خاک موجود در طوفان‌های دشت سیستان را گرفته و با خنک‌سازی هوای گرم کویر، هوای مطبوعی را برای ساکنین فراهم آورد. استفاده از خارخانه با تکنیک‌های جدید نظیر سیستم آب لوله کشی و پمپاژ مجدد آب یکی از راهکارهای اقلیمی معماری معاصر خواهد بود. به عبارت دیگر با حفظ ساختار کلی این روش، با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین در سیستم تأسیسات ساختمان می‌توان معماری پایدار اقلیمی را در طراحی معاصر مورد توجه قرار داد.

استفاده از عواملی نظیر خارخانه، دورچه، کولک، سورک و نظایر آن راهکارهای اقلیمی بسیار مناسبی هستند که در طول زمان‌های گذشته به عنوان مؤلفه‌هایی از اصول معماری بومی این منطقه در جهت تقابل با اقلیم سخت آن تعریف شده‌اند. امروزه با باز شناخت و بازتعریف این عوامل و تلفیق مناسب با ساختار معماری معاصر و فناوری‌های روز و سیستم‌های جدید تأسیساتی و همچنین با توجه به پیش‌ساخته‌سازی و تولید صنعتی این عناصر، می‌توان به نوعی معماری جدید دست یافت که ضمن بهره‌مندی از اصول و قواعد معماری معاصر، متضمن الگوهای معماری بومی بوده و در جهت ایجاد یک معماری با هویت و پایدار گام برداشت.

پی‌نوشت‌ها

۱. Koulak / ۲. Sourak / ۳. Dorche / ۴. Kharkhona / ۵. Ahtekan / ۶. Yaxdekan / ۷. Adorband / ۸. Tafo

فهرست منابع

- اخترکاوان، مهدی. ۱۳۹۱. تنظیم شرایط همساز با بوم و اقلیم ایران. تهران: انتشارات کلهر.
- ارمغان، مریم و گرجی مهلبانی، یوسف. ۱۳۸۸. ارزش‌های معماری بومی ایرانی در رابطه با رویکرد معماری پایدار، فصلنامه مسکن و محیط روستا، (۱۲۶): ۳۵-۲۰.
- اسدی، ابوالفضل. ۱۳۸۶. در جستجوی معماری پایدار ایرانی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، مشهد: دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد.
- افشار سیستانی، ایرج. ۱۳۸۳. نگاهی به سیستان و بلوچستان. تهران: انتشارات مهتاب.
- بذرافکن، نسیم. ۱۳۹۳. معماری بومی و اقلیمی سیستان، معماری همساز با اقلیم. سندج: دانشگاه کردستان.
- جانب‌اللهی، محمد سعید. ۱۳۷۵. مسکن بومی بلوچ. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، (۴۳): ۹۲-۱۱۸.
- حبیبی، محسن و دیگران. ۱۳۸۹. طراحی روستایی، مشارکت و توسعه پایدار. فصلنامه مسکن و محیط روستا، (۱۳۲): ۱۶-۳.
- دفترچه طرح جامع زابل. ۱۳۸۴. طرح جامعه زابل. زابل: شرکت طاش.
- سلیقه، محمد. ۱۳۸۲. توجه به باد در ساخت کالبد فیزیکی شهر زابل. مجله جغرافیا و توسعه، (۲): ۱۲۲-۱۰۹.
- شهبازی، مجید و ترابی، زهره. ۱۳۹۳. مقایسه باز تعریف و باز به کارگیری سنت در معماری معاصر ایران و اروپا. فصلنامه هویت شهر، (۱۹): ۴۸-۳۵.
- صیادی، سید احسان و مداحی، سید مهدی. ۱۳۹۱. معماری پایدار. تهران: انتشارات لوتوس.
- غفوری، محمد هیمین. ۱۳۹۰. مجموعه فرهنگی توریستی کوه خواجه. پایان‌نامه دوره کارشناسی. دانشگاه زابل: دانشکده هنر و معماری.
- محمودی، مهناز. ۱۳۸۷. فن‌آوری بادگیر در ایران. مجله معماری و ساختمان، (۱۶): ۹۷-۱۰۱.
- ملکزاده، مهرداد. ۱۳۸۰. نگاهی گذرا بر تاریخ و باستانشناسی سیستان. فصلنامه آثار، (۲): ۱۱-۷.
- مهدوی‌نژاد، محمدجواد. بمانیان، محمدرضا و مشایخی، محمد. ۱۳۹۰. آسبادهای قدیمیترین آسیاهای بادی در جهان. مجله نقش جهان، (۲): ۵۴-۴۳.
- میرشکاری، غلامرضا. استفاده از انرژی باد در تهیه مطبوع خانه‌های روستائی مناطق بادخیز. مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس سراسری روستا و انرژی. چابهار: استان سیستان و بلوچستان.
- میرلطفی، محمدرضا، توکلی، مرتضی و بندانی، میثم. ۱۳۹۱. بررسی تطبیقی وضعیت استقرار جهات جغرافیایی مسکن روستایی و مصرف انرژی در منطقه سیستان. فصلنامه مسکن و محیط روستا، (۱۳۸): ۵۲-۳۹.

Reference list

- Al-Sallal, K., et al. (2013). Designing a sustainable house in the desert of Abu Dhabi. *Renewable Energy*, (49):80-84.