

معماری

فصلنامه علمی-تخصصی معماری سبز
سال چهارم، شماره دوازده، پاییز ۱۳۹۷

کاربرد تئوری مبتنی بر عامل در طراحی پوسته‌های هوشمند
زهره سادات قاسمی، محمود گلابچی

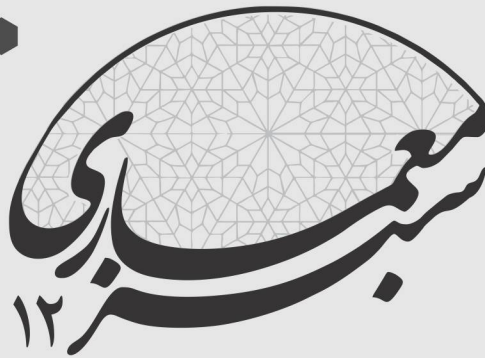
مقایسه تطبیقی فضای معماری کاروانسراهای عصر صفوی با رویکرد کالبدی
علیرضا مشبکی اصفهانی

کاربرد سطوح باز تولید انرژی و مصالح پیزوالکتریک در استادیوم‌های فوتبال
به منظور خودکفایی در تولید انرژی
شهناز پورناصری، زهره حسینی

گزارشی بر وضع موجود بازار ارومیه و بخش‌های منفک شده از آن در سده
اخیر
نادره شجاع دل

بررسی معماری پایدار با رویکرد به طراحی ساختمان‌های نوین
پریسا رضائی افراپلی

بررسی چگونگی تاثیر معماری پایدار و بومی بر منطقه اورامانات؛ نمونه
موردی: روستای اورامان تخت
پارسا انصاری، عطالله عرفانی



فصلنامه علمی - تخصصی معماری سبز
سال چهارم، شماره ۱۲، پاییز ۱۳۹۷

صاحب امتیاز و مدیر مسئول:
امیرحسین یوسفی
سر دبیر: میلاد فتاحی
مدیر داخلی: منیژه ملائی

اعضای شورای علمی نشریه:

جناب آقای دکتر محمدامین خراسانی عضو هیئت علمی دانشگاه تهران
جناب آقای دکتر غلامرضا شاملو عضو هیئت علمی دانشگاه بوعلی سینا همدان
سرکار خانم دکتر سارا مهدی زاده عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد
جناب آقای دکتر تقی حمیدی منش عضو هیئت علمی دانشگاه بوعلی سینا همدان
جناب آقای دکتر حسن دارابی عضو هیئت علمی دانشگاه تهران
جناب آقای دکتر سید محمدحسین آیت اللهی عضو هیئت علمی دانشگاه یزد
جناب آقای دکتر علی بیننده عضو هیئت علمی دانشگاه بوعلی سینا همدان
جناب آقای دکتر حمید میرجانی عضو هیئت علمی دانشگاه یزد
جناب آقای دکتر علی شهابی نژاد عضو هیئت علمی دانشگاه یزد
جناب آقای دکتر محسن عباسی عضو هیئت علمی دانشگاه یزد

۰۲۱ ۳۳۲ ۰۲۴ ۸۷



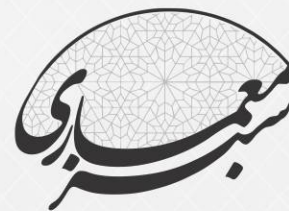
۰۲۶ ۳۲۷ ۲۴۷ ۸۷



۰۲۱ ۴۳۸ ۵۷۱ ۲۴

۰۲۶ ۳۲۷ ۲۴۷ ۵۸

تهران: افسریه ۱۵ متری چهارم، کوچه ۳۸، پلاک ۲۸، واحد ۲
کرج: چهارراه هفت تیر، خیابان لاله ۱، پلاک ۱۴، طبقه همکف



فراخوان پذیرش مقاله

مفهوم توسعه پایدار را می‌توان یک تغییر مهم در فهم رابطه انسان با طبیعت و خود دانست. توسعه پایدار، طراحی پایدار، معماری پایدار و مفاهیمی از این دست با توجه به شاعر نخستین‌شان، حفاظت از محیط‌زیست را با تغییر رویکرد نسبت به طبیعت مورد نظر قرار می‌دهند، ولی آنچه امروزه در محیط ساخته شده به دست انسان معتقد به مفهوم پایداری متجلی می‌شود، نوعی برخورد گسسته از طبیعت است که تنها به حفظ آن جهت بهره‌برداری نسل‌های آینده توجه می‌کند. اگرچه اصول معماری پایدار شامل گستره‌ای وسیع از روش‌های ابتدائی تا پیچیده‌ترین فن‌آوری‌های روز می‌باشد، اما مسأله مناسب بودن روش و مطابقت آن با زمینه‌های اجتماعی و فرهنگی عموم بهره‌برداران همواره به عنوان شاخصه‌ای کلیدی در این حوزه مطرح است.

موضوع معماری و شهرسازی پایدار از مباحث مهم در حوزه شهرسازی و معماری است که نگاه بخش وسیعی از صاحبان ادبیات علمی توسعه شهری و طراحان معماری را به خود جلب کرده است. در کشورما، علی‌رغم فعالیت‌های صورت گرفته در سال‌های اخیر، فقدان تجربیات علمی و پژوهشی که تبیین‌کننده مفاهیم و مباحث این حوزه باشد احساس می‌شود. فصلنامه معماری سبز به دنبال آن است که با گردهم‌آوردن آرای صاحبان اندیشه و دانش‌گاہیان به توسعه این زمینه در کشور کمک نماید. تحریریه به منظور انتشار گسترده پژوهش‌های روزآمد از اساتید، صاحب‌نظران، مهندسان، دانشجویان، کارشناسان، پژوهش‌گران و علاقه‌مندان علوم مهندسی، دعوت می‌کند تا با ارائه مقالات علمی ارزشمند خود، از طریق وبسایت نشریه به نشانی www.greenarchitecture.ir ضمن مشارکت فعال به غنای این نشریه کمک نمایند.

برای ارسال مقاله به نشریه در وبسایت نشریه ثبت‌نام نموده و با ورود به پنل کاربری، مقاله خود را ثبت کنید. پس از بررسی اولیه و داوری علمی از طرف تحریریه جهت انتشار مقاله با نویسنده مسئول تماس گرفته می‌شود.

موضوعات فصلنامه معماری سبز:

- معماری و شهرسازی پایدار
- آموزش معماری و شهرسازی
- طراحی معماری و مطالعات وابسته
- معماری و شهرسازی ایرانی، اسلامی
- معماری، پایداری فرهنگی و اجتماعی
- نقش محیط‌زیست و اقلیم در معماری و شهرسازی
- بهره‌گیری از فناوری‌های نوین در معماری و شهرسازی

فهرست مقالات

صفحه	عنوان مقاله
۱	کاربرد تئوری مبتنی بر عامل در طراحی پوسته‌های هوشمند زهره سادات قاسمی، محمود گلابچی
۱۱	مقایسه تطبیقی فضای معماری کاروانسراهای عصر صفوی با رویکرد کالبدی علیرضا مشبکی اصفهانی
۲۵	کاربرد سطوح بازتولید انرژی و مصالح پیزوالکتریک در استادیوم‌های فوتبال به منظور خودکفایی در تولید انرژی شهناز پورناصری، زهره حسینی
۳۷	گزارشی بر وضع موجود بازار ارومیه و بخش‌های منفک شده از آن در سده اخیر نادره شجاع دل
۴۵	بررسی معماری پایدار با رویکرد به طراحی ساختمان‌های نوین پریسا رضائی افراپلی
۴۹	بررسی چگونگی تاثیر معماری پایدار و بومی بر منطقه اورامانات؛ نمونه موردی: روستای اورامان تخت پارسا انصاری، عطاله عرفانی

کاربرد تئوری مبتنی بر عامل در طراحی پوسته‌های هوشمند

زهره سادات قاسمی^{۱*}، محمود گلابچی^۲

۱- کارشناس ارشد فناوری معماری

۲- استاد تمام دانشکده معماری دانشگاه تهران

zohre.ghasemi@outlook.com

چکیده

با پیشرفت روزافزون تکنولوژی و ظهور آن در همه ابعاد زندگی انسان، معماری نیز به سهم خود تحت تأثیر قرار گرفته است. از سوی دیگر با کاهش منابع سوخت‌های فسیلی و توجه جامعه جهانی به استفاده از انرژی‌های پاک و صرفه‌جویی در مصرف سوخت‌های فسیلی، در سال‌های اخیر شاهد توسعه معماری هوشمند و پاسخگو به محیط در سراسر جهان بوده‌ایم. پوست ساختمان به‌واسطه‌ی قرار گرفتن در مرز فضا و روبرو بودن با عوامل جوی نقش مهمی در کاهش یا افزایش مصرف انرژی دارد. به‌علاوه، به دلیل هزینه زیاد طراحی و اجرای پوسته، هوشمند بودن آن می‌تواند از طریق کاهش مصرف انرژی در ساختمان این هزینه را جبران نماید. در این میان تئوری مبتنی بر عامل در راستای کمک به این هدف می‌تواند نقش مؤثری داشته باشد. مجموعه عامل‌ها می‌تواند رفتارهای تعاملی هماهنگ یا تعاونی را به وجود بیاورند. عامل‌ها با ویژگی‌هایی همچون خودکار بودن، واکنش‌پذیری و فعال بودن امکان مدل کردن تعاملات غیرخطی و پیچیده را فراهم می‌کنند و به‌این ترتیب سیستم می‌تواند به‌طور مؤثر به هدف‌هایش دست یابد.

واژگان کلیدی: معماری هوشمند، کاهش مصرف انرژی، پوسته هوشمند، تئوری مبتنی بر عامل

۱- مقدمه

به‌طور کلی معماری پاسخگو در سراسر جهان به‌خصوص در شرق میانه و اروپا که الگوهای اقلیمی امکان ارتباط آزاد بین بیرون و درون را فراهم می‌آورد استفاده شده است. کلمه پاسخگو می‌تواند به‌عنوان عکس‌العمل مثبت و سریع تعریف شود. طراحی پاسخگو یک زمینه گسترده برای پوشش دادن حرکات کاربردی، پاسخگویی به محیط و اهداف زیبایی‌شناسانه است. این اهداف شامل سودمندتر ساختن ساختمان، کارایی بهتر انرژی و توزیع بهتر آن، زیبایی بیشتر و لذت‌بخش‌تر است. مزیت‌های معماری پاسخگو همچنین می‌تواند شامل طولانی‌تر شدن عمر ساختمان توسط سازگارشدن و انطباق بیشتر با کاربران باشد. فناوری‌های پیشرفته و متریال جدید پوشش‌های ساختمانی پاسخگو تولید کرده است، و از این طریق به بهره‌وری بهینه ساختمان و تجربه‌ای منحصر به فرد برای کاربران دست یافته است. این عوامل معماری را قادر خواهد کرد که جنبه‌های پدیدارشناسانه متفاوتی داشته باشد، که میان مردم و مکان ارتباط ایجاد می‌کند. (Gunderson 2015:1)

الگوی متعارف مربوط به استفاده از سیستم‌های ساده یا پیچیده‌ی مدیریت ساختمان، ارائه یک ساختمان با سیستم‌های فعال و کنترل‌هایی است که امکان فعالیت توسط موتور را برای آنچه ما ممکن است عملکردهای اساسی بنامیم فراهم می‌کند. این‌ها جنبه‌های مهم و سودمند تکامل مدیریت و کنترل خدمات ساختمان هستند. سیستم‌های معمولی مربوط به امنیت و فعال کردن خودکار و یا از راه دور لوازم است. مطالعه پوسته هوشمند، که بخشی از یک برنامه گسترده ساختمان هوشمند است، مربوط به عملکرد پاسخگوی آن است، گاهی اوقات و نه همیشه این موضوع مربوط به عملکرد محیطی کل ساختمان می‌شود، و شامل یک مقایسه بسیار نزدیک با ایده بیولوژیکی هوش و پاسخگویی، مانند آنچه در هوش طبیعی پوست انسان و علم هوش مصنوعی دیده می‌شود است. (Wigginton and Harris 2013:3)

یک پوسته انطباق پذیر با آب وهوا توانایی تغییر برگشت پذیر و مکرر عملکرد، ویژگی ها یا رفتار را در طول زمان در پاسخ به تغییر عملکرد مورد نیاز و شرایط مرزی متغیر دارد. با انجام این کار، پوسته ساختمان به طور موثر به دنبال بهبود کلی عملکرد ساختمان در مصرف انرژی اولیه با حفظ شرایط آسایش حرارتی و بصری قابل قبول است. (Loonen 2010:7)

در دنیای پیشرفته امروز، مسئله انرژی و کاهش سوخت های فسیلی از معضلات بسیار مهمی است که مشکلات عدیده ای را ایجاد می کند. با توجه به نقش اساسی و غیر قابل انکاری که ساختمان ها در مصرف سوخت و هدر رفتن انرژی ایفا می کنند، استفاده از تکنولوژی های جدید جهت کاهش مصرف انرژی های غیر قابل بازگشت و نیز ذخیره انرژی های پایا از مباحث عمده ای است که در معماری پایدار مطرح می شود. پیشرفت سریع و فراگیر شدن فناوری اطلاعات و ارتباطات، سبب ایجاد زمینه های مختلف و متنوع به کارگیری آن در تمامی ابعاد زندگی انسان شده است. یکی از مزایای رشد سریع فناوری اطلاعات توسعه سیستم هایی است که می توانند تغییرات را اندازه گیری کرده و تخمین بزنند و سپس در مقابل آن واکنش نشان دهند. پیشرفت در زمینه تغییر شیوه طراحی می تواند باعث بهبود شرایط محیط زیست فیزیکی شود. در نتیجه شاهد رشد چشم گیری در زمینه طراحی ساختمان هایی هستیم که از آن ها با عنوان ساختمان هوشمند یاد می شود. در این ساختمان ها تلفیق فناوری اطلاعات و سیستم های ارتباطی باعث ایجاد آسایش و امنیت بیشتر و صرفه جویی در هزینه ها به خصوص در مصرف منابع انرژی می شود. (ساعتچی اصل و فراویس ۱۳۹۱:۵) نمای ساختمان می تواند بین ۱۵ تا ۴۰ درصد کل بودجه ساختمان باشد، و به دلیل تاثیر آن بر هزینه خدمات ساختمان ممکن است هزینه را تا ۴۰ درصد افزایش دهد. در ساختمان های پیچیده، خدمات مکانیکی و الکتریکی می تواند ۳۰ تا ۴۰ درصد بیشتر از بودجه کلی ساختمان را تشکیل دهد. تحقیقات نشان می دهد که بین ۳۰ تا ۳۵ درصد از هزینه های اساسی یک ساختمان اداری با کیفیت بالا مربوط به خدمات ساختمان است و ۱۳ تا ۱۵ درصد نیز به خدمات محیطی اختصاص داده می شود. این خدمات به کنترل دمای داخلی و تهویه محیطی تقسیم می شود. در نهایت هزینه های طول عمر ساختمان، شامل تعمیر و نگهداری، جایگزینی و هزینه های انرژی به این هزینه ها اضافه می شود. (Wigginton and Harris 2013:3)

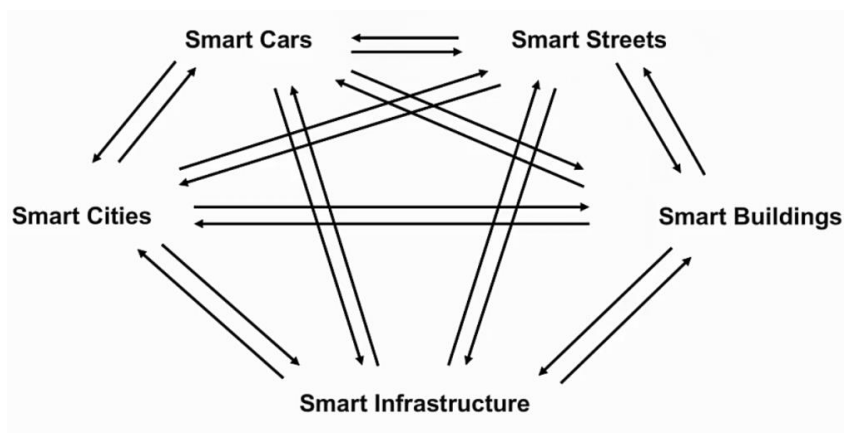
نظریه پرداز و مورخ، رینر بانهام، در سال ۱۹۸۴ در حالی که می گوید: «یک شیشه ی خود سازمان ده و قابل کنترل، بیش از حد انتظار، کوچک شمرده شده است»، نتیجه گیری می کند که اگر هزینه های واقعی انرژی به حساب آیند، اثبات می شود که فن آوری جدید از نظر اقتصادی عملی است. پیش بینی وی چندان هم اشتباه نبود چرا که کل توسعه های ایجاد شده در حیطه ی پوسته های هوشمند و پنجره های هوشمند براساس بهبود مصرف انرژی شکل گرفته اند. در واقع بیشترین سهم سرمایه گذاری بر مواد هوشمند در ساختمان بر این دو سامانه متمرکز دارند. علاوه بر این پنجره ها و پوسته ها عناصر مشخصه ی ظاهری یک ساختمان هستند و بدین ترتیب عملاً مهمترین موضوع مورد توجه معماران می باشند. (ادینگتون و اسکودک، ۱۳۹۰:۱۵۳)

۲- پیشینه پژوهش

از اواسط دهه ی ۱۹۴۰، صنعت اتوماسیون خانگی انقلابی را در محیط زندگی ما ایجاد کرده است که با مفهوم خانه هوشمند شناخته شده است. چشم انداز این صنعت مجهز کردن لوازم خانگی، ترموستات ها، لوازم روشنایی و غیره با ریزپردازنده هایی است که به آن ها اجازه می دهد با یکدیگر ارتباط برقرار کنند و به این ترتیب هوشمندانه رفتار کنند. با وجود سابقه طولانی خانه های کامپیوتری و اتوماسیون خانگی، این خانه ها هیچ گاه محبوبیت چندانی نداشته است زیرا هزینه های زیادی را به ساکنان تحمیل می کند. یکی از این هزینه ها، هزینه ی برنامه ریزی برای عملکرد مناسب سیستم است. رویکرد جایگزین در سال های اخیر با استفاده از حس گر ها و فناوری اطلاعات توانایی "خودبرنامه ریزی"، توسط مشاهده ی سبک زندگی و خواسته های ساکنان را توسعه داده است. (Mozer 1998:110)

ساختمان ها بزرگ تر و پیچیده تر شده اند، که تاحدودی مدیون کنترل آسایش مصنوعی و حمل و نقل عمودی، و افزایش سطح پیشرفت تکنیکی است. کامپیوترها می توانند به کارکرد یک ساختمان کمک کنند و وظایفی را که قبلاً وقت تعداد زیادی انسان را می گرفتند در چند ثانیه انجام دهند، روشنایی اتوماتیک، سیستم ثبت خطا و برنامه ریزی تعمیر و نگهداری مثال هایی در این زمینه هستند. در حال حاضر این موضوع به حوزه خودتشخیصی گسترش می یابد. فناوری های "هوشمند" به نظارت قابل توجهی بر مانیتورینگ تنش در ساختار هواپیما منجر شد. چنین تکنولوژی هایی موضوع اصلی کنفرانس های بین المللی "مواد هوشمند" هستند. توانایی ساختمان برای بررسی خود به طور منظم، و گزارش آن به مالکان و ساکنان خود به آسانی در رجوع به بسیاری از ویژگی های

آنها ممکن است، و این یکی از موضوعات مورد توجه برای ساختمان هوشمند به خصوص در مناطقی که احتمال تنش های غیرمعمول وجود دارد، مانند مناطق لرزه خیز، است. (Wigginton and Harris 2013:34)



شکل ۱- هوش در موضوعات مختلف

accessed online
Smart Cities course
www.courses.edx.org

مدل سازی مبتنی برعامل (ABM) یک رویکرد در حال ظهور با فرآیند پیچیده مدل سازی و پدیده ای در علوم اجتماعی در سال های اخیر است. همچنین به عنوان سیستم چندعامله (MAS)، شبیه سازی مبتنی برعامل (ABS)، یا مدل سازی مبتنی بر فرد (IBM) شناخته می شود. منشاء آن را می توان در اوایل دهه ۱۹۴۰ یافت، زمانی که اولین نمونه های "ماشین های سلولی"، شبیه سازی تعامل شبکه ها با همسایه هایشان به وسیله ی سوئیچ های خاموش-روشن، اختراع شد. شبیه سازی کامپیوتری عامل ها توسط رینولدز (۱۹۸۷) با معرفی ادراک فردی، هوش و رفتار با عامل های Boid^۲ او متحول شد، و از این رو این امکان را فراهم کرد که الگوها بر مبنای گروه بزرگی از واحدهای تشکیل دهنده شبیه سازی شود. علی رغم تاریخ طولانی آن، تنها در ۱۹۹۰ بود که الگوی مدل سازی عامل از هر دو جنبه مفهومی و محاسباتی کامل شد و به عنوان یک ابزار شبیه سازی عملی به کار گرفته شد و کاربرد آن در علوم اجتماعی و به اصطلاح تجزیه و تحلیل شهری پدیدار شد. در دو دهه گذشته، ABM به طور گسترده ای در مطالعات در این حوزه استفاده شده است. چنانکه Wooldridge گفته است: "زمانی بود که من مغرورانه معتقد بودم که من تمام مقالات کلیدی در زمینه سیستم های چندعامله را خوانده ام، و دانش کاری پایه از تمام تکنیک ها و مسائل تحقیقاتی اصلی دارم. خوب، اگر که تا به حال درست بود، قطعاً همیشه نیست، و برای نزدیک به دو دهه اینطور نیست: زمان طولانی گذشته است از زمانی که یک فرد می توانست یک درک عمیق از تمام حوزه تحقیقاتی سیستم های چندعامله داشته باشد." (L. Chen 2012:167)

۳- تعاریف ساختمان هوشمند

از نظر گروه های مختلف تخصصی در جهان، تعاریف و تعبیرهای متفاوتی برای ساختمان های هوشمند ارائه شده است. همچنین شهرهای هوشمند و مجامع مرتبط بسیاری در این خصوص وجود دارند که هر کدام با توجه به نوع فعالیت و گستردگی حوزه عمل خود، تعاریف خاصی در این خصوص ارائه می نمایند. سمپوزیوم بین المللی معماری در سال ۱۹۸۵ در تورنتو تصریح کرد: یک ساختمان هوشمند آمیزه ای است از ابداعات (خواه این ابداعات تکنولوژیک باشد یا خیر) به همراه مدیریتی بدون نقص که در این راستا و با داشتن این دو ویژگی سرمایه صرف شده تا حد زیادی بازگردد. این تعریف علاوه بر لزوم وجود ابداع و نوآوری و استفاده از تکنولوژی این موضوع را نیز یادآوری می کند که یکی از اهداف ساخت ساختمان های هوشمند، این است که ساختمان هایی ساخته

1- Cellular automata

2- Boids agents

شوند که هر چه بیشتر سرمایه‌ای را که در ساخت‌وساز آن‌ها صرف شده است برگردانند که این سرمایه مسائل مختلفی را از جمله انرژی را در بر می‌گیرد. (ساعتچی اصل و قراویس، ۱۳۹۱: ۵)

۳-۱- گروه ساختمان هوشمند اروپا:

هر ساختمانی که تامین‌کننده یک محیط پاسخگو و موثر باشد که هدف‌های اقتصادی ساختمان از طریق آن دست یافته شود، ساختمان هوشمند است. ساختمان‌های هوشمند بهترین ایده‌ها، مصالح، سیستم‌ها و تکنولوژی‌ها را هماهنگ و ترکیب می‌کند. این اجزا برای رسیدن به عملکرد بهتر در ساختمان‌ها با هم ترکیب می‌شوند. (ساعتچی اصل و قراویس، ۱۳۹۱: ۵)

۴- تعریف عامل

متاسفانه، علی‌رغم استفاده متداول آن، هیچ تعریف منحصر پذیرفته‌شده جهانی از عامل وجود ندارد. تعاریف موجود از عامل زیاد و متنوع است، اعم از تعاریف ابتدایی و سست به عنوان یک عامل فردی مانند "تنها چیزی که درک می‌کند و عمل می‌کند" تا تعاریف استادانه و دقیق مانند "عامل‌های مستقل سیستم‌های محاسباتی هستند که ساکن برخی محیط‌های دینامیک پیچیده هستند، حس می‌کنند و به صورت خودکار در محیط عمل می‌کنند، و به این وسیله به مجموعه‌ای از اهداف یا وظایفی که برای آن‌ها طراحی شده‌اند تحقق می‌بخشند." راسل و نورویگ گفته‌اند: "مفهوم یک عامل به معنی یک ابزار برای تجزیه و تحلیل سیستم‌ها است، نه یک توصیف مطلق که جهان را به عامل‌ها و غیرعامل‌ها تقسیم می‌کند." (L. Chen 2012:168)

Wooldridge و Jennings ویژگی‌های عامل‌ها را به این صورت خلاصه می‌کنند: خودکاربودن، دارای توانایی اجتماعی، واکنش‌پذیری و فعال بودن. آن‌ها تعریف عامل را به صورت جامع و مختصر رسمی کردند، که اینگونه بیان می‌کند: "یک عامل یک سیستم کامپیوتری است، واقع در برخی از محیط‌ها، که قابلیت عمل کردن اتوماتیک به صورت انعطاف‌پذیر را دارد تا به هدف‌های طراحی دست پیدا کند". این تعریف بر روی دو ویژگی اصلی عامل‌ها تاکید دارد که معمولاً توسط افراد مشغول به کار در زمینه‌های مرتبط مورد توافق است: استقلال و توانایی اجتماعی. مستقل بودن به این معنی که یک عامل باید قادر به بکارانداختن، انجام دستورالعمل‌ها و گرفتن تصمیمات بدون دخالت مستقیم دیگران باشد، و بر اعمال آن‌ها و محیط داخلی کنترل داشته باشد، اجتماعی بودن به این معنی که یک عامل بخشی از یک جامعه است، که قادر به تعامل با عامل‌های دیگر به منظور تکمیل وظایف خاص آن‌ها و کمک به دیگران با فعالیت‌های خود است. این دو ویژگی کلیدی سیستم مبتنی برعامل را از الگوهای نرم‌افزاری دیگر مانند برنامه‌نویسی شی‌گرا و محاسبات توزیع متمایز می‌کند. (L. Chen 2012:168)

توسط تعریف، خودکاربودن و ویژگی‌های اجتماعی عامل‌ها امکان مدل کردن تعاملات غیرخطی و پیچیده میان آن‌ها را فراهم می‌کند که منجر به رفتارهای جمعی و پدیده‌های نوظهور مانند خودسازمان‌دهی می‌شود. دوما، در ABM، مکاتبات هستی‌شناختی میان عامل‌های کامپیوتری در مدل و بازیگران جهان واقعی آسان می‌شود و ارائه این بازیگران و محیط زیست و ارتباط آن‌ها آشکار می‌شود. سوما، ABM می‌تواند داخل هر محیط سیستم داده شده با تنظیم آزادانه پیچیدگی عامل‌ها تعریف شود، ABM همچنین می‌تواند در سطوح مختلفی از انتزاع کار کند. (L. Chen 2012:168)

۵- تغییرپذیری

ایده ارائه تغییرپذیری به ساختار ساختمان برای پاسخ به تغییرات، به جای اتکا به خدمات ساختمان، مزایای فوق‌العاده‌ای دارد. این ایده از کرکره و پرده شناخته شده است. برای ارائه یک پوست هوشمند، با توانایی ارائه یک سیستم "پاسخگو" که بتواند برای بهبود عملکرد انرژی و آسایش داخلی ساختمان، و ارائه یک پاسخ بهینه به تغییرات خارجی، به‌طور فیزیکی واکنش نشان دهد، ایده‌ها و اصول که قبلاً در ساختمان مقرر شده‌است به‌سادگی گسترش می‌یابد، و این ایده با پیشنهاد‌های داروین، کسی که معتقد بود قابلیت زنده ماندن وابسته به توانایی سازگاری با تغییرات محیطی است، سازگار است. (Wigginton and Harris 2013:30)

یکی از قوی‌ترین نمونه‌های مزایای بالقوه تغییرپذیری، به‌ویژه اگر اتوماتیک باشد، مربوط به تعامل میان نور و گرما است. در طراحی ساختمان، بازشوها برای منظر و نور به مدت طولانی به‌عنوان نقاط ضعف در شرایط حرارتی در نظر گرفته می‌شد. علی‌رغم افزایش پنج برابری استفاده از شیشه، این مشکل باقی است. تابش‌های خورشیدی موج کوتاه از شیشه عبور می‌کنند، و این همیشه مطلوب نیست. شیشه همچنین به‌طور قابل‌مقایسه‌ای برای انتقال حرارتی، جریان گرمای ناشی از انتقال و هدایت گرمایی، نفوذپذیر

است. این امر توسط توسعه‌های اخیر در شیشه‌های پیشرفته، که می‌تواند به‌طور ذاتی ویژگی‌های خود را به‌صورت فیزیکی تغییر دهد (مانند ترموکرومیک‌ها)، یا تغییر آن‌ها به‌صورت الکتریکی در "ضربه‌ی یک سوئیچ" با استفاده از ابزار کروموتونیک باشد (مانند شیشه‌های الکتروکرومیک)، جبران شده‌است. یک شاتر عایق می‌تواند بر انتقال حرارتی بازشوهای شیشه‌ای به‌طور قابل‌توجهی تأثیر گذارد. از طریق پوست هوشمند چنین تغییراتی، در ارتباط با هردو مورد انتقال و تابش، می‌تواند به‌صورت خودکار یا مستقل فعال شود. نفوذپذیری پوست ساختمان نسبت به نور، گرما و هوا، و شفافیت آن‌ها باید قابل کنترل باشد و قابلیت اصلاح داشته باشد، بنابراین می‌تواند در مقابل تغییرات شرایط اقلیمی محلی عکس‌العمل نشان دهد. (Wigginton and Harris 2013:30,31)

ساکنان ساختمان‌ها تأکید زیادی بر نیاز به کنترل شخصی محیط خود دارند. به‌طور کلی این موضوع اغلب می‌تواند به ضرر محیط ساختمان باشد. ایجاد یک پرده برای جلوگیری از انعکاس نور می‌تواند نفوذ تابش ارزشمند خورشید که می‌تواند ساختمان را گرم کند از بین ببرد، درست همانطور که بازکردن یک پنجره به دلیل تمایل فرد به هوای تازه می‌تواند تعادل حرارتی کل ساختمان را تضعیف کند. حفظ تعادل میان دریافت آبی آسایش، و آسایش روزانه، یکی از وظایف پوست هوشمند است. (Wigginton and Harris 2013:20)

در عمل، هوش ساختمان اغلب در رابطه با ساختمان‌هایی که احتمالاً مدیریت پیچیده کابل، لایه‌های طراحی انطباق‌پذیر و انعطاف‌پذیر، یا سیستم‌های کنترل کامپیوتری پیچیده را ترکیب می‌کنند به‌کار می‌رود. پروفیسور Walter Kroner از موسسه Rensselaer Polytechnic ادعا می‌کند که بسیاری از ساختمان‌های به‌اصطلاح هوشمند صرفاً فرم معمارانه "توسعه الکترونیکی" هستند.

تعریفی که از یک مطالعه انجام شده توسط DEGW و Technibank در ۱۹۹۲ به‌دست آمده است، یک ساختمان هوشمند را با عنوان "هر ساختمانی که یک محیط پاسخگو، موثر و حمایتی را فراهم می‌کند که در آن سازماندهی می‌تواند به اهداف کسب‌وکار دست یابد" توصیف می‌کند.

۶- توانایی‌های یادگیری

به موازات داشتن قابلیت تغییر، پوست نیاز به "دانستن" زمان عمل کردن، و چرایی آن دارد. با گذشت زمان، پوست هوشمند، با برخی از ویژگی‌های هوش بشری، باید برای توانایی یادگیری، توانایی تنظیم و تطبیق، برای برخورد با شرایط جدید، و توانایی پیش‌بینی آینده توسعه یابد. پیشرفت در علم شناختی به آن معنی است که پوست هوشمند می‌تواند واقعا توانایی‌های یادگیری الگوهای مورد استفاده و پاسخ‌های بهینه به شرایط اقلیمی خاص را توسعه دهد. این بخشی از تکامل ساختمان هوشمند است. (Wigginton and Harris 2013:31)

یک ساختمان هوشمند ممکن است در برخی از جنبه‌ها حتی بهتر از ساکنانش گزینه داشته باشد، برای مثال در غرایز (از پیش برنامه‌ریزی شده) آن‌ها برای بهره‌وری انرژی. یک کاربر ممکن است با خوشحالی در زمستان یک پنجره را باز بگذارد درحالی‌که گرما به فضا ارائه می‌شود. هوش ساختمان به‌جای جبران عملکرد نامناسب انسانی با پمپاژ گرما به "منطقه تحت تأثیر"، تصمیم این کاربر را با کاهش اتوماتیک گرما برای آن منطقه جبران می‌کند، ساختمان می‌تواند با یک هشدار عدم آسایش، مشابه واکنش انسان به درد اما در فرم ملایم، پاسخ دهد. یک استراتژی ترکیبی برای کنترل کاربر و نظارت کامپیوتری تضمین می‌کند که مصرف انرژی به حداقل رسیده است و ساکنان ساختمان را به‌نحوی که آن‌ها به آن عادت دارند محافظت کرده است. (Wigginton and Harris 2013:32)

پوست هوشمند می‌تواند توانایی یادگیری داشته‌باشد. برخی از نمونه‌های موردی اطلاعات آب‌وهوایی فعلی و پیش‌بینی شده را برای محاسبه گرمایش، روشنایی و سطح سایه بهینه برای ساختمان استفاده می‌کنند. شبکه‌های عصبی و الگوریتم‌های نرم‌افزاری مبتنی بر دانش، در ترکیب با منطق فازی، ساختمان‌هایی با توانایی یادگیری ویژگی‌های حرارتی و وضعیت انرژی خودشان، داده‌های آب‌وهوایی اخیر و یا تاریخی مرتبط، و شرایط آب‌وهوایی غالب ارائه می‌کنند. (Wigginton and Harris 2013:39)

در کتاب Brian Atkin، ساختمان‌های هوشمند، به سه ویژگی که یک ساختمان هوشمند باید داشته باشد اشاره شده است: ساختمان باید آنچه در داخل و خارج اتفاق می‌افتد را فوراً "بداند".

ساختمان باید کارآمدترین راه برای ارائه یک محیط مولد، راحت و مناسب برای ساکنان را "انتخاب کند".

ساختمان باید به سرعت به نیازهای ساکنان "پاسخ دهد". (Wigginton and Harris 2013:22)

در زمینه پوست ساختمان به عنوان بخشی از سیستم کلی ساختمان، مهم است که مرزهای تکنیکی و فضایی آن را در نظر بگیریم. واژه "پوست" بر مقایسه نزدیک با اپیدرم انسان، بزرگ‌ترین ارگان بدن انسان تاکید دارد، همچنین کیفیت یکپارچه و ذاتی ساختار کلی ساختمان را در بر می‌گیرد، و به خاصیت روکش مرتبط با رویکرد "روکش شکلات" برای طراحی ساختمان که در معماری مراکز تجاری رایج است اشاره دارد. پوست به عنوان بخشی از متابولیسم و مورفولوژی کلی ساختمان عمل می‌کند، و اغلب به بخش‌های دیگر ساختمان، شامل سنسورها، عمل‌گرها و سیم‌های فرماندهی آمده از سیستم مدیریت ساختمان متصل خواهد بود. (Wigginton and Harris 2013:27)

پوست هوشمند به عنوان یک کنترل‌کننده‌ی فعال و پاسخگوی تغییرات رخ داده میان محیط داخلی و خارجی، با توانایی فراهم کردن آسایش بهینه، توسط تنظیم اتوماتیک خود، و تصحیح خودتنظیم ساختار خود ساختمان، تعریف می‌شود. فرض بر این است که این فرآیند با حداقل استفاده از انرژی و کمترین اتکا به وارد کردن انرژی به دست می‌آید. ساختار هوشمند پوشش ساختمان یک پوشش دینامیک، انطباق‌پذیر و انعطاف‌پذیر است، و نه یک پوشش ساکن استاتیک. اطلاعات برای کمک به کنترل و پاسخگویی از طریق سنسورهای مختلف، و پیکربندی ساختار جمع‌آوری می‌شود، و بنابراین رفتارها طی فرآیند قابل پیش‌بینی اصلاح می‌شود. (Wigginton and Harris 2013:27)

۷- اطلاعات زمینه‌ای

از نقطه نظر "آگاهی زمینه"، انطباق به معنی در اختیار داشتن نهادهای هوشمند با توانایی حس کردن و پاسخگویی به تغییرات در شرایط خارجی، تنظیم توابع داخلی، و اتخاذ اقدامات در مواجهه با نیازهای جاری به صورت مستقل، است. به علاوه، میزان انطباق‌پذیری یک ساختمان بیانگر آن است که، جدا از ساختن فرضیه منطقی، نهادهای هوشمند توانایی برقراری ارتباط و تعامل با کاربران را افزایش داده‌اند. زمینه، بیانگر اطلاعات موقعیتی است، آگاهی سیستم از زمینه می‌تواند استخراج، تفسیر و به عنوان اطلاعات زمینه‌ای استفاده شود، همچنین برای تنظیم توابع، و ارائه برنامه‌های کاربردی برای کاربران یا برای به انجام رساندن مأموریت به کار رود. در بررسی از پایین به بالا، تمام ساختمان‌ها شامل تعداد زیادی سوئیچ هستند، و این سوئیچ‌ها-مانند سلول‌های مغزی-می‌تواند برای ساخت یک سیستم منطقی استفاده شود. در بررسی از بالا به پایین، ساختمان‌ها و اطراف آن‌ها شامل اطلاعات زمینه‌ای درباره چه کسی، چه چیزی، چه وقتی، و کجا هستند. چگونه ما این اطلاعات را اعمال کنیم، و باید برای چه هدفی از این اطلاعات استفاده کنیم؟ به منظور به دست آوردن و استفاده از اطلاعات زمینه‌ای کارآمد، یک ساختمان باید شامل یک نهاد هوشمند با توانایی پردازش اطلاعات و استنباط معنای آن‌ها باشد. (S.-Y. Chen, Chang, and Al-Qutayri 2010:63)

از دیدگاه خرد، محتوای اصلی مکانیسم‌های انطباق‌پذیر در یک پلت فرم تئوری عامل هوشمند یکپارچه شده است (این مفهوم شامل آگاهی زمینه‌ای، رابط^۲ و طراحی پایگاه داده است). ابعادی که باید در نظر گرفته شوند شامل ورودی ادراک شرایط (از جمله اطلاعات مربوط به کاربران و محیط)، مدل‌های اقدام خروجی (به عنوان مثال پوسته هوشمند، شامل ویژگی‌های پوسته و تغییرات در ترکیب هر سطح)، و مکانیسم‌های محاسباتی امکان‌پذیر برای انجام پردازش و ارزیابی (از جمله قوانین و شبکه عصبی و تئوری فازی، درایو مکانیسم‌های محاسباتی و انتخاب اثرات تطبیقی بهینه‌سازی شده و اقدامات براساس شرایط ورودی و خروجی) است. (S.-Y. Chen, Chang, and Al-Qutayri 2010:66)

در یک محیط زندگی بر مبنای عامل^۳، محققان و طراحان، به مدت طولانی درباره‌ی چگونگی انتخاب تکنولوژی‌های مناسب سردرگم بوده‌اند، و درباره چگونگی برخورد با این تکنولوژی‌ها نامطمئن هستند. برای مثال، سیستم محاسبات مبتنی بر قواعد که از منطق باینری استفاده می‌کند در ساختمان هوشمند تلویزیون وین به کار رفته است. یک ساختار گره کنترل سلسله‌مراتبی پراکنده^۴ را به کار می‌گیرد، که در آن گره‌ها پردازش اطلاعات و نقاط کنترل تصمیم‌گیری-ساخت را تشکیل می‌دهند. در نتیجه، بیشتر فراکنترل‌کننده‌ها باید به عنوان تعدادی از دستگاه‌ها اضافه شوند. واقعیت این است که تشخیص عناصر ماژول در سیستم آسان نیست و کنترل و شرح قانون‌ها را مشکل می‌کند. در مثالی دیگر، خانه انطباق‌پذیر (Mozer 2005) یک سیستم کنترل عصبی مرکزی به نام "کنترل تطبیقی محیط خانه (ACHE)"، با یک تعادل بهینه میان راحتی حداکثر کاربران و مصرف انرژی حداقل به کار گرفته

1 chocolate wrapper

2 interface

3 agent-based

4 hierarchical control node structure

شده است. با این حال، در ارزیابی این سیستم دو مشکل اساسی پیدا شده است که باعث همگراد شدن سیستم عصبی در یک حالت مصرف انرژی کم و راحتی کم شده است: مشکل اول این است که کنترل کننده سیستم اغلب به آهستگی پاسخ می دهد یا به درستی کار نمی کند، و مشکل دوم عملکرد نامناسب کاربر است. در نتیجه، سیستم تمایل به خراب شدن دارد، و این باعث می شود که سیستم محاسباتی عصبی مرکزی یادگیری نادرست داشته باشد. (S.-Y. Chen, Chang, and Al-Qutayri 2010:67)

انتخاب یک مکانیسم محاسباتی بر مبنای عامل^۱ باید با در نظر گرفتن همزمان ۳ مورد موقعیت، تئوری مکانیسم محاسبات و تکنولوژی سخت افزار و نرم افزار انتخاب شود. بنابراین استفاده از مفهوم نروفازی^۲ در ترکیب با منطق فازی با یک شبکه عصبی به عنوان مکانیسم محاسباتی بر مبنای عامل^۳ پیشنهاد می شود. این رویکرد منطق بشری را با یادگیری منطقی و توانایی انطباق دادن همراه می کند. یک سیستم نروفازی این توانایی را دارد که اجازه دهد یک پوسته هوشمند براساس نمونه ای اطلاعات مبتنی بر تجربه کاربر، قوانین را تنظیم کند یا تغییر دهد. به بیان دیگر، یک سیستم نروفازی از گام های (۱) فازی کردن^۴ ورودی از ارزش های واضح و یک تابع عضویت^۵، تعریف یک پایگاه قوانین فازی، (۳) استنتاج فازی^۶ خروجی از تابع عضویت، و (۴) غیرفازی کردن^۷ برای ایجاد یک ساختار شبکه عصبی شبه چند لایه تشکیل شده است. یادگیری نروفازی وابسته به آموزش است. (S.-Y. Chen, Chang, and Al-Qutayri 2010:68)

۸- ایجاد یک پوسته هوشمند مبتنی بر عامل

یک پوسته هوشمند به عنوان یک روکش ساختمان که توانایی انجام فعالیت های هوشمند انطباقی به وسیله تغییر در پوسته و لایه های آن را دارد تعریف می شود (از طریق عکس العمل^۷، عمل^۸، تعامل^۹ و ارتباطات^{۱۰})، از جمله محاسبات و استنباط براساس درک کردن اطلاعات خارجی مفید، و در نتیجه می تواند نیازهای کاربران را از جمله راحتی و پایداری محیط زیست برطرف نماید. تا آنجا که به فاکتورهای ادراک مربوط می شود، اطلاعات موثر به دو دسته اطلاعات محیط – "مکان"^{۱۱} و اطلاعات کاربران داخلی تقسیم می شود، یک پوسته هوشمند همچنین به سیستم های سخت افزاری و نرم افزاری متشکل از سنسورها، تجهیزات محاسباتی، و عناصر محرک ساختمان برای دستیابی به ادراک^{۱۲} – محاسبه^{۱۳} – به کاراندازی^{۱۴} – ارتباطات توابع آگاهی از زمینه^{۱۵}، وابسته است. فاکتورها و متغیرهای اصلی محیط بر مبنای درایور اشیاء هوشمند مبتنی بر عامل به شرح زیر عمل می کنند:

اطلاعات به دست آمده از محیط و مکان می تواند به اطلاعات داخلی و خارجی طبقه بندی شود. اطلاعات خارجی شامل مواردی مانند نور، صدا، هوا، رطوبت و منظره است. اطلاعات داخلی شامل روشنایی، دما، رطوبت، امنیت و سلامتی است. اطلاعات مفید کاربران شامل موارد روانی و فیزیولوژیکی، اطلاعات روانی شامل شادی، دوست داشتن/دوست نداشتن، حفظ حریم، ترجیحات؛ اطلاعات فیزیولوژیکی شامل مکان، وضعیت، سن، جنس، قندخون، ضربان قلب، و حقیقی/حقوقی است. اقدامات تطبیقی از پوسته بیرونی می تواند به شکل تغییرات در پوسته و یا در لایه های مختلف باشد. (S.-Y. Chen, Chang, and Al-Qutayri 2010:68)

اقدامات تطبیقی انجام شده توسط پوسته می تواند به تغییرات در عملکرد و تغییرات جنبشی تقسیم شود. تغییرات عملکردی شامل تغییرات در ظاهر، متریال، رنگ، ضخامت، چگالی، الگو، یا ترکیب و تطبیق است. تغییرات جنبشی شامل تغییرات در روش باز شدن ها (مانند تغییر در شکل باز شو یا سائز آن)، جابجایی، حرکت انتقالی، چرخش (تغییر زاویه)، و تغییر در درجه (مانند تغییر در شفافیت یا چگالی) می شود. با توجه به امکانات سخت افزاری و نرم افزاری، جدا از نصب سنسورها و عمل گر ها و همفکری کردن با

1 agent computing mechanism

2 neuro-fuzzy

3 agent computing mechanism

4 fuzzification

5 fuzzy inference

6 defuzzification

7 reaction

8 action

9 interaction

10 communication

11 the place

12 perception

13 computing

14 actuation

15 communication context awareness functions

یک پایگاه داده زمینه‌ای^۱ که حاوی اطلاعات حرکت و ادراک پیش از آن است، باید همچنین توزیع، چگونگی و تراکم سخت‌افزار سنسور و عمل‌گر و زمان اقدام آن‌ها، مانند زمان اقدامات مستمر، زمان اقدامات متناوب، و تنظیمات دوره‌ای اقدامات، در نظر گرفته شود. (S.-Y. Chen, Chang, and Al-Qutayri 2010:68) به طور مختصر، عناصر اصلی یک پوسته هوشمند از اطلاعات جمع‌آوری شده از خروجی سنسورها، استنتاج و محاسبه انجام شده توسط پردازشگرها، و جابه‌جایی نهایی عمل‌گرها (عناصر معمارانه) تشکیل شده است. یک پوسته هوشمند می‌تواند با توجه به تغییرات در محیط خارجی به منظور حفظ بهینه راحتی کاربر و پایداری محیط زیست تغییر کند و تنظیم شود. (S.-Y. Chen, Chang, and Al-Qutayri 2010:69)

۹- استفاده از تئوری عامل هوشمند^۲

یک سیستم کنترل مبتنی بر عامل می‌تواند به دو بخش پاسخگو برای توصیف کردن و تنظیمات پاسخ‌ها و اقدامات ابزارهای هوشمند تقسیم شود. مورد اول شامل یک ماژول عامل هوشمند مستقل و طرح‌ها و مکانیسم‌های محاسباتی است و مورد دوم شامل مجموعه عامل هوشمند و مدل تعاملی آن است. عامل‌های نرم‌افزاری قادر به درک محیط و انتخاب یک اقدام^۳ برای پیاده‌سازی تاثیر محیط هستند. به اصطلاح ادراک توسط سنسورها انجام می‌شود به صورتی که اطلاعات از محیط دریافت می‌شود، به بیان دیگر اقدامات به توانایی عامل‌ها برای تاثیر از محیط بازمی‌گردد. عامل‌ها باید قادر باشند به سرعت واکنش نشان دهند، و باید همچنین فعالانه برای رسیدن به اهداف خود کار کنند. کلید ایجاد تعادل بین عمل و عکس‌العمل در تغییرات وضعیت نهفته است؛ شرایط خاص می‌تواند به عنوان وقایع شناخته شود. (S.-Y. Chen, Chang, and Al-Qutayri 2010:70)

برنامه‌ها و زیربرنامه‌ها باید تدوین شود تا اطمینان حاصل شود که سیستم می‌تواند به طور موثر به هدف‌هایش دست‌یابد؛ این برنامه‌ها و زیربرنامه‌ها علت و تاثیر ارتباط بین رخداد‌های ادراک شده و اقدامات خروجی را شرح می‌دهد. در نتیجه، هر ماژول اساسی عامل^۴ مرکب از سنسورها، مکانیسم‌های محاسباتی و عمل‌گرها، از جمله سخت‌افزار و نرم‌افزار، است. عامل‌های نرم‌افزاری اطلاعات دریافت شده از سنسورها یا عامل‌های دیگر را از طریق یک مدل رویدادمحور پردازش می‌کنند، و سپس اجزای داخل ساختمان بر حسب پلان‌ها و زیرپلان‌ها جلو می‌روند، و عکس‌العمل، فعالیت، و رفتارهای تعاملی انطباق‌پذیر انجام می‌شود. عکس‌العمل^۵ به اقدام فوری انجام شده توسط یک عامل پس از دریافت اطلاعات بدون انجام محاسبات اشاره دارد. فعالیت^۶ به اقدام صورت گرفته به پیروی از محاسبات پس از دریافت اطلاعات اشاره دارد. تعامل^۷ به ارتباط میان یک عامل با عامل‌های دیگر یا یک شخص توسط یک رابط اشاره دارد. (S.-Y. Chen, Chang, and Al-Qutayri 2010:70)

مجموعه عامل‌ها می‌توانند رفتارهای تعاملی هماهنگ یا تعاونی را (شامل ارتباطات یک به یک، یک به چند و چند به چند) از طریق پروتکل‌های ارتباطی متداول، پایگاه داده‌های به اشتراک گذاشته شده، پیام‌ها و پیام‌های منتقل شده توسط مجموعه عامل‌ها به وجود بیاورند. سطوح و روابط پیرو از عامل‌ها با یک جامعه ممکن است تغییر کند، به صورتی که آن‌ها برای دستیابی به یک هدف یا مأموریت دوباره به هم وصل شوند. یک پوسته هوشمند مبتنی بر عامل به سه عنصر اصلی نیاز دارد: سنسورها، یک ابزار محاسبه و عمل‌گرها. یک ثبت کننده داده^۸ یک ابزار محاسباتی و یک مرکز اکتساب داده است؛ توانایی دریافت داده از سنسورهای متعدد را دارد و امکان طراحی برنامه را فراهم می‌کند. با استفاده از ثبت کننده داده به عنوان هسته محاسباتی پوسته هوشمند، پردازش داده انجام می‌شود. (S.-Y. Chen, Chang, and Al-Qutayri 2010:72) اگر یک تابع آگاهی از زمینه مبتنی بر تجربه کاربر را به عنوان یک هدف طراحی عامل در نظر بگیریم، منطق فازی از آنجا که می‌تواند یک طبقه‌بندی نزدیک به انسان از احساسات و روش استنباط داشته باشد نسبت به بقیه مکانیسم‌های استنباطی برتر است، و همچنین می‌تواند اثرات خروجی مکانیکی مداوم تولید کند. به عبارت دیگر، چنین سیستمی نیازی به پیروی از مقدار آستانه محدودیت‌های استدلال مبتنی بر قانون، که باعث ناپیوستگی اقدامات می‌شود، ندارد. به غیر از داشتن ویژگی‌های یادگیری بیولوژیکال یا انسانی و انتقال تجربه به دست آمده از استنتاج خبره‌ها، یادگیری

1 contextual

2 intelligent agent theory

3 action

4 agent's basic module

5 reaction

6 proaction

7 Interaction

8 data logger

نروفازی از یادگیری نادرست و معیوب جلوگیری می‌کند. نتایج شبیه‌سازی وضعیت نشان می‌دهد که استفاده از عامل‌هایی که تنها دارای توانایی محاسبات وابسته به استنتاج هستند در برقراری یک عملکرد آگاهی از زمینه مبتنی بر تجربه کاربر ناکافی است. در عوض، عامل‌ها باید دارای توانایی یادگیری باشند، و با تکیه بر یادگیری دائمی برای رسیدن به آشنایی و به‌دست آوردن تجربه زندگی کاربران توانا باشند. (S.-Y. Chen, Chang, and Al-Qutayri 2010:81)

Chen Yuan Chen و Shu-Fen Chang در مقاله خود در سال ۲۰۱۰ تأیید کردند که عامل‌ها می‌توانند متکی بر استنتاج منطق فازی و یادگیری نروفازی برای استفاده از تجربه کاربر برای تنظیم درجه پشتیبانی قوانین فازی، و در نتیجه حذف تفاوت بین قوانین خبره و استفاده واقعی باشند. علاوه بر این، در یک محیط دارای فاکتورهای پیچیده بسیار، عامل‌های مستقل نمی‌توانند به آسانی مأموریت خود را در انزوا کامل کنند. در عوض، مجموعه‌ای از عامل‌ها باید با تکیه بر همکاری و هماهنگی مشکلاتی که با آن مواجه‌اند را حل کنند. به‌طور خاص، زمانی که اقدامات عامل‌ها باعث تضادها و ایجاد معضلات می‌شود، همکاری و هماهنگی مجموعه عامل‌ها برای برطرف کردن مشکل موردنیاز است. (S.-Y. Chen, Chang, and Al-Qutayri 2010:81)

اغلب محیط‌ها و سیستم‌های تعاملی، هوشیار و هوشمند با اتکال بر سیستم‌های حس‌گرمحور به کار خود ادامه می‌دهند. یکی از مطلوب‌ترین و مهم‌ترین آرمان‌های مهندسان طراح چنین سیستم‌هایی، چگونگی اتصال یکپارچه و تمام‌و‌کمال بین حس‌گر و عمل‌گرها با سطوح فضا یا کالبد مواد مورد استفاده در فضاهای هوشمند است. (گلابچی، تقی زاده، و سروش نیا، ۱۳۹۱: ۴۴۳)

۱۰- نتیجه‌گیری

امروزه کمبود منابع انرژی از نگرانی‌های اصلی جامعه جهانی است. با توجه به میزان بالای مصرف انرژی در ساختمان‌ها و هزینه بالای آن‌ها، استفاده از فناوری‌های نوین و کاربرد هوش در بخش‌های مختلف ساختمان می‌تواند نقش موثری در کاهش مصرف انرژی و کاهش هزینه‌ها داشته باشد. با رشد سریع سامانه‌ها و مواد هوشمند در دهه‌های اخیر شاهد تغییر شیوه طراحی به‌خصوص در مورد پوسته ساختمان‌ها هستیم. در این میان تلفیق روش‌های نوین طراحی سیستم‌ها، مانند مدل‌سازی مبتنی بر عامل (ABM) باعث پیشرفت هرچه بیشتر این روند خواهد شد.

منابع

- ۱- ادینگتون، دی. میچل، ال. اسکودک، "مصالح هوشمند و فناوری‌های جدید برای معماران و طراحان"، ترجمه شیما روشن‌ضمیر، مرتضی فرهادیان دهکردی. نشر: خاک، اصفهان ۱۳۹۰.
- ۲- ساعتچی اصل، م. و قراویس، ا. (۱۳۹۱). پایداری محیطی در ساختمان‌های هوشمند شهر و منظر. (pp. 4-12).
- ۳- عابدی، ر. و شاهچراغی، آ. (۱۳۹۴). کاربرد پوسته‌های هوشمند در کاهش آلودگی هوا. (pp. 1-12). ارومیه: دومین همایش معماری، عمران و توسعه نوین شهری.
- ۴- گلابچی، م.، تقی زاده، ک. و سروش نیا، ا. (۱۳۹۱). نانوفناوری در معماری و مهندسی ساختمان. انتشارات دانشگاه تهران
- 5- Chen, Liang. 2012. "Agent-Based Modeling in Urban and Architectural Research: A Brief Literature Review." *Frontiers of Architectural Research* 1 (2). Elsevier: 166-77. doi:10.1016/j.foar.2012.03.003.
- 6- Chen, Shang-Yuan, Shu-fen Chang, and M A Al-Qutayri. 2010. "Applying Agent-Based Theory to Adaptive Architectural Environment – Example of Smart Skins." *Smart Home Systems*, no. July 2016 (February). InTech: 63-85. doi:10.5772/8409.
- 7- Gunderson, Rachele Danorah. 2015. "RESPONSIVE BUILDING ENVELOPES; Active Apertures for Chinooks." Carleton University.
- 8- Loonen, RCGM. 2010. "Climate Adaptive Building Shells." Master of Science Thesis. TU Eindhoven, no. 3.
- 9- Mozer, Michael C. 1998. "The Neural Network House: An Environment That Adapts to Its Inhabitants." *American Association for Artificial Intelligence Spring Symposium on Intelligent Environments*, no. December: 110-14. doi:SS-98-02/SS98-02-017.
- 10- ———. 2005. "Lessons from an Adaptive Home." In *Smart Environments*, 271-94. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc. doi:10.1002/047168659X.ch12.
- 11- Wigginton, Michael, and Jude Harris. 2013. *Intelligent Skins*. Routledge.

مقایسه تطبیقی فضای معماری کاروانسراهای عصر صفوی با رویکرد کالبدی

علیرضا مشبکی اصفهانی^۱

۱- مربی و عضو هیئت علمی گروه معماری، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
alirezamoshabaki@yahoo.com

چکیده

نیاز به وجود یک سرپناه باعث شده است انسان‌ها همواره حتی در طول سفر از آن غافل نباشند. امروزه با ورود صنعت به کشور و بهره‌گیری از وسایط نقلیه موتوری، کاروانسراها رونق اولیه خود را از دست داده و در اثر متروک ماندن رو به ویرانی نهاده‌اند و تعدادی دیگر تغییر کاربری داده و به پاساژ، پارکینگ، انبار و... تبدیل شده‌اند. این در حالی است که در گذشته به‌ویژه عصر صفویه که مقارن با عصر طلایی و شکوفایی احداث کاروانسراهای ایران است، کاروانسراها مسکن و مأوای امنی برای مسافران و بازرگانان بوده‌اند. بررسی کاروانسراها در عصر صفوی از آن جهت دارای اهمیت است که این دوران حاوی ویژگی‌های منحصر به فردی است که از بارزترین آن‌ها فعالیت فراوان عمرانی در زمینه راه‌ها و به‌ویژه ساخت این بناهاست. پژوهش حاضر با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و بازدیدهای میدانی می‌باشد. با استفاده از روش قیاسی به بررسی گونه‌شناسی کاروانسراها و مبنای ساختار فضایی آن‌ها، در پاسخ‌دهی به نیازهای فردی و اجتماعی و ویژگی‌های کالبدی آن پرداخته شده است. نمونه‌های موردی شامل هشت عدد از کاروانسراهای دوره صفویه بوده که با روش تصادفی انتخاب شده‌اند. در نهایت می‌توان در دستیابی به الگوهای فضایی و کالبدی در جهت توسعه و باز زنده سازی کاروانسراهای در حال تخریب کمک نمود و در جهت باز زنده سازی و احیاء مجدد این کاروانسراها اقدامات مؤثری صورت داد.

واژگان کلیدی: کاروانسرا، کاروانسراهای صفوی، رویکرد کالبدی

۱- مقدمه

کاروانسراها محل گردهمایی مردم، محل برخورد اندیشه‌ها و تبادل نظر درباره مسایل اجتماعی و بیان خاطرات و رویدادها و آداب و رسوم و مسایل مذهبی اقوام مختلف بوده است. بی تردید این گفت و گو و مناظره تاثیر شگرفی در بیداری افکار عمومی و آگاهی مردم داشته است. همچنین کاروانسراهای ایران همانند هتل های امروزی در بسیاری از موارد، پذیرای جهانگردان و سیاحانی همانند تاورنیه بوده اند. در این سفرنامه ها بیشتر سیاحان بیگانه، ایجاد و توسعه کاروانسراها در شهرها و راه های کاروان رو به دوره ی صفویه بویژه دوره شاه عباس دوم نسبت می دهند. کاروانسراهای کنونی ایران اغلب شاه عباسی خوانده می شود و معروف است وزیر او برای اینکه شماره ی آن ها مشخص باشد و شماره های درست مانند ده و صد و هزار آسان به زبان می آید دستور می دهد یکی کمتر از هزار یعنی نهصد و نود و نه رباط سازند تا در شمارش آن ها اندکی درنگ شود و آیندگان ارج این کار بزرگ را بدانند (پیرنیا: ۱۳۸۵). بررسی کاروانسراهای عصر صفوی از آن جهت اهمیت دارد که در اثر گسترش ارتباطات با کشورهای اروپایی و رونق تجارت و پیشرفت های اقتصادی، اهمیت زیادی به راه‌ها و تأسیسات مربوط به آنها داده می‌شد. کاروانسراها همواره محل تلاقی فرهنگ های مختلف بوده که این مبادلات فرهنگی بر ارزش های معماری آنان نیز می افزوده است. با گذشت زمان دسته ای از کاروانسراها متروک و ویران شده اند لذا با مرمت و باز زنده سازی و دادن کاربری نو به کاروانسراها می توان به پایداری فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی رسید.

هدف از این پژوهش در وهله اول شناخت ویژگی های ساختاری کاروانسراهای دوره صفوی بوده، ثانیاً نحوه کاربست مفاهیم و عناصر معماری در جهت اتخاذ تصمیمات لازم برای پاسخ به نیازهای عملکردی در معماری بومی می باشد. براین اساس با رویکردی قیاسی به بررسی نمونه های موردی همچون کاروانسراهای امین آباد، رباط سرپوش، ریوند، شیخ علی خان، سارو تقی، مادرشاه، مزینان و مهر در این دوره پرداخته شده است. پژوهش مذکور از نظر هدف کاربردی و از نظر روش توصیفی-تحلیلی است و در تحلیل داده ها از روش قیاسی بهره گرفته است. شیوه ی نمونه گیری هدفمند و از نوع موردی میباشد و روش گردآوری داده با مطالعات کتابخانه ای و بازدید های میدانی همراه بوده است.

۲- پیشینه تحقیق

در کتابخانه موزه بریتانیا یک نسخه خطی وجود دارد که از کاروانسراهای دوره صفویه در اصفهان گفتگو می کند. این نسخه بصورت طوماری تحت شماره ۲۰۹۴ به خط شکسته نستعلیق به ثبت رسیده است. در این نسخه در حدود ۴۰ کاروانسرا نام برده شده که توسط شاه عباس بزرگ و جانشینان و بستگان او ساخته شده است. (محمد یوسف کیانی: ۱۳۷۱) ماکسیم سیرو از افراد صاحب نامی است که در دو کتاب خود به نام های "راههای باستانی ناحیه اصفهان و بناهای وابسته به آن ها" (۱۳۵۷) و "کاروانسراهای ایران وساختمان های کوچک میان راهها" (۱۳۶۲) به طبقه بندی کاروانسراها از لحاظ اقلیم و نحوه مالکیت در دو شاخه برون شهری و شهری پرداخته است. سیمون آیوازیان نیز در مقاله خود (۱۳۷۹) به عنوان "روند شکل گیری کاروانسراهای برون شهری (تحلیل کالبدی کاروانسراهای حاشیه کویر)" به تقسیم بندی کاروانسراها پرداخته است. همچنین در کتاب فهرست کاروانسراهای ایران از کیانی و کلایس، (۱۳۶۸)، تقسیم بندی بر اساس اقلیم و بعد کالبدی معماری صورت گرفته است (جدول ۱).

جدول ۱- پیشینه تحقیق (منبع: نگارنده)

نویسنده	مقاله/کتاب	سال	هدف	روش	نتایج
۱ ماکسیم سیرو	کتاب راههای باستانی ناحیه اصفهان و بناهای وابسته به آن	۱۳۵۷	شناسایی کاروانسراها جهت جلوگیری از فراموشی و نابودی آن ها. (هدف عملی)	روش گردآوری اطلاعات به صورت میدانی (تهیه رولوه در محل) و از نظر ماهیت روش تحقیقی تاریخی بوده است.	توصیف راه های اصفهان معرفی و توضیح رباط ها و قلعه ها توضیح راجع به تاریخ کاروانسراها و کاروانسراهای اصفهان و توضیح تزئینات نماها در بناهای گوناگون
۲ آوشه پیرادیان	کتاب کاروانسراهای ایران	۱۳۹۱	مرمت و احیا کاروانسراها و تبدیل آن ها به مکان هایی چون موزه مهمانسرا و... سبب آشنایی مردم با معماری سنتی ایران و جلب گردشگر و اشتغال زایی. (هدف کاربردی)	نحوه گردآوری اطلاعات به صورت میدانی (تهیه رولوه در محل) و از نظر ماهیت روش تحقیقی تاریخی بوده است.	عکاسی از بخش مهمی از کاروانسراهایی که پابرجا هستند و تحلیل و تحقیق این نمونه های موردی
۳ ماکسیم سیرو	کتاب کاروانسراهای ایران و ساختمان های کوچک بین راه	۱۹۴۷	شناخت رفت و آمدهای کاروانی و تاریخ آن و آشنایی با بناهایی که بر اثر رفت و آمد به وجود آمده اند. (هدف کاربردی)	از نظر ماهیت روش تحقیقی تاریخی بوده است.	معرفی کاروانسراها به خصوص برون شهری و بیان ویژگی های آنها و دسته بندی کاروانسراها از نظر اقلیمی.

نویسنده	مقاله/کتاب	سال	هدف	روش	نتایج
۴	مقاله روند شکل گیری کاروانسراهای برون شهری (تحلیل کالبدی کاروانسراهای حاشیه کویر)	۱۳۷۹	ایجاد یک کار تحقیقاتی به منظور آسان کردن کار محققان و جلوگیری از اتلاف وقت و دوباره کاری. (هدف کاربردی و توسعه ای)	از نظر ماهیت روش تحقیقی تاریخی بوده است.	با فرمولی ساده کاروانسراها را به گونه های کلاسیک یا موارد ناقص و یا استثنایی تقسیم بندی کرده
۵	مقاله مطالعه تطبیقی فضای معماری کاروانسراهای صفوی شاخص در بازار	۱۳۹۲	پاسخ به این پرسش که چه تغییراتی در کاروانسراهای صفوی بازار اصفهان رخ داده است. (هدف عملی)	نحوه گردآوری اطلاعات مطالعات کتابخانه ای و میدانی بوده و روش قیاسی تاریخی بوده است.	بررسی نمونه های مورد کاروانسراهای صفوی یعنی کاروانسراهای شاه ساروتقی و مادر شاه و تقسیم بندی کاروانسراها به سه بخش آغازین میانی و پایانی

۳- ادبیات پژوهش

۳-۱- معنای لغوی کاروانسرا

واژه کاروانسرا مرکب از دو واژه ی فارسی "کاروان" و "سرا" است. کاروان یا کاربان (کار+بان، وان) واژه ای پهلوی ساسانی است که در کتیبه نرسی در پایکولی به کار رفته، و با اینکه در اصل بار لشگری و جنگی داشته است (کارزار=جنگ گاه)، اما در فرهنگ معین به معنای "گروهی مسافر و زائر و سوداگر که باهم مسافرت می کنند و دارای زاد و توشه وستورا نباشند" آمده است و (سرا) و (سرای) نیز در زبان پارسی باستان به معنای خانه و منزلگاه به کار رفته است و بدین سان (کاروانسرا) یعنی (سرا یا خانه کاروان که افراد آن بطور موقت در آنجا سکونت می کنند) معین، ۱۳۸۸).

به بیان دیگر محلی که کاروان در آن منزل کند، سرای کاروان، کاروانگاه، خانه گفته می شود که محوطه ای شامل حجرات متعدد است و بازرگانان در آن ها به کار تجارت پردازند و در انبارهای آن کالاهای خود را جا دهند. افراد کاروان یا قافله را، کاروانی می گویند، که جمع آن کاروانیان است. در هر کاروانی مودت و دوستی میان کاروان امری مهم و لازم است. کاروانسرا یا خانه کاروان در پاره ای از متون فارسی بصورت (کاروانگاه)، (کاروانگه) و (کاروانخانه) نیز به کار رفته است (هادی زاده کاخکی، ۱۳۸۹: ۶۰). پیرنیا در تعریف از کاروانسرا می نویسد "به رباط های بزرگ و جامع کاروانسرا می گویند چه در شهر و چه بیرون از آن باشد" (پیرنیا، ۱۳۸۵: ۲۳۲). دیالافو نیز در سفرنامه ی خود به تعریف کاروانسرا پرداخته:

"کاروانسرا عبارت است از حیاط وسیع که دیوار گلی آن را احاطه کرده و در اطراف آن یک سلسله اتاق هایی وجود دارد که همه با خشت و گل ساخته شده اند. هریک از این اتاق ها مخصوص یک نفر مسافر است که به محض ورود بار و لوازم سفر خود را در آن جای می دهد" (پیرنیا، ۱۳۷۱: ۳۵).

۳-۲- پیشینه و سیر تاریخی کاروانسرا

از دوره پادشاهی هخامنشی و اشکانی کاروانسرای شناخته شده ای در ایران باقی نمانده است، ولی از زمان ساسانیان تعداد معدودی کاروانسرا باقی مانده که الگوی کاروانسراهای ایران میتوان از کاروانسرای "دیرگچین" در جاده ی تهران_قم نام برد. کاروانسرائی با پلان منظم چهار ایوانی و مربعی و حدود صد متر در صد متر، پایه ها و بخشی از دیوارهای این کاروانسرا با سنگ آهک ساخته شده، هنوز باقی است (ملایی، ۱۳۸۹). به نقل از "ریاضی" در مجله اثر کاروانسراهای کنونی ایران اغلب شاه عباسی خوانده میشود و تقریباً صرفاً امر برای کاروانسرا علم شده اند. درباره کاروانسراهای شاه عباسی معروف است که وزیر او برای اینکه شماره آنها مشخص باشد و شماره های درست مانند ده و صد و هزار آسان به زبان می آید دستور می دهد یکی کمتر از هزار یعنی نهصد و نود و نه رباط سازند تا شمارش آنها اندکی درنگ شود و آیندگان ارج این کار بزرگ را بدانند (ملایی، ۱۳۸۹).

۳-۳- کارکردهای چندگانه کاروانسراها

کاروانسراها نشانه ای از ذات پاک انسان ها هستند و جدای از نژاد، قوم و ملیت، دین و مذهب هرکس که به آنجا پا می گذاشته صرفاً یک مسافر محسوب می شده است (عبدالله زاده ثانی، ۱۳۹۰). کاروانسراها به این علت که مردمانی از سرزمین های مختلف را برای مدت کوتاهی در خود جمع می کرد، محل تقابل و تعامل اندیشه ها و تبادل آداب و رسوم اقوام و ملل مختلف بودند و تأثیری شگرف بر زندگی مردم داشتند. کاروانسرا از یک نظام خاصی در ادوار گذشته برخوردار بوده است، به عنوان نمونه کاروانی که ابتدا وارد این مکان می شده در اولین گوشه ی کاروانسرا مستقر می شده تا فردا صبح که قصد حرکت می کرد، نخستین کاروان باشد (عبدالله زاده ثانی، ۱۳۹۰). باتوجه به این مسائل کاروانسراها در ایران از جنبه های مختلف قابل بررسی و مطالعه می باشند:

الف) معماری: از لحاظ گونه شناسی و عناصر کالبدی، شناخت مصالح، طرح و نقشه و ساخت بنا.

از ویژگی های مهم معماری کاروانسراها می توان اشاره کرد "که پلان کاروانسراها معمولاً مربع یا مستطیل شکل، با یک ورودی برجسته عظیم و بلند، معمولاً ساده و بدون نقش، با دیوارهایی که گاهی اوقات بادگیرهایی در انتهای آن تعبیه شده است. یک دالان با طاق قوسی که مابین ورودی و حیاط داخلی قرار گرفته است. فضای کافی را برای جا دادن حیوانات بارکش فراهم می ساخته است. بر روی سکوی برآمده ای که در پیرامون این حیاط قرار گرفته است، طاقگان هایی واقع شده اند که نمای داخلی را مفصل بندی کرده اند. در پشت آنها حجره های کوچکی برای منزل دادن مسافران تعبیه شده است. در کاروانسراهای دو طبقه از حجره های پایینی برای انبار کردن کالاها و از حجره های بالایی برای منزل دادن مسافران استفاده می شد." (عبدالله زاده ثانی، ۱۳۹۰)

ب) اقتصادی: نقش کاروانسراها در مبادلات تجاری، پخش و فروش تولیدات و توزیع درآمدها در مناطق گوناگون.

پ) اجتماعی: مرکزی برای آمد و شد اقوام و گروه ها، گسترش نشست های اجتماعی، ایجاد زمینه های تعامل و گفت و گو. حیات به معنای واقعی در کاروانسراها وجود داشته است. درون کاروانسراها هیاهویی حاکم بوده و حیات به معنای کامل درون کاروانسرا جریان داشته است و درون کاروانسراها عموماً کلانتری، زایشگاه های ویژه، مغازه و غیره وجود داشته است. (عبدالله زاده ثانی، ۱۳۹۰).

ت) فرهنگی: محل تعامل و تبادل فرهنگ ها، گسترش آداب، رسوم، سنت ها و عقاید.

ث) سیاسی: محل استقرار امیران و حاکمان طی سفر، اهمیت سوق الجیشی و نظامی بویژه رباط های مرزی، محل انتشار و تبادل اخبار سیاسی و اقتصادی شهرها و سرزمین های گوناگون.

۳-۴- دسته بندی کاروانسراها

کارکردی: کاروانسراها از دید کارکردی به دو گونه شهری و برون شهری تقسیم می شوند. کاروانسراهای برون شهری: برای اسکان مسافر و استراحت کاروانیان کاروانسراهای شهری: بیشتر به سرا مشهور هستند، در کنار بازارها قرار دارند و برای امور بازرگانی، بارانداز و توزیع بار استفاده می شده اند. (سپرو، ۱۳۵۷) و (سپرو، ۱۹۴۷).

اقلیم: ویژگی های بارز کاروانسراها باتوجه به اقلیم شان بوده است. (عبدالله زاده ثانی، ۱۳۹۰) از نظر اقلیمی و منطقه ی جغرافیایی می توان کاروانسراها را به سه گروه تقسیم کرد که از نظر معماری با داشتن شباهت زیاد با یکدیگر، هریک ویژگی های خاص خود را دارند:

الف) کاروانسراهای کاملاً پوشیده مناطق کوهستانی: این نوع کاروانسراها از توقفگاه های کوچک کنار راه ها تا ساختمان های سلطنتی زمان شاه عباس اول را شامل می شوند. نمونه ساده آنها از اتاق های گنبددار مرکزی یا یک ردیف گنبددار و تعدادی اصطبل که در همان ردیف قرار دارند تشکیل شده اند. بیشتر کاروانسراهای کوهستانی دارای اجاق های متعدد یا بخاری دیواری در داخل بنا هستند. اینگونه کاروانسراها برای جلوگیری از بادهای مزاحم و برف های زمستانی و تگرگ های بهاری و پاییزی از هر طرف بسته و پوشیده اند.

ب) کاروانسراهای کرانه خلیج فارس: این کاروانسراها عموماً فاقد حیاط مرکزی بوده و بنایی چهارپهلوی با اتاق میانی صلیبی شکل با اتاق های کناری هستند. یک سکوی سنگی دور ساختمان ساخته شده و همه ی اتاق ها به بیرون بنا راه دارند. چنین کاروانسراهایی در دوره ی صفویه و بویژه پس از گسترش بندرعباس (۱۲۰۹ ق) ساخته شده است. از آنجا که این کاروانسراها

در دوره ی آرامش سیاسی ساخته شدند، هیچ کدام جنبه دفاعی نداشته و دروازه های ورودی کاروانسراها به هر سمتی که لازم بود گشوده می شده تا بادهای خنک ساحلی را به ساختمان برساند.

ج) کاروانسراهای حیاط دار مناطق مرکزی ایران: مهمترین، بهترین و زیباترین کاروانسراها در این منطقه قرار دارند که از نظر کالبدی- معماری عبارتند از:

- کاروانسراهای مدور: تعداد کمی از کاروانسراهای ایران با نقشه مدور بنیاد گردیده است. این نوع کاروانسراها بسیار جالب توجه و از نظر معماری حائز اهمیت فراوان است. گرچه در حال حاضر فقط دو نمونه از این کاروانسراها شناخته شده، ولی همین دو نمونه نشان دهنده ی سلیقه، ذوق، ابتکار و بالاخره هنرنمایی فوق العاده معماران دوره ی صفویه است. کاروانسرا زیره (بین کاشان و نطنز) یکی از این نمونه هاست. (کیانی و کلایس، ۱۳۶۲: ۱۳)
- کاروانسراهای چندضلعی حیاط دار: این گروه از کاروانسراها به شکل چندضلعی (اغلب هشت ضلعی) و مانند کاروانسراهای مدور بسیار زیبا بنا شده اند و زمان ساخت آن ها دوره ای است که در معماری کاروانسراها پیشرفت قابل توجهی بوجود آمده است. از نظر تعداد، کاروانسراهای چندضلعی نیز همانند کاروانسراهای مدور اندک و فقط نمونه های کمی از آنها در سراسر ایران باقی مانده است.
- به احتمال زیاد این نوع کاروانسراها بیشتر جنبه دفاعی و نظامی داشته اند. نکته جالب توجه در معماری کاروانسراهای مدور و چندضلعی این است که گرچه داخل بنا بصورت چندضلعی است ولی معمار با الهام از شیوه ی معماری ایران، حیاط چندضلعی داخل آن را نیز به صورت چهار ایوانی ساخته است (کیانی و کلایس، ۱۳۶۲: ۱۳).
- کاروانسراهای دوايوانی: همانند مدارس و مساجد و سایر بناهای مذهبی ایران به شکل دو ایوانی و به فرم مربع یا مستطیل ساخته شده اند (کیانی و کلایس، ۱۳۶۲: ۱۴).
- کاروانسراها یا تالار ستوندار: تعدادی از کاروانسراهای ایران با تالار ستوندار بنا گردیده اند و از تالارها عموماً به عنوان اصطبل استفاده شده است (کیانی و کلایس، ۱۳۶۲: ۱۴).

۳-۵- کالبدشناسی کاروانسراها

شیوه ساختمان و معماری کاروانسراها، از روزگاران کهن تا به امروز دگرگونی بسیاری نیافته و معمولاً سبک بنای آنها همان ایجاد، باره بندها "و اطاقهایی است که پیرامون حیاط محصور ساخته می شده است، ولی در طرح و خصوصیات هر کدام ویژگی هایی به چشم می خورد، چنانچه انواع ساباط ساده تا کاروانسراهای با طرح های جالب معماری در سراسر ایران پراکنده است. از بررسی کاروانسراهای سراسر ایران چنین بر می آید که اساس معماری کاروانسراهای ایران، مانند سایر بناها، تابع شیوه، سنت و سبک رایج زمان بوده است. با این ترتیب می توان پنداشت که کاروانسراهای پیش از اسلام نیز تابع شیوه معماری زمان بوده است. ذکر این نکته ضروری است که شیوه معماری، محل و منطقه، مصالح ساختمانی و موقعیت جغرافیائی نقش موثری در ایجاد اینگونه بناها داشته است. با وجودی که حیاط مرکزی شکل غالب کاروانسرا های ایران است، ولی در مورد این نوع ابنیه نیز توجه به اقلیم هر منطقه از ایران، گوناگونی های اندکی را از لحاظ فرم و نوع مصالح ایجاد کرده است. معمولاً ورودی این بناها برجسته، با دیوارهایی که گاهی اوقات بادگیرهایی در انتهای آن تعبیه شده کاروانسرا بیش از انواع دیگر بناهای اسلامی تابع قاعده است. معمولاً نقشه آن مربع یا مستطیل است. دارای یک سردر بزرگ پیش آمده با ارتفاعی چشم گیر است. برج های دیده بانی، گوشه ها و وسط اضلاع آن را مشخص می کنند (کیانی و کلایس، ۱۳۶۲).

کریاس یا هشتی تاق پوش بین ورودی و حیاط داخلی آن قرار دارد و وسعتش به حدی است که نزدیک چهارصد حیوان بارکش را در خود جای می دهد. روی سکوهایی بالا آمده که در دور تا دور حیاط کاروانسرا می گردد، تاق نماهایی قرار دارد که نمای داخلی حیاط را تقسیم می کند. در پشت این تاق نماها حجره های کوچکی برای اقامت مسافران ساخته شده است. در کاروانسراهای دو طبقه، حجره های تحتانی به انبار کالا اختصاص دارند و حجره های طبقه فوقانی برای سکونت مسافران مورد استفاده قرار می گیرد. حیوانات را یا در طویله ها جای می دهند که در گوشه های حیاط هستند (هیلن برند، ۱۳۸۰).

رابطه‌ی فضای پر و خالی در کاروانسرا و علت شکل‌گیری فضای خالی: یکی از علل حضور فضای خالی در معماری بومی مناطق کویری این است که با در میان گرفتن فضای خالی توسط فضای پر، و حضور آب در این فضا، یک خرد اقلیم ایجاد می‌شود که کاملاً متضاد با اقلیم گرم و خشک بیرون از آن است. فضای پر علاوه بر اینکه اجازه‌ی ورود بادهای نامطلوب و گرم را به داخل نمی‌دهد، اجازه خروج هوای مرطوب خنکی که در داخل، ایجاد شده را نیز نمی‌دهد. دلیل معنایی این رابطه‌ی معماری را می‌توان اینگونه بیان کرد که معماری ایرانی، معماری درون‌گراست و هر آنچه که زیباست و صاحب ارزش والاست را به راحتی به نمایش نمی‌گذارد و برای حصول به آن، آدمی را با سلسله مراتبی واردش می‌کند و تا ذهن را منزل به منزل برای آنچه که ارزشمند است و دارای معنایی بالاست آماده می‌کند. از آنجای که کاروانسراهای ایران از این قاعده مستثنی نیستند حایز چنین شرایطی هستند (حاجی قاسمی، ۱۳۹۴).

موقعیت حیاط و باغ در رابطه با بنای کاروانسرا: در بسیاری از کاروانسراهای مناطق مرکزی ایران که به صورت حیاط مرکزی ساخته می‌شدند، هم حیاطی در میان کاروانسرا وجود داشت و هم باغی در مجاورت آن در این حالت باغ هم به عنوان ظرف بنای کاروانسرا را در بر گرفته است و از طرفی حیاط مرکز کاروانسرا، نقش مظروف را ایفا می‌کند. به عبارتی باغ هم نقش ظرف و هم نقش مظروف را توأم دارد (نایی، ۱۳۸۱).

موقعیت کالبدی حیاط در حیاط کاروانسراها: کاروانسراهایی که به صورت حیاط مرکزی ساخته شده اند یا به تنهایی حیاطی را در میان خود دارند و یا علاوه بر حیاط مرکزی در میانه کاروانسرا باغی نیز در بیرون و در همجواری کاروانسرا وجود دارد نوع اول با نام "حیاط کاروانسرا" نامیده می‌شود و ویژگی‌های کالبدی حیاط مرکزی درون کاروانسرا در قالب باغچه بندی و فرم چلیپایی، حوض و ایوان و محور اصلی مورد بررسی قرار می‌گیرد (قربان زاده، ۱۳۹۵).

محور اصلی: با وجود اینکه در کل پلان حیاط در کاروانسرا به صورت متقارن با دو محور تقارن است اما به طور کل با توجه به تاکیدات بیشتری که در یک محور صورت گرفته است. می‌توان وجود یک محور قوی تر را در آن مشاهده کرد و در واقع این محور توسط عواملی از جمله ارتفاع یافتن ایوان ها در این راستا و همچنین طراحی خاص سردر که به نحوی شاخص در بنا خود نمایی می‌کند، تاکید می‌شود (قربان زاده، ۱۳۹۵).

۵-۳- کاروانسراهای صفوی

در زمان صفویه به موازات تعمیر و تأسیس راه‌ها و تقویت دستگاه راهداری کشور به امر ساخت و ساز بناهای کاروانی نیز اهتمام فراوان ورزیده شد. در واقع، از زمان شاه عباس به بعد کاروانسراهای مخروطی سراسر کشور مورد تعمیر اساسی قرار گرفت و بازسازی شد. در عین حال، تعداد بی‌شماری کاروانسرای جدید و آب‌انبارهای بزرگ در مسیر جاده‌های کشور بنا شد. عصر صفوی را دوران طلایی ساخت کاروانسراهای بزرگ دانسته‌اند (کیانی و کلایس، همان: ۲۲). در این زمان ضمن ساخت کاروانسراهای فراوان، بر حجم و وسعت کاروانسراها نیز افزوده شد. "عباس اول به‌طور خستگی‌ناپذیری می‌ساخت که آن هم بخش اساسی دیگری از سیاست وی برای پیشبرد رونق بازرگانی امپراطوری صفویه بود و بستگانش، بازرگانان ثروتمند و حکام محلی نیز از این کار او پیروی می‌کردند (سیوری، ۱۳۷۲: ۱۸۷).

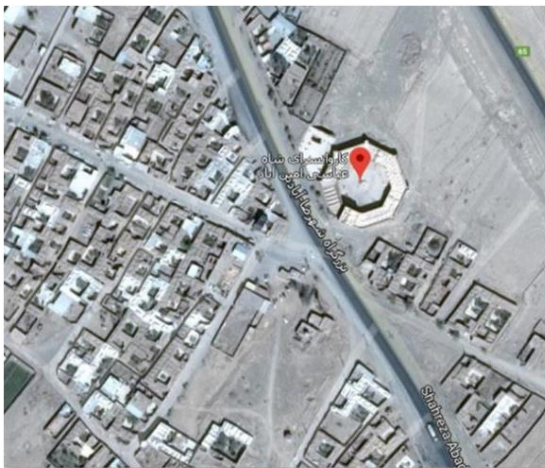
افسانه‌ای وجود دارد که شاه عباس فرمان داد تا نهصد و نود و نه کاروانسرا بنا کنند و دست نگاه داشت، چون عدد هزار را لفظ خفیفی می‌دانست، بنابراین دستور داد که یکی کمتر از هزار بنا کنند تا در شمارش آن اندکی درنگ شود و آیندگان ارج این کار بزرگ او را بدانند (نوربخش، ۱۳۷۵: ۱۶۵) ماکسیم سیرو در تألیف خود معتقد است که این رقم بسیار پایین‌تر از تعداد واقعی کاروانسراهای ساخته شده در عصر صفوی است و نظر برخی محققان را نقل می‌کند که این رقم را تا سی هزار بالا می‌برند (سیرو، ۱۳۵۷: ۲۷). مصالح به کار رفته در ساختمان کاروانسراها عمدتاً شامل آجر، آهک، خشت و گچ می‌باشد. از سنگ احتمالاً به عنوان کتیبه در بالای دروازه ورودی استفاده می‌شده است. سقف‌ها گنبدی و آجری هستند. اتاق‌ها و حجرات درب و پنجره ندارند و شاید تنها دروازه ورودی دارای درب چوبی بوده است که از آن هم هیچ اثری در دست نیست، به‌طور کلی عناصری که یک کاروانسرا را شکل می‌دهند به دو دسته تقسیم می‌شوند:

- اتاق‌ها، ایوان‌ها و به طور کلی اجزایی که کاملاً بدون تغییر تکرار می‌شوند.
- عناصری که ماهیت ثابت ندارند و اشکال مختلف می‌پذیرند. (رفیع، لرافشان: ۱۳۸۴: ۴۷)

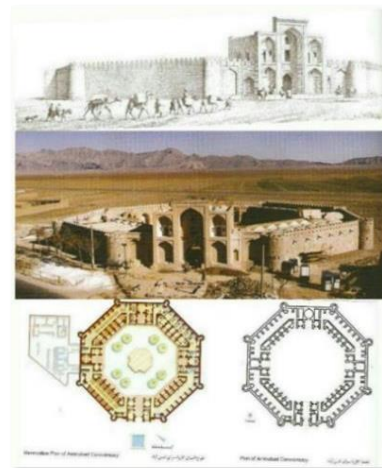
علی اکبر صارمی می گوید: "گوشه‌ها به خاطر وجود امکانات بیشتر حساس‌ترین مکان بناهای چهار ضلعی و چهار ایوانی هستند و قابلیت آن را دارند که انواع شکل‌ها و کارکردهای مختلف را پذیرا باشند. بنابراین مکان‌هایی نظیر نمازخانه و مسجد، شبستان خصوصی، انبار و غیره که عملکرد و فرم کمتر از پیش تعیین‌شده‌ای دارند در گوشه‌ها قرار دارند (صارمی، ۱۳۷۴).

۴- مطالعات موردی

کاروانسرای امین آباد: در بین جاده اصفهان- شیراز بنا شد. دارای هشت برج دایره ای شکل در اطراف اضلاع هشتگانه است (کیانی: ۱۳۶۲) (اشکال ۱ و ۲).

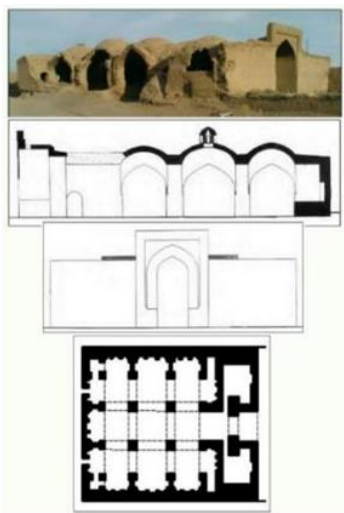


شکل ۲- تصویر هوایی کاروانسرای امین آباد



شکل ۱- پلان و تصاویر کاروانسرای امین آباد
(منبع: سازمان میراث فرهنگی)

کاروانسرای رباط سرپوش: در قسمت جنوبی روستای رباط سرپوش در حاشیه جاده سبزوار به مشهد است. تهرانگ کاروانسرا یک ایوانی است. نکته قابل توجه در این کاروانسرا با توجه به کویری بودن سبزوار مسقف بودن آن است. بنابه شواهد موجود این کاروانسرا شباهت زیادی به چاپارخانه یا اصطبل و خرگاه زمستانی دارد. (شهرستانی: ۱۳۹۱) (اشکال ۳ و ۴).



شکل ۴- پلان، برش و نمای رباط سرپوش
(منبع: سازمان میراث فرهنگی کشور)

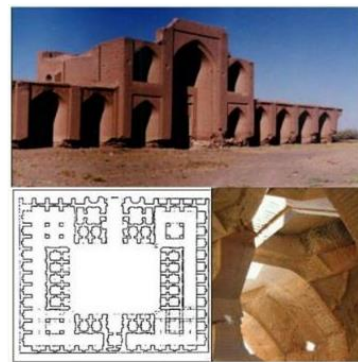


شکل ۳- تصویر هوایی کاروانسرای رباط سرپوش

کاروانسرای ریوند: کاروانسرای ریوند (به معنی ستیغ-قله-ریباس یا ریواس) در روستای ریوند مشهد قرار دارد و از جمله کاروانسراهای بین راهی که در دوران صفویه در حاشیه جاده ابریشم ساخته شده است. این کاروانسرا در نزدیکی آتشکده مقدس زرتشتیان به نام آذر برین مهر جای گرفته است. دارای تهرنگ چهارپهلوی و دو اشکوب است. شیوه آجرچینی بی همتای این کاروانسرا ارزش ویژه‌ای به آن بخشیده است (شهرستانی: ۱۳۹۱) (اشکال ۵ و ۶).



شکل ۶: تصویر هوایی کاروانسرای ریوند،
(منبع: سایت گوگل ارث ۲۰۱۷، ۱۱، ۱۵)

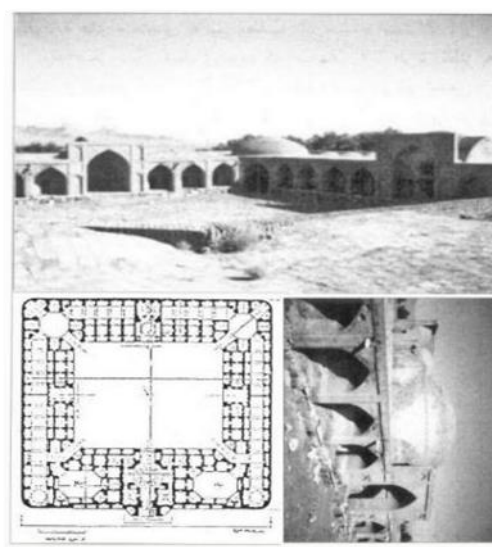


شکل ۵: پلان و تصاویر کاروانسرای ریوند
(منبع: سازمان میراث فرهنگی کشور ۲۰۱۷، ۱۱، ۱۵)

کاروانسرای شیخ علی خان: این کاروانسرا داخل روستای چاله سیاه (جهادآباد) اصفهان قرار دارد. (فرهنگ آبادی های کشور: ۱۳۶۷: ۸۱) طبق گفته مورخان از این کاروانسرا به عنوان محلی برای پذیرایی و اقامت مهمانان خارجی استفاده می‌شده است (کیانی، ۱۳۷۴: ۱۳۱) (اشکال ۷ و ۸).



شکل ۸- تصویر هوایی کاروانسرای شیخ علی خان،
(منبع: سایت گوگل ارث ۲۰۱۷، ۱۱، ۱۵)



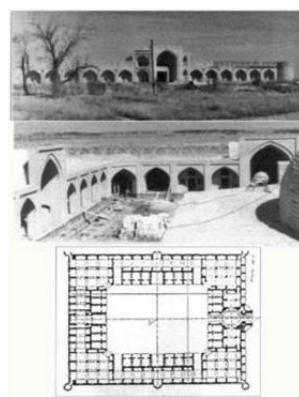
شکل ۷- پلان و تصاویر کاروانسرای شیخ علی خان
(منبع: سازمان میراث فرهنگی کشور ۲۰۱۷، ۱۱، ۱۵)

کاروانسرای مادرشاه: کاروانسرای مادرشاه در ۴۱ کیلومتری شمال اصفهان قرار دارد. احتمالاً در زمان شاه عباس دوم صفوی ساخته شده است (کیانی و کلایس: ۱۳۶۲: ۱۶۱). به صورت چهار ایوانی و دو اشکوب است و در حدود ۱۴۰ اتاق دارد. تهرنگ کاروانسرا مستطیلی است و اکنون به عنوان مهمانسرای عباسی نام‌گذاری شده است (اشکال ۹ و ۱۰).



شکل ۱۰: تصویر هوایی کاروانسرای مادرشاه،

منبع: سایت گوگل ارث ۲۰۱۷، ۱۱، ۱۵



شکل ۹: پلان و تصاویر

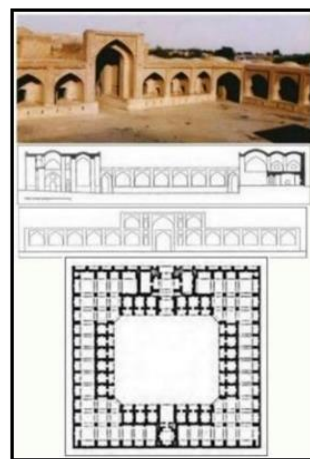
منبع: سازمان میراث فرهنگی کشور ۲۰۱۷، ۱۱، ۱۵

کاروانسرای مزینان: در روستای معروف و کهن مزینان مشهد است. قدمت بنا بر کتیبه سردر ورودی ۱۰۶۴ ه.ق می‌رسد که توسط "حاجی معین الدین محمد اصفهانی" برای استراحت زائران و مسافران ساخته شده است. از گونه کاروانسراهای دو ایوانی است و در پشت حجره های ضلع های شرقی-غربی و جنوبی سالن های درازی به عنوان اصطبل ساخته شده است (شهرستانی: ۱۳۹۱) (اشکال ۱۱، ۱۲ و ۱۳).



اشکال ۱۲ و ۱۳: تصاویر هوایی کاروانسرای

(منبع: سایت گوگل ارث ۲۰۱۷، ۱۱، ۱۵)



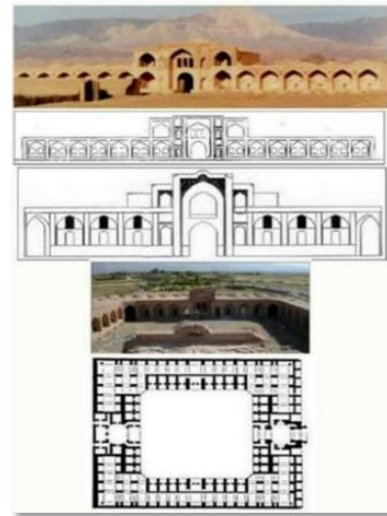
شکل ۱۱: پلان، نما و برش مزینان

(منبع: سازمان میراث فرهنگی کشور ۲۰۱۷، ۱۱، ۱۵)

کاروانسرای مهر: کاروانسرای مهر در سبزوار در گذشته های دور، در حدود ۴۵۰ مسافر را در خود جای می‌داده است. این کاروانسرا دارای تزیینات آجری با آجرهای نیم دایره است. ساختمانی این کاروانسرا ملات گل و گچ است. دارای تهرنگ مستطیل شکل است و به دلیل قرار گرفتن در اقلیم گرم و خشک درونگرا است. این درونگرایی سبب ایمنی و حفاظت کاروانسرا در برابر راهزنان نیز شده است (شهرستانی: ۱۳۹۱)، (اشکال ۱۴ و ۱۵).



شکل ۱۵: تصویر هوایی کاروانسرای مهر
(منبع: سایت گوگل ارث ۱۱، ۱۵، ۲۰۱۷)

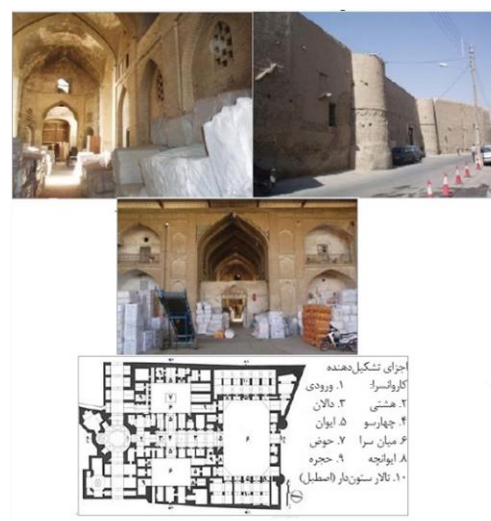


شکل ۱۴: پلان، برش و نمای کاروانسرای مهر
(منبع: سازمان میراث فرهنگی کشور ۱۱، ۱۵، ۲۰۱۷)

کاروانسرای ساروتقی: این کاروانسرا در بازار ساروتقی اصفهان واقع شده است. در سمت شمال چهارسوی ساروتقی، دروازه ورودی کاروانسرا و در جنوب آن، مسجد کوچک ساروتقی قرار گرفته است (پی بلیک: ۱۳۸۸: ۱۳۴)، (اشکال ۱۶ و ۱۷).



شکل ۱۵: تصویر هوایی کاروانسرای ساروتقی
(منبع: سایت گوگل ارث ۱۱، ۱۵، ۲۰۱۷)



شکل ۱۴: پلان، برش و نمای کاروانسرای ساروتقی
(منبع: سازمان میراث فرهنگی کشور ۱۱، ۱۵، ۲۰۱۷)

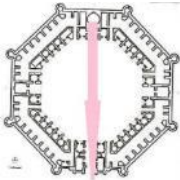
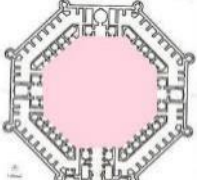
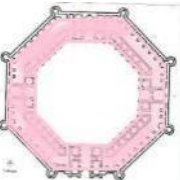
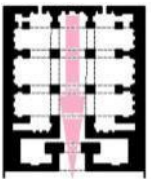
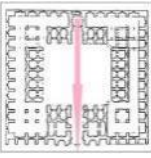
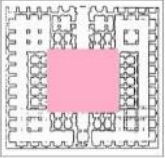
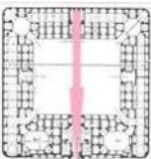
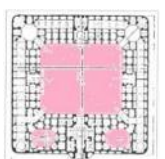
تحلیل کالبدی کاروانسراهای صفوی

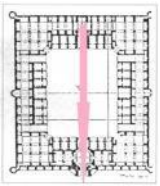
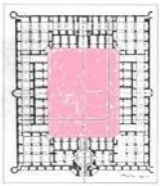
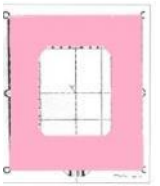
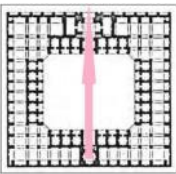
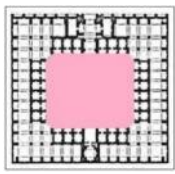
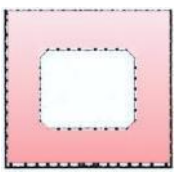
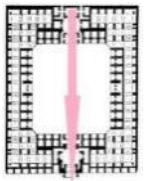
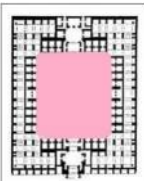
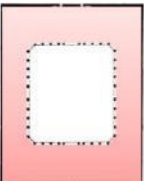
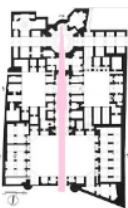
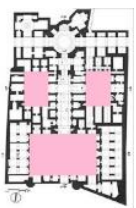
کاروانسراها به لحاظ تامین امنیت و رفاه حال کاروان ها با توجه به درجه امنیت راه ها در اقلیم ها و مناطق مختلف ایران دچار دگرگونی هایی در ساختار و فرم بنا هستند. با توجه به اطلاعات بدست آمده و براساس ویژگی های کالبدی که به قدرت و ثروت حکومت و نیز تکامل بنا در طول تاریخ و گستره محدوده تحت سلطه وابسته است، به تجزیه و تحلیل کاروانسراهای نمونه پرداخته شده است (جدول ۲ و ۳).

جدول ۲: مشخصات کالبدی کاروانسراهای صفوی (نمونه های موردی) (منبع: نگارنده)

نام کاروانسرا	دیرینگی	تهرنگ	مساحت (مترمربع)	حیات مرکزی	تعداد ایوان ها	ملاحظات
امین آباد	صفوی	هشت ضلعی	-	هشت ضلعی	۴	هشت برج دایره ای شکل دارد
رباط سرپوش	صفوی	مستطیل	۶۴۱	ندارد	۱	مسقف است
ریوند	صفوی	چهارپهلوی	-	مستطیل	۴	آجر کاری بینظیر
شیخ علی خان	صفوی	مستطیل	۶۷۲۴	مستطیل با گوشه های پخ	۴	کاروانسرای زیارتی- دارای دو حیات فرعی
مادرشاه	صفوی	مستطیل	۶۴۵۰	مستطیل با گوشه های پخ	۴	کاروانسرای سلطنتی و تشریفاتی
مزینان	صفوی	مستطیل	-	مستطیل با گوشه های پخ	۲	اصطبل در پشت حجره ها
مهر	صفوی	مستطیل	۶۴۸۰	مستطیل با گوشه های پخ	۲	دارای نمای متقارن
ساروتقی	صفوی	مستطیل	۳۴۵۰	مستطیل با گوشه های پخ	۴	مسجد نیز دارد.

جدول ۳: تحلیل کالبدی کاروانسراهای صفوی به صورت گرافیکی (منبع: نگارنده)

نام کاروانسرا	محور اصلی	فرم اصلی	فضای پر و خالی
امین آباد			
رباط سرپوش			
ریوند			
شیخ علی خان			

نام کاروانسرا	محور اصلی	فرم اصلی	فضای پر و خالی
مادرشاه			
مزینان			
مهر			
ساروتقی			

۵- نتیجه گیری

توجه به کاروانسراها به ویژه ارتباط خاص با شرایط سیاسی و اجتماعی در هر دوره بوده است. چنان که در هر زمان، حکومت‌های مقتدر و دولت‌های توانمند در کشور وجود داشته‌اند و به تبع آن، ارتباطات و تجارت نیز در سطح بالایی قرار گرفته است. در پژوهش حاضر به معرفی ویژگی‌های کالبدی و ساختاری کاروانسراهای عصر صفوی پرداخته ایم لذا این آثار فاخر تاریخی، اگر بطور مناسب مرمت و تغییر کاربری داده شوند، علاوه بر صنعت توسعه گردشگری می‌توانند مکان‌های مناسبی برای استراحت مسافران باشند. با منسوخ شدن کاروانسراها و عدم تامین نیاز مخاطبان، مجموعه‌های بین راهی، کاربردی ترین گزینه جهت ارائه خدمات در می‌ب‌حث توریسم و سفرهای جاده است. تجمیع کاربری‌هایی همچون: فضاهای اقامتی، رستوران، جایگاه سوخت گیری، محل توقف، پارکینگ، کمپ و هتل، زمین‌های ورزشی و بازی، فضاهای تجاری و فروشگاه‌های، اداری و پارک‌ها و ... مجموعه‌ای کامل و جامع را جهت جذب گردشگران خارجی و داخلی فراهم می‌کند که گستره‌ی وسیعی از بعد اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی کشور را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

منابع

۱. ایوازیان، سیمون (۱۳۷۹) روند شکل‌گیری کاروانسراهای برون‌شهری مجموعه مقالات کنگره تاریخ معماری و شهرسازی ایران، ارگ بم، ۱۳۷۴، تهران، سازمان میراث فرهنگ
۲. باستانی پاریزی (۱۳۷۵)، محمد ابراهیم، سیاست و اقتصاد در عصر صفوی، تهران، امیرکبیر.
۳. پوپ، آرتور (۱۳۷۱) معماری ایران، ترجمه غلامحسین صدری افشار، تهران، انتشارات فرهنگیان.
۴. پی بلیک، استیون (۱۳۸۸). نصف جهان (معماری اجتماعی اصفهان صفوی)، ترجمه محمد احمدی نژاد، اصفهان، نشر خاک

۵. پیربادیان، انوشه، (۱۳۹۱)، کتاب کاروانسراهای ایران، تهران، نشر هفت رنگ.
۶. پیرنیا، محمد کریم و افسر، کرامت الله، بی تا، راه و رباط، تهران، انتشارات سازمان ملی حفاظت آثار باستانی ایران.
۷. تاورینه، ژان باتیست، بی تا، سفرنامه تاورنیه، ترجمه ابوتراب نوری با تجدیدنظر کلی و تصحیح دکتر حمید شیرانی، اصفهان، انتشارات کتابخانه سینایی و کتابفروشی تأیید.
۸. حاجی قاسمی، ک، (۱۳۹۴)، گنجنامه (کاروانسراها، بناهای بازار)، مرکز اسناد و تحقیقات دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی، انتشارات روزنه.
۹. حسینی، آرزو و پورنادری، حسین، (۱۳۹۳)، مطالعه تطبیقی فضای معماری کاروانسراهای صفوی شاخص در بازار اصفهان، دو فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات تطبیقی هنر سال چهارم، شماره هشتم، پاییز و زمستان.
۱۰. رفیع فر، جلال، لرافشان، احسان (۱۳۸۴) بررسی انسان‌شناختی کاروانسراهای عصر صفوی، تهران: مجله‌نامه انسان‌شناسی، شماره ۴
۱۱. سیوری، راجر (۱۳۷۴) ایران عصر صفوی: ترجمه کامبیز عزیزی، تهران، مرکز.
۱۲. سیرو، ماکسیم (۱۹۴۷) کاروانسراهای ایران و ساختمان‌های کوچک میان‌راه‌ها، ترجمه عیسی بهنام، تهران، سازمان ملی حفاظت آثار باستانی ایران.
۱۳. سیرو، ماکسیم (۱۳۵۷)، راه‌های باستانی ناحیه اصفهان و بناهای وابسته به آنها، ترجمه مهدی مشایخی، تهران: سازمان ملی حفاظت آثار باستانی ایران.
۱۴. شاردن، ژان (۱۳۴۹) دایره‌المعارف تمدن ایران: سیاحت‌نامه شاردن، ترجمه محمد عباسی چاپ دوم تهران، انتشارات امیر کبیر.
۱۵. شهرستانی، سبحان، حامد شادی، (۱۳۹۱)، ویژگی‌های کاروانسراهای دوره صفوی، همایش ملی معماری پایدار و توسعه شهری (بوکان).
۱۶. صارمی، علی‌اکبر (۱۳۷۴) عناصر پایدار و متغیر در معماری، مجموعه مقالات کنگره تاریخ معماری و شهرسازی ایران، ارگ بم تهران، سازمان میراث فرهنگی.
۱۷. فلامکی، محمدمنصور (۱۳۶۵) باز زنده‌سازی بناها و شهرهای تاریخی، تهران، دانشگاه تهران.
۱۸. قربان زاده، مؤگان، (۱۳۹۵)، حیاط کاروانسرا (کاروانسرا باغ‌ها)، نشریه اینترنتی معماری منظر.
۱۹. کلاک‌هون، کلاید (۱۳۵۰) زمینه انسان‌شناسی و مردم‌شناسی، ترجمه و اقتباس ظفر دخت اردلان، تهران، نشر اندیشه.
۲۰. کیانی، محمدیوسف و ولفرام، کلایس (۱۳۶۸)، فهرست کاروانسراهای ایران، تهران: سازمان چاپ و انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی.
۲۱. گروتز، یورگ (۱۳۷۵) زیباشناختی در معماری، ترجمه جهان‌شانه پاکزاد و عبدالرضا همایون، تهران، مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
۲۲. ملایی، معصومه (۱۳۸۹) بررسی انواع کاروانسراهای ایران، سازمان نظام مهندسی گیلان، فن و هنر، شماره ۵۰.
۲۳. نایی، ف، (۱۳۸۱)، حیات در حیاط، حیاط در خانه‌های سنتی ایران، نشر نزهت، تهران.
۲۴. نوربخش، مسعود، (۱۳۷۰) با کاروان تاریخ: مروری بر تاریخچه سفر و سیاحت در ایران از باستان تا امروز، تهران نشر ایران‌شهر.
۲۵. هادی زاده کاخکی، سعید، (۱۳۸۹)، کاروانسرا در ایران، دفتر پژوهش‌های فرهنگی.
۲۶. هیلن براند، رابرت (۱۳۷۷) معماری اسلامی، ترجمه ایرج اعتصام، تهران، شرکت پردازش و برنامه‌ریزی شهری.

Comparative study of Architectural Space of Safavid Caravansaries with Physical Approach

Abstract

The need for a shelter has made people not always neglect that, even during the journey. Nowadays, with the arrival of industry in the country and the use of motor vehicles, caravansaries have lost their initial boom and remaining obsolete make them deserted, and some other have been changed their usage and have become passage, parking, warehouse etc. In the past, especially in the Safavi era, which coincided with the golden age and the flourishing of the construction of Iranian caravansaries, caravansaries have been a safe haven for travelers and merchants. The study of caravansaries in the Safavi era is important because it has unique features that the most obvious of them are plentiful reconstructive activity in the field of roads and especially construction of this building. The present study uses library studies and field visits. Using a deductive method, the typology of caravansaries and the basis of their spatial structure are examined in response to individual and social needs and physical characteristics. It is possible to achieve spatial and physical patterns for the development and revitalization of destructive caravansaries, and to revitalize and give new uses to them.

Keywords: Caravanserai, Safavid Caravansaries, physical approach

کاربرد سطوح باز تولید انرژی و مصالح پیزوالکتریک در استادیوم‌های فوتبال به منظور خودکفایی در تولید انرژی

شهناز پورناصری^۱، زهره حسینی^{۲*}

۱- استادیار معماری دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

Hosseini1731@gmail.com

چکیده

برای رسیدن به خودکفایی ساختمان‌ها در مبحث انرژی الکتریکی، علاوه بر تولید و صرفه‌جویی در انرژی، می‌توان به بازتولید و استفاده مجدد از انرژی‌های مصرف شده آن نیز پرداخت. مثلاً در بناهایی مانند استادیوم‌ها، فرودگاه‌ها، ایستگاه‌های مترو و... می‌توان از حجم عظیم انرژی جنبشی اتلافی کاربران به عنوان منبع انرژی استفاده کرد. برای این منظور می‌توان از مواد پیزوالکتریک با قابلیت تبدیل انرژی جنبشی به الکتریسیته بهره برد که در سال‌های اخیر برای سهولت کاربری، کفپوش‌هایی با این قابلیت تولید شده‌اند. در این پژوهش امکان برداشت الکتریسیته از یک استادیوم فوتبال و میزان آن در مقایسه با مصرف الکتریسیته ورزشگاه بررسی شد. برای این کار، در یک استادیوم، الکتریسیته تولید شده از سه بخش زمین‌بازی، سکوی تماشاگران و مسیرهای تردد و ورودی‌ها مورد بررسی قرار گرفت. با محاسبه تعداد گام‌های دریافتی توسط این تایل‌ها با توان خروجی ۵ تا ۸ وات از هر گام، میزان الکتریسیته تولیدی هر بخش به دست آمد که جمعاً حدود ۹۰ درصد از نیاز ورزشگاه را تأمین می‌کند. ۵۰ درصد از آن در سکوی تماشاگران و باقی در زمین‌بازی و ورودی‌ها به دست می‌آید. با مقایسه گام‌های دریافتی، میزان الکتریسیته تولیدی و تعداد تایل‌های بکار رفته در هر قسمت درمی‌یابیم که بهینه‌ترین بخش برای تولید انرژی، راهرو و ورودی‌ها می‌باشند. در بخش‌های دیگر نیز یک‌سوم میانی زمین‌بازی و سکوی تماشاگران در امتداد ضلع طولی زمین، به دلیل وجود تردد و تحرک بیش‌تر، در تولید انرژی مؤثرترند. استفاده از کفپوش‌های مولد الکتریسیته می‌تواند تأثیر بسزایی در خودکفایی ساختمان‌ها داشته باشد.

واژگان کلیدی: بازتولید انرژی، مصالح هوشمند، پیزوالکتریک، استادیوم فوتبال، کفپوش مولد الکتریسیته

۱- مقدمه

به امروزه بحران انرژی و منابع آن شدت یافته و بهینه‌سازی انرژی در همه کشورها و تمام زمینه‌ها بسیار مطرح است. مقدار زیادی از انرژی مصرفی هر کشور در حوزه ساختمان می‌باشد. علاوه بر این، در حال حاضر ساختمان‌ها همگام با تکنولوژی روز پیش می‌روند و سال‌هاست که هوشمندسازی ساختمان‌ها آغاز شده و روز به روز پیشرفت می‌کند. در این مسیر تا کنون به ساختمان‌های صفر انرژی و پس از آن ساختمان‌های انرژی پلاس رسیده‌ایم که در آن‌ها ساختمان خود تولیدکننده انرژی مصرفی خود و حتی بیش از آن می‌باشد. در همین راستا می‌توان به جای تولید انرژی، آن را بازیافت و یا به عبارتی بازتولید کرد. تا کنون بسیاری از مصالح هوشمند در حوزه ساختمان به کار رفته‌اند که با روش‌هایی جدید و نوآورانه، در مصرف انرژی صرفه‌جویی و یا به نحوی از هدررفت آن جلوگیری می‌کنند. اما، چه می‌شود اگر بتوان ساز و کاری تعریف کرد که علاوه بر این موارد، انرژی مصرف شده در ساختمان را بازتولید کرده و دوباره استفاده کرد؟

از روش‌هایی که می‌توان به وسیله آن انرژی را به صورت دیگری تبدیل کرد، استفاده از مصالح هوشمند با اثر پیزوالکتریک است. اثر پیزوالکتریک، خاصیت موادی است که می‌توانند در یک سیستم طراحی شده، انرژی مکانیکی را به الکتریسیته تبدیل کنند (Anshu Jain, 2015: 1581). می‌توان با این روش از صوت، حرکت افراد و راه رفتن، امواج، جریان هوا و ... در ساختمان انرژی الکتریکی تولید کرد و با این کار، هم نیاز ساختمان به تولید انرژی را کاهش داد و هم از اتلاف انرژی موجود در آن جلوگیری کرد. با استفاده از خاصیت مواد پیزوالکتریک کفپوش‌هایی ساخته شده‌اند که قابلیت تولید الکتریسیته از گام‌های دریافتی کاربران را دارند (شریفی و ظاهر، ۱۳۹۱). برای این منظور، ساختمان‌های عمومی با مراجعه‌کنندگان زیاد مناسب‌ترند چون انرژی‌هایی که قابلیت تبدیل دارند در این مکان‌ها بیش‌تر است. استفاده از این تکنولوژی در استادیوم‌ها از این حیث قابل توجه است که غالباً دارای تعداد کاربران زیادی است و انواع صورت‌های انرژی در این مکان‌ها به مقدار مناسبی وجود دارد که در نتیجه امکان بیش‌تری برای بهره‌برداری به ما می‌دهد. اما از مسائل مهم میزان الکتریسیته به دست آمده و در واقع اثربخشی مناسب این کفپوش‌ها است که در پژوهش حاضر، به آن پرداخته می‌شود.

۲- سوالات تحقیق

- نحوه استفاده از مواد پیزوالکتریک در ورزشگاه‌ها به چه صورت است؟
- میزان الکتریسیته تولید شده توسط کفپوش‌های میدل انرژی در یک استادیوم فوتبال چقدر است؟
- با استفاده از این روش تولید الکتریسیته، تا چه میزان از مصارف ورزشگاه را می‌توان تامین کرد؟
- بهترین مکان برای نصب این تجهیزات در کدام قسمت‌های ورزشگاه می‌باشد؟

۳- روش تحقیق

روش تحقیق به صورت ترکیبی شامل کتابخانه‌ای تحلیل کمی و کیفی می‌باشد. ابتدا نوع مصالح مورد نظر معرفی و انواع پوشش‌های کف که دارای این اثر می‌باشند و میزان بازدهی آن‌ها بررسی شد و ۴ نمونه از تایل‌های مولد که از محصولات پربازده تر و جدیدتر هستند انتخاب شدند. برای محاسبه گام‌های دریافت شده توسط کاربران، ۳ بخش از یک استادیوم در نظر گرفته شد: ورودی‌ها، جایگاه تماشاگران، زمین بازی. در هر بخش تعداد گام‌های دریافتی در یک رویداد ورزشی محاسبه شده و با توجه به بازده کاشی‌ها، میزان الکتریسیته تولید شده از هر بخش محاسبه شد. در ادامه، مجموع انرژی به دست آمده با میزان میانگین مصرف استادیوم‌های فوتبال مقایسه شد و درصد بهره‌وری این تایل‌ها در استادیوم به دست آمد. علاوه بر این، با توجه به نسبت میان تایل‌های مصرفی در هر بخش و مقدار الکتریسیته تولید شده از آن، قسمت‌های بهینه‌تر برای نصب این تایل‌ها معرفی شدند. پس از آن، با بررسی نقشه‌های حرارتی بازیکنان و رفتار تماشاگران، پرتددترین مناطق زمین بازی و سکوی تماشاگران برای برداشت انرژی بیش‌تر معرفی شدند.

۴- مصالح هوشمند و پیزوالکتریک‌ها

با پیشرفت سریع تکنولوژی هر روز به امکانات و کاربردهای مصالح اضافه می‌شود. با گذر زمان هر روز از مصالح سنتی مثل آجر و سفال و مصالح مدرن مثل بتن و فولاد، به سمت مصالحی می‌رویم که می‌توانند دما را حس کنند، به نور خورشید واکنش دهند، گرما را ذخیره و حساب شده تحویل دهند، از نور خورشید انرژی تولید کنند و امکاناتی دیگر از این قبیل (گرجی مهبانی و حاج ابوطالبی، ۲۰۰۱: ۶۸).

به طور کلی مصالح ساختمانی موجود اعم از سنتی، طبیعی و مصنوعی با توجه به خصوصیات آن‌ها از جمله: نمود ظاهری، بافت، ترکیب شیمیایی، خواص مکانیکی، فیزیکی و ... طبقه‌بندی می‌شوند. اما در طبقه‌بندی مصالح هوشمند علاوه بر در نظر داشتن مشخصه‌های فوق، خواص دیگری که به طور ویژه به تمییز دادن مصالح هوشمند از مصالح سنتی مربوط می‌شود نیز لحاظ شده است. در واقع طبقه‌بندی پیشنهادی مصالح هوشمند بر پایه سه خاصیت زیر ارائه شده‌اند.

الف) مصالح هوشمند دارای قابلیت تغییر خواص درونی:

- مصالح هوشمند تغییر شکل دهنده
- مصالح هوشمند تغییر رنگ دهنده
- مصالح هوشمند تغییر پیوند دهنده

ب) مصالح هوشمند دارای قابلیت مبادله انرژی:

- مصالح هوشمند ساطع کننده نور
- مصالح هوشمند تولید کننده الکتریسیته
- مصالح هوشمند ذخیره کننده انرژی

ج) مصالح هوشمند دارای قابلیت تغییر و مبادله مواد درونی:

این مصالح می توانند مواد را در فرم مولکول و به شکل گاز، مایع یا جامد با فرایندهای فیزیکی یا شیمیایی، در خود محصور و یا اینکه آزاد کنند. عملکرد آن ها به صورتی است که با قرار گرفتن در برابر انواع گاز، بخار آب، آب و یا حتی محلول های آبدار، با چسباندن آن ها به سطح داخلی خود و یا اضافه کردن آن ها به حجم خود واکنش نشان می دهند. (Ritter, 2007: 9)

مصالح هوشمند تغییر شکل دهنده، دارای قابلیت تغییر خواص درونی خود می باشند و در پاسخ به محرکات خارجی تغییراتی در شکل و ابعاد خود ایجاد می کنند که این تغییرات بستگی به نوع توزیع و آرایش ترکیبات درونی آن ها دارد. هم اکنون مصالح زیادی با این ویژگی در دسترس است اما از پرکاربردترین آن ها می توان به مصالح هوشمند دما واکنشی^۱، الکترو واکنشی^۲، شیمی واکنشی^۳ و پیزوالکتریک^۴ اشاره نمود که در حال حاضر بیشترین توجه را در زمینه معماری به خود معطوف نموده اند (گرجی مهبانی و حاج ابوطالبی، ۲۰۰۱: ۶۹).

مواد پیزوالکتریک از جمله مواد و مصالح پنهانی هستند که در اطراف ما فراوان وجود دارند، هرچند که برای عده کثیری ناشناخته اند. تلفن های همراه، الکترونیک خودرو، تکنولوژی پزشکی و سیستم های صنعتی فقط چند نمونه از زمینه هایی است که اجزای پیزوالکتریک در آن ها اجتناب ناپذیر است. پژوهشگری برای دریافت تصاویری از کودک در رحم مادر با پیزوالکتریسیته ممکن می شود. حتی در سنسور پارکینگ در عقب خودروی ما نیز پیزوالکتریک وجود دارد (Holterman & Groen, 2013:3).

دلیل کاربرد فراوان مواد پیزوالکتریک چیست؟ این به دلیل طبیعت خود ماده است که می تواند انرژی مکانیکی را به انرژی الکتریکی تبدیل کند و برعکس. اثر پیزوالکتریک مستقیم هنگامی است که این مواد تحت فشار مکانیکی قرار می گیرند و در اثر آن، بار الکتریکی متناسب با آن نیرو ایجاد می کنند. اثر معکوس پیزوالکتریک هنگامی است که این مواد تحت تاثیر یک میدان الکتریکی قرار می گیرند، که در اثر آن در ماده تنش (تغییر شکل) ایجاد می شود.

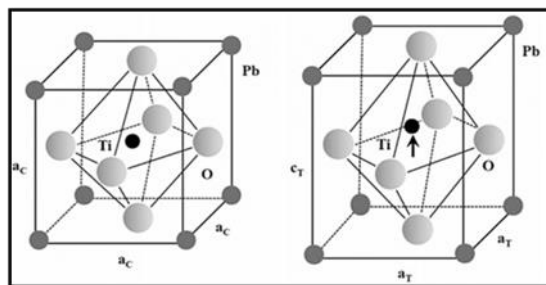
اثر پیزوالکتریک در کریستال هایی روی می دهد که بلور آن ها دارای تقارن است. کریستال ها از یون های مثبت و منفی ساخته شده اند و به همین دلیل میان آن ها نیروهای جاذبه و دافعه ای وجود دارد که به آن دو قطبی می گویند و در حالت طبیعی در تعادل اند. اما با اعمال نیروی مکانیکی شکل متقارن بلورها از بین رفته و فاصله ی بین بارهای مثبت و منفی تغییر می کند (تصویر ۱). این تغییر فاصله حالت تعادل را از بین برده و در نتیجه ی این کنش ها، میدان الکتریکی ایجاد می شود. در واقع، الکتریسیته همان اختلاف پتانسیلی است که بین بارهای موجود در این مواد به وجود می آید و علت آن فشار دینامیکی است. برای مثال، یک سانتی متر مکعب از کوارتز با ۲ کیلو نیوتن نیروی اعمال شده می تواند اختلاف پتانسیلی برابر با ۱۲۵۰۰ ولت ایجاد کند (Ledoux, 2011:8).

1 Thermostrictive

2 Electroactive

3 Chemostrictive

4 Piezoelectric



تصویر (۱): ساختار بلور پیزوالکتریک و اعمال نیرو (Ledoux, 2011:8).

از نمونه‌های کاربرد پیزوالکتریک در صنعت می‌توان به سنسورهای ضربه‌گیر موتور، عمق‌سنج و تجهیزات سونار و تجهیزات تنظیم نوری اشاره کرد. همچنین استفاده از این مواد در پزشکی رو به افزایش است از جمله استفاده از پیزوالکتریک به عنوان ژنراتور با قراردادن در تیشرت‌ها و سایر پوشش‌ها و استفاده از حرکات انسان برای تجهیزات پزشکی داخل بدن مانند باتری‌های ضربان ساز قلب، پمپ‌های انسولین و از پیزوالکتریک در بسیاری از تجهیزات دیگر نیز استفاده می‌شود. از جمله در پرینترهای پیزوالکتریک، مسواک‌های الکترونیکی، تلفن‌های همراه، انژکتورهای دیزلی، فندک‌ها، مبدل‌های فراصوت، سنسورهای ارتعاشی، میکروروباتیک‌ها و میکروهماپیماها، تجهیزات انتقال صدا مانند میکروفن، اسپیکر و به نوعی از پیزو الکتریک استفاده شده است (فخار، مهنام و ادیسی، ۱۳۹۲) و (APC International, 2015).

۴-۱- کاربرد مواد پیزوالکتریک در ساختمان‌ها

پیزوالکتریک‌ها بسیار مورد توجه معماران قرار گرفته‌اند زیرا استفاده از آن‌ها در روش‌های نسبتاً ساده برای تولید انرژی الکتریکی از ارتعاشات ناشی از باد و یا تردد مراجعه‌کنندگان در ساختمان‌ها بسیار رو به رشد بوده است (شریفی و ظاهر، ۱۳۹۱). با تلاش محققین این امکان ایجاد شده است تا از حرکات انسانی در تاسیسات شهری نظیر ایستگاه‌های قطار و پیاده‌روها، جاده‌ها، باشگاه‌های ورزشی و سایر محل‌های پر ازدحام، انرژی برق تولید شود (یاوری گهر و آصفی پور، ۱۳۸۸). از موارد دیگر استفاده از پیزوالکتریک، در کنترل ارتعاشات سازه‌ها (پل‌ها، تیرهای طره‌ای و ...) است که به این روش کنترل فعال گفته می‌شود و از مزایای آن دقت و نامحدود بودن منبع انرژی است.

در پژوهشی استفاده از حس‌گرهای پیزوالکتریک در سیستم حفاظتی زندان‌ها بیان شده است. حس‌گرهای حساس به فشار و بسیار نازک در کف پوش‌های ایستگاه پلیسی در فنلاند نصب شده است که اگر زندانیان از محدوده تعریف شده خارج شوند، سیستم هشداردهنده به مراکز مخابراتی و ایستگاه‌های پلیس هشدار می‌دهد (موسوی و آقازاده، ۱۳۹۳).

همچنین با بکار بردن عملگرهای پیزوالکتریک در پای ستون‌ها و واکنش آن‌ها هنگام لرزش ساختمان می‌توان پاسخ‌های لرزه‌ای بنا را کاهش داد (Fallah & Ebrahimnejad, 2013: 450).

در پژوهش دیگری، با اتصال پیزوالکتریک به یک تیر، میزان انرژی به دست آمده از ارتعاشات مکانیکی محاسبه شده و در صورت نیاز تیر تقویت می‌شود (Ledoux, 2011:11). همچنین با قرار دادن پیزوالکتریک در نقطه میانی پل دو سرفصل می‌توان ارتعاشات پل‌ها را تبدیل به الکتریسیته کرد (کریمی، تیکنی و ضیائی راد، ۱۳۹۵: ۱۰۷). و یا از نیروی باد و ارتعاشات ناشی از آن بدون نیاز به توربین، برق تولید کرد (Wu, Wang & Xie, 2013: 25).

در پژوهشی دیگر نشان داده شد که با کاربرد صفحات پیزوالکتریک در پله‌های ساختمان، امکان برداشت انرژی افراد وجود دارد که به مرور افزایش پیدا کرده و می‌تواند در تامین بخشی از انرژی ساختمان بکار رود (موسوی و آقازاده، ۱۳۹۳). برداشت انرژی مکانیکی مصرفی بر اساس اثر پیزوالکتریک توسعه یافته و تا کنون در زمینه‌های مختلفی بررسی شده است. از جمله ارتعاش کمک‌فنرهای وسایل نقلیه، سازه‌های مهندسی، ریل قطارها، جاده‌ها، امواج اقیانوس، جریان‌ها و حرکات انسان (Kong et al., 2014, 21) تولید انرژی از منابع انرژی موجود در ساختمان‌ها همانند ارتعاشات ایجاد شده در مناطق بادخیز، انرژی امواج صوت در مکان‌های ورزشی، تردد افراد در پیاده‌روها و نیز در ساختمان‌های پررفت‌وآمد همانند موزه‌ها، ادارات، مراکز فرهنگی، مساجد و ورزشگاه‌ها، می‌تواند سهم عمده‌ای در تامین انرژی آن‌ها به عهده گیرد.

۴-۲- تایل های مولد الکتریسیته

به منظور سهولت در استفاده و نصب، شرکت هایی در این زمینه به صنعتی کردن این فناوری روی آورده و کف پوش های مبدل انرژی را به تولید انبوه رسانده اند. سهولت در نصب تجهیزات و مدارات، طول عمر ۵ تا ۲۰ سال، مقاومت در برابر رطوبت و شرایط جوی نامناسب، افزایش بازدهی، تنوع در روکش ها و سفارشی سازی این کف پوش ها از جمله ویژگی هایی است که باعث شد از این تکنولوژی استقبال بیش تری شود. از جمله شرکت هایی که به تولید انبوه و نصب این کاشی ها پرداختند می توان به شرکت پیوژن^۱، انرژی فلورز^۲ و تریولت^۳ اشاره کرد.

هنگامی که روی ماژول های کف گام گذاشته می شود مقداری خم می شوند. در هر کاشی سیستم الکترومکانیکی قرار دارد که حرکت ناچیز عمودی ایجاد شده توسط فرد را به یک حرکت چرخشی تبدیل کرده و ژنراتور را فعال می کند. این کاشی ها به صورت مدولار هستند و متصل کردن ۴۰ عدد از کاشی ها به شبکه می تواند بیش از ۱ کیلووات انرژی تولید کند. توان خروجی اسمی متداول هر مدول انرژی فلورز برای گام های پیوسته توسط یک فرد بین ۱ تا ۱۰ وات است. این شرکت تا کنون بیش از ۲۵۰ پروژه در نقاط مختلف دنیا اجرا کرده است و به طور کلی ۵۰۱۲ میلیون ژول انرژی برداشت کرده است (Energy-Floors, 2016) و (Pavegen, n. d.). شرکت پیوژن بیش از ۱۵۰ پروژه در سراسر دنیا را در بخش های مختلف از جمله ایستگاه های قطار، مراکز خرید، فرودگاه ها و فضاهای عمومی به اتمام رسانده است. نصب تجهیزات در نقاط مختلف دنیا باعث شده تا مردم ارزش بیش تری برای انرژی تولیدی شان قائل شوند. میزان خروجی اسمی هر ماژول به ازای هر گام ۵ وات و در نمونه های اصلاح شده تا ۸ وات می رسد (Pavegen, n. d.).

با استفاده از کاشی های مبدل انرژی در مکان های پر تردد و مناطقی که کاربران تحرک زیادی دارند انرژی بیش تری تولید می شود. مثلاً ورزشگاه ها که دارای کاربران زیاد، مقیاس وسیع، تحرک فراوانی است. از بین ورزش های مختلف بدیهی است که ورزش های گروهی مثل فوتبال که تعداد بازیکنان حاضر در زمین بیش تر باشد تولید انرژی بیش تری دارند. این ورزش همچنین بیش تر مورد استقبال مردم قرار می گیرد.

۵- انرژی به دست آمده از سطوح مختلف در استادیوم های فوتبال

در یک استادیوم ۳ بخش برای برداشت الکتریسیته مورد بررسی قرار گرفته است: زمین بازی، سکوی تماشاگران، ورودی ها و مسیرهای تردد تماشاگران. تایل هایی که برای این بررسی انتخاب شده اند ۲ نمونه از شرکت انرژی فلورز با توان خروجی ۱۵ و دیگری ۵ الی ۱۰ وات و ۲ نمونه از شرکت پیوژن با توان ۵ و ۸ وات است. ابعاد تایل های مورد استفاده در ورزشگاه ۵۰ در ۵۰ سانتی متر می باشد (Energy-Floors, 2016).

۵-۱- انرژی تولید شده توسط بازیکنان فوتبال در زمین

ابعاد زمین فوتبال به طور میانگین ۱۰۵ در ۷۰ متر است. با توجه به ابعاد کاشی ها (۵۰ در ۵۰ سانتی متر) برای پوشاندن زمین به تعداد ۲۹۴۰۰ کاشی نیاز است. با توجه به اینکه کاشی های مولد انرژی با هر گام تولید انرژی می کنند، برای به دست آوردن انرژی تولید شده توسط بازیکنان ابتدا باید تعداد گام هایی که توسط آن ها طی می شود را محاسبه کرد. برای به دست آوردن تعداد گام های یک بازیکن، اول باید بدانیم که او در یک بازی چه مسافتی را طی می کند. این میزان با توجه به جایگاه هر بازیکن در زمین متفاوت است اما مقدار متوسط آن برای هر بازیکن در هر بازی به طور میانگین ۱۱ کیلومتر یا ۷ مایل است (Fox, 2016). حال باید دانست که این مسافت با چند گام طی می شود؟ اگر بخواهیم در حالت عادی این مقدار را به دست آوریم هر گام بین ۶۲،۵ تا ۷۵ سانتی متر می باشد (Neufert & Thackara, 1980: 17) اما نکته اینجاست که این مسافت مثل یک مسیر پیاده روی معمولی نیست؛ بلکه هر بازیکن در هر بازی حالت های مختلف از جمله راه رفتن، دویدن با سرعت کم، دویدن با حداکثر سرعت، چرخش، پرش و... را انجام می دهد که هر کدام از این فعالیت ها در سرعت های متفاوتی انجام می شود. علاوه بر سرعت، مدت زمان این فعالیت ها نیز متفاوت است. لازم است برای اینکه سرعت میانگین را بیابیم از سرعت متوسط یا میانگین وزنی استفاده کنیم

1 Pavegen

2 SEF: Sustainable Energy Floors

3 Treevolt

یعنی میانگین سرعت‌های مختلف را با توجه به مدت زمان طی شده با همان سرعت محاسبه کنیم. میانگین سرعت بازیکنان فوتبال بین ۶ تا ۸ کیلومتر بر ساعت است که به طور میانگین، ۷ کیلومتر بر ساعت در نظر گرفته می‌شود (Verheijen, 1998: 17). در سال ۲۰۰۸ پژوهشی درباره تعداد گام‌ها در سرعت‌های مختلف انجام شد (Hoeger, Bond, Ransdell, Shimon, & Merugu, 2008: 15). این میزان با توجه به جنسیت، قد و میزان سرعت افراد متفاوت است. باتوجه به اینکه میانگین قد فوتبالیست‌ها ۱۸۱٫۶۸ سانتی‌متر بوده، و با سرعت متوسط ۷ کیلومتر بر ساعت می‌دوند، هر مایل را در حدود ۱۴ دقیقه طی می‌کنند (Fifa, 2014)، طبق یافته‌های این پژوهشگر تعداد گام‌های این ورزشکار در یک مایل ۱۸۱۷ گام است. که در کل بازی (هر بازیکن ۷ مایل طی می‌کند) تعداد گام‌های طی شده توسط هر بازیکن، ۱۲۷۱۹ گام می‌شود. با حضور ۲ تیم ۱۱ نفره در زمین تعداد بازیکنان ۲۲ نفر می‌شود. علاوه بر بازیکنان، حضور یک داور داخل زمین مسابقه الزامی ست. با توجه به اینکه میزان دوندگی داور در هر بازی ۱۱ کیلومتر تخمین زده شده است (Di Salvo, Carmont, & Maffulli, 2011) پس می‌توان داور را جز دوندگان زمین محسوب کرد جدول (۱). طبق این جدول در هر بازی توسط بازیکنان ۲۹۲،۵۳۷ گام دریافت می‌شود. با توجه به اینکه مازول‌های مختلف میزان تولید انرژی متفاوتی دارند، با توجه به نوع آن‌ها انرژی تولید شده در جدول (۲) محاسبه شده است.

البته باید توجه داشت که این تعداد گام فقط در یک بازه ۹۰ دقیقه‌ای است و گاهی بازی‌ها بیش‌تر به طول می‌انجامد. علاوه بر این، بازیکنان حدود ۱۵ دقیقه قبل از شروع بازی در زمین حضور پیدا کرده و به گرم کردن می‌پردازند. به جز موارد گفته شده باید این را هم در نظر بگیریم که در یک استادیوم علاوه بر مسابقات، تمرینات یک باشگاه هم انجام می‌شود که ساعات تمرین بسیار بیش‌تر از ۹۰ دقیقه یک مسابقه است و در تمام این حالات باز هم می‌توان از زمین بازی انرژی دریافت کنیم.

جدول (۲): میزان الکتریسیته تولید شده از زمین فوتبال

نوع مازول	توان (watt)	میانگین توان (watt)	میزان تولید انرژی توسط بازیکنان		
			watt	kw	mw
SEF	۱۰-۱	۵	$۲۹۲.۵۳۷ \times ۵ = ۱.۴۶۲.۶۸۵$	۱.۴۶۲،۷	۱،۵
	۱۵	۱۵	$۲۹۲.۵۳۷ \times ۱۵ = ۴.۳۸۸.۰۵۵$	۴.۳۸۸	۴،۴
Pavegen	۸	۸	$۲۹۲.۵۳۷ \times ۸ = ۲.۳۴۰.۲۹۶$	۲.۳۴۰،۲	۲،۳
	۵	۵	$۲۹۲.۵۳۷ \times ۵ = ۱.۴۶۲.۶۸۵$	۱.۴۶۲،۷	۱،۵

جدول (۱): تعداد گام‌های دریافت شده از همه افراد

حاضر در زمین در یک بازی	
تعداد گام‌های هر نفر در یک مایل	۱،۸۱۷
تعداد گام‌های هر نفر در طول بازی	$۱.۸۱۷ \times ۷ = ۱۲.۷۱۹$
تعداد تیم‌ها	۲
تعداد اعضای هر تیم	۱۱
مجموع اعضا علاوه داور	۲۳
تعداد گام‌های هر دو تیم در کل بازی	$۱۲.۷۱۹ \times ۲۳ = ۲۹۲.۵۳۷$

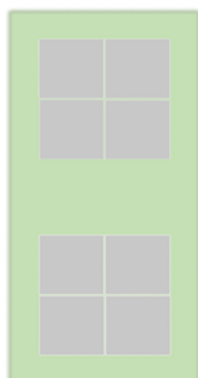
۵-۲- انرژی تولید شده از هیاهوی تماشاگران

شاید بارها شاهد این بوده‌اید که در برخی مسابقات فوتبال، استادیوم‌ها حتی پیش از شروع مسابقه، مملو از جمعیت می‌شود. آن‌ها مدام و حتی پیش از شروع بازی تا پایان آن و حتی پس از برنده شدن یک تیم، در ورزشگاه حضور دارند و با هیاهوی بسیار تیمشان را حمایت می‌کنند. حال که از ۲۳ نفر حاضر در زمین حدود ۱،۵ مگاوات انرژی تولید می‌شود، از هزاران نفر دیگر حاضر در ورزشگاه چه انرژی عظیمی می‌توان دریافت کرد؟

برای به دست آوردن این مقدار باید میزان ایستادن و نشستن، پریدن و جست‌وخیز کردن تماشاگران را تخمین زد که البته تا حدودی غیرممکن است. برای به دست آوردن یک مقدار تقریبی از انرژی تولیدی تماشاگران به یک نمونه اجرا شده اشاره می‌شود. در سال ۲۰۱۴ انرژی حاصل از تماشاگران با استفاده از بسترهای انرژی پایدار^۱ در ورزشگاه دکایپ روتردام جمع‌آوری شد. آن‌ها با به کار گذاشتن ۴،۵ مترمربع کاشی در یکی از ورودی‌ها و ۲۰ عدد کاشی در مقابل یک ردیف از صندلی‌ها، ۵۰،۰۰۰ ژول انرژی دریافت کردند. (تصویر ۲ و ۳). لازم است که میزان انرژی دریافت شده از ورودی را به‌صورت مجزا از انرژی دریافت شده از داخل ورزشگاه محاسبه شود. این ورزشگاه، ورزشگاه خانگی تیم فاینورد از لیگ هلند است. میانگین حضور تماشاچیان در مسابقات این تیم در سال ۲۰۱۴، ۴۵،۴۱۹ نفر است (Transfermarkt, 2016). با توجه به اینکه ورودی مورد نظر از ورودی‌های اصلی است، می‌توان

^۱ SEF: Sustainable Energy Floors

در نظر گرفت حداقل ۳۳ درصد جمعیت از این درگاه وارد می‌شود که به ازای جمعیت حاضر در ورزشگاه این مقدار حدود ۱۵،۰۰۰ نفر به دست می‌آید. در مقابل ورودی ذکر شده ۸ ماژول به‌صورت ۲ آرایه چهارتایی کار گذاشته شدند. تصویر ۴. (Energy-Floors, 2016).



تصویر (۲): تایل‌های مولد انرژی در سکوی تماشاگران ورزشگاه دکایپ
تصویر (۳): تایل‌های مولد انرژی نصب شده در ورودی ورزشگاه دکایپ
تصویر (۴): آرایش تایل‌ها در ورودی

با توجه به مکان نصب کاشی‌ها نسبت به درگاه، می‌توان در نظر گرفت که به طور میانگین دو سوم جمعیت از روی کاشی‌ها عبور می‌کنند. از این قرار ۱۰ هزار نفر از روی کاشی‌ها رد شدند. بازده این کاشی‌ها ۲ الی ۲۰ ژول است که این مقدار بستگی به وزن و شدت ضربه وارده دارد. چون افراد در حال پیاده روی با سرعت معمولی هستند، از هر گام ۲ ژول انرژی تولید می‌شود. اگر از هر نفر ۲ یا ۳ گام دریافت شود، ۲۴،۵۰۰ گام دریافت شده که با احتساب همین مقدار در خروج، ۴۹ هزار ژول انرژی از ورودی به دست آمده است. در نتیجه از ۵۰ هزار ژول انرژی تولیدی، ۱۰۰۰ ژول باقیمانده از سکوی تماشاگرها تولید شده است. این هزار ژول تولید شده توسط ۲۰ تایل که هر کدام در مقابل یک تماشاچی نصب شده بود به دست آمده است، یعنی از هر تایل ۵۰ ژول انرژی تولید شده است. با توجه به اینکه ضربه‌ها شدت زیادی نداشتند به‌صورت تخمینی حدود ۱۰ تا ۲۵ ضربه از هر تماشاچی دریافت شده است. با توجه به مطالب گفته شده از هر تماشاچی هنگام تماشای بازی، ۱۰ الی ۲۵ گام دریافت می‌شود. اگر بتوانیم به ازای هر تماشاگر یک تایل نصب کنیم، با در نظر گرفتن اینکه میزان حضور تماشاگران در ورزشگاه ۴۵،۴۱۹ نفر است، از تماشاچیان حداقل ۴۵۴،۱۹۰ گام و حداکثر ۱،۱۳۵،۴۷۵ گام دریافت می‌شود. جدول (۳). طبق این جدول انرژی تولید شده از تماشاگران در ورزشگاه دکایپ، ورزشگاه خانگی تیم فاینورد هلند میزان ۳،۹۷۴ کیلووات است. اگر بخواهیم میانگین میزان انرژی مسابقات فوتبال را به طور کلی تخمین بزنیم می‌توان میانگین حضور تماشاچیان در لیگ‌های هر کشور یا مسابقات قاره‌ای و یا مسابقات جهانی (مانند المپیک و جام جهانی) را مد نظر قرار داد. دو نمونه به عنوان مثال در جدول (۴) ارائه شده است (UEFA League, 2016), (Fifa, 2014).

جدول (۳): میانگین الکتریسیته تولید شده از تماشاگران در ورزشگاه فوتبال دکایپ

نوع کاشی	نام	Pavegen,SEF	SEF	Pavegen (V3)
تعداد گام‌های دریافتی از هر نفر	بازده	۵	۱۵	۸
	حداقل	۱۰		
	حداکثر	۲۵		
خروجی به ازای یک نفر (watt)	حداقل	۵۰	۱۵۰	۸۰
	حداکثر	۱۲۵	۳۷۵	۲۰۰
تعداد کل تماشاگران		۴۵،۴۱۹		
انرژی تولید شده از کل تماشاگران (kw)	حداقل	۲،۲۷۱	۶،۸۱۳	۳،۶۳۳،۵
	حداکثر	۵،۶۷۷	۱۷،۰۳۲	۹،۰۸۴
میانگین (kw)		۳،۹۷۴	۱۱،۹۲۲،۵	۶،۳۴۴

جدول (۴): میانگین الکتریسیته تولید شده از تماشاگران در مسابقات فوتبال

مسابقات	لیگ قهرمانان اروپا ۲۰۱۶،۱۷	جام جهانی ۲۰۱۴ برزیل
میانگین تماشاگران	۴۱،۸۸۷	۵۳،۵۹۲
میانگین انرژی تولید شده از هر نفر (watt)	۸۷،۵	
انرژی کل (kw)	۳،۶۶۵	۴،۶۷۲

۵-۳- انرژی تولید شده از تردد کاربران

علاوه بر سکوهای داخل ورزشگاه، مسیرهای تردد آنها نیز منابع خوبی برای دریافت انرژی است. حتی بسیار بهینه تر هم می باشد چون در مساحت کمتر، حجم بالاتری از تردد افراد صورت می گیرد. برای این منظور می توان جلوی درگاه ها، مسیرهای عبوری تماشاگران، راه پله ها و... ماژول ها را نصب کرد. به عنوان مثال، اگر در مقابل هر ورودی ۶ ماژول به صورت یک آرایه ۲ در ۳ نصب شود از هر نفر می توان ۲ یا ۳ گام هنگام ورود و به همان مقدار هنگام خروج به دست آورد. یعنی از هر نفر به طور میانگین ۵ گام. اگر در راهروها و مسیر تردد هم به همین مقدار از سطوح مبدل نصب گردد، حداقل ۵ گام دیگر از هر نفر دریافت می شود. برای ۲ مثال بالا، میزان انرژی به دست آمده محاسبه شده است جدول (۵).

جدول (۵): میانگین الکتریسیته تولید شده از تماشاگران در ورزشگاه فوتبال دکایپ

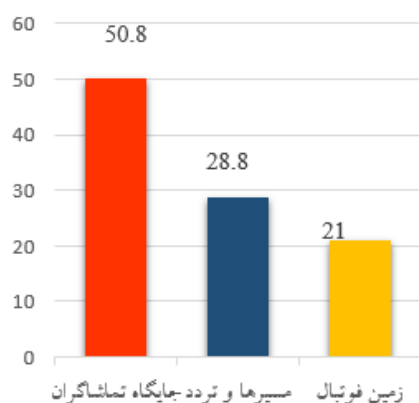
نوع کاشی	نام	Pavegen, SEF	SEF	Pavegen (V3)
تعداد گام های دریافتی از هر نفر	بازده	۵	۱۵	۸
	تعداد گام های دریافتی از هر نفر	۱۰		
جام باشگاه های اروپا	خروجی به ازای یک نفر (watt)	۵۰	۱۵۰	۸۰
	تعداد افراد	۴۱،۸۸۷		
جام جهانی برزیل	انرژی تولیدی (kw)	۲،۰۹۴	۶،۲۸۳	۳،۳۵۱
	تعداد افراد	۵۳،۵۹۲		
	انرژی تولیدی (kw)	۲،۶۸۰	۸،۰۳۹	۴،۲۸۷
	تعداد افراد			

اگر مانند ورزشگاه دکایپ تعداد ورودی های ورزشگاه ۷ عدد و مسیرهای دسترسی تماشاگران به سکوها ۱۰ مسیر باشد، تعداد ماژول های استفاده شده در ورودی ها ۴۲ و در مسیرها ۶۰ عدد است که در مجموع، ۱۰۲ عدد کاشی نصب می شود. مزیت تولید انرژی از مسیرها و ورودی، این است که تعداد تایل های مورد استفاده کمتر از خود زمین بازی و سکوها است ولی تولید انرژی آن تفاوت زیادی با آن بخش ها ندارد.

۵-۴- یافته ها

با توجه به مطالب فوق، انرژی تولید شده برای یک ورزشگاه ۴۰،۰۰۰ نفری و با استفاده از ماژول هایی با توان خروجی ۵ وات، به تفکیک و در مجموع، در جدول (۷ و ۶) گردآوری شده است.

مشاهده می شود که بیشترین میزان انرژی از سکوهای تماشاگران و سپس از تردد آنها دریافت می شود، و نشان دهنده این است که تعداد افراد مشارکت کننده بیش از نوع فعالیت آنها موثر است. بهترین مکان نصب کاشی ها نیز در مسیرهای تردد و ورودی ها است که میزان تولید انرژی به ازای هر کاشی در آنها بیش تر است. نمودار (۱ و ۲).



نمودار (۱): درصد تاثیر بخش‌های مختلف استادیوم در تولید الکتریسیته

جدول (۶): میزان الکتریسیته تولید شده از استادیوم فوتبال در یک بازی

بخش‌های دارای مبدل	تعداد ماژول‌ها	میزان انرژی تولیدی	
		درصد	هر ماژول (watt)
زمین فوتبال	۲۹,۴۰۰	۲۱	$۱,۴۶۳,۰۰۰ \div ۲۹,۴۰۰ = ۴۹,۸$
جایگاه تماشاگران	۴۰,۰۰۰	۵۰,۲	$۳,۵۰۰,۰۰۰ \div ۴۰,۰۰۰ = ۸۷,۵$
مسیرهای تردد و ورودی	۱۰۲	۲۸,۸	$۲,۰۰۰,۰۰۰ \div ۱۰۲ = ۱۹,۶۰۷$
مجموع	۶۹,۵۰۲	۱۰۰	۶,۹۶۳

جدول (۷): میزان الکتریسیته تولیدی هر بخش و تعداد تایل‌های نصب شده

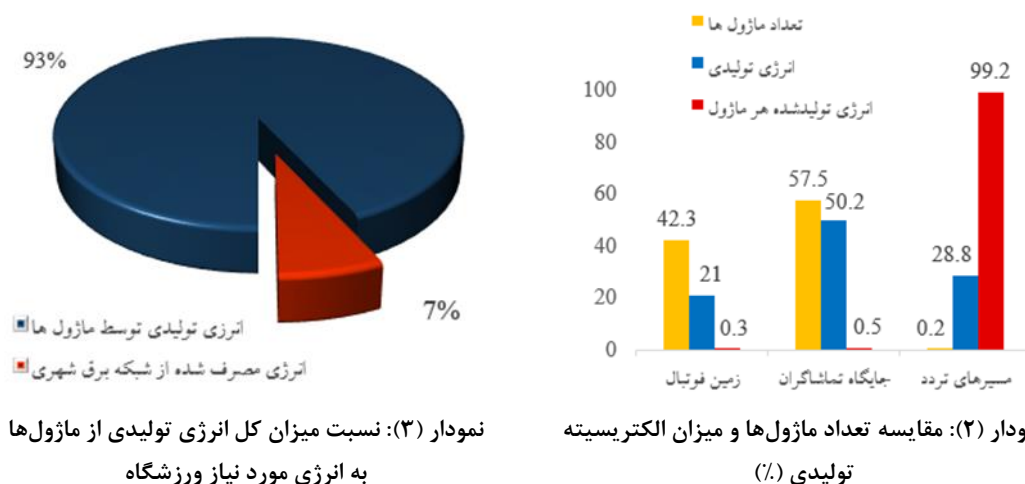
مسیرهای تردد	جایگاه تماشاگران	زمین بازی	محل نصب تایل‌ها در استادیوم
۱۰۲	۴۰,۰۰۰	۲۹,۴۰۰	تعداد تایل‌ها
۲,۰۰۰	۳,۵۰۰	۱,۴۶۳	الکتریسیته تولید شده (kW)
۲۰,۴۰۰	۸,۰۰۰,۰۰۰	۵,۸۸۰,۰۰۰	هزینه ^۱ (دلار)

البته باید به این نکته دقت کرد که مزیت تولید انرژی از زمین فوتبال این است که در ساعات تمرین که معمولاً تماشاگری حضور ندارد و بسیار بیش‌تر از ساعت مسابقات است، تولید انرژی وجود دارد. یعنی با وجود نصب تجهیزات کمتر، انرژی بیش‌تری دریافت می‌شود. مزیت تولید انرژی از تماشاگران نیز این است که میزان تولید انرژی در بعضی رویدادها بسیار زیاد است و قابل چشم‌پوشی نیست. گذشته از آن کافی است میزان انرژی تولید شده به تفکیک تیم در تابلوهای ورزشگاه نمایش داده شود. این موضوع تبدیل به یک چالش میان هواداران شده و هنگامی که تماشاگران بدانند با ضربه زدن به زمین می‌توانند تولید انرژی کنند، برای این هدف بیش‌تر همکاری می‌کنند. یکی از مهم‌ترین اهداف توسعه این روش تولید انرژی، آگاهی افراد از تولید و مصرف انرژی به روش‌های پایدار است که باعث توسعه در روند تولید و مصرف انرژی‌های سبز می‌شود و همکاری این حجم عظیم از مردم در یک رویداد تولید انرژی آگاهی آن‌ها را افزایش داده، اهمیت تولید انرژی را درک کرده و آن‌ها را به سمت تولید و مصرف انرژی به‌صورت پایدار سوق می‌دهد (Cramm, El-Sherif, Lee, & Loughlin, 2011).

اما انرژی تولید شده در مجموع، چه میزان از نیازهای ورزشگاه را برآورده می‌کند؟ با توجه به مطالب گفته شده کل الکتریسیته تولیدی (در یک ورزشگاه ۴۰,۰۰۰ نفره و با استفاده از ماژول‌هایی با خروجی ۵ وات)، میزان ۶,۹۶۳ کیلووات یعنی حدود ۷ مگاوات است. در هر رویداد ورزشی، انرژی مصرفی برای تامین نیازهایی از جمله روشنایی بخش‌های مختلف ورزشگاه، گرمایش و سرمایش بخش‌های خدماتی، تهویه، پارکینگ، سیستم آبرسانی، سیستم اتوماسیون ساختمان، آشپزخانه و رستوران و ... استفاده می‌شود.

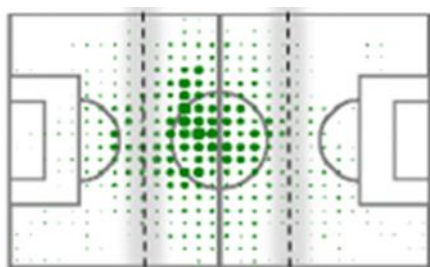
^۱ هزینه نصب به ازای هر تایل، ۲۰۰ دلار محاسبه شده است (Manthorpe, 2016)

میزان الکتریسیته مصرفی در هر رویداد ورزشی بین ۵ تا ۱۰ مگاوات است (Dietrich & Melville, 2011). اگر این مقدار را به طور میانگین ۷,۵ مگاوات در نظر بگیریم، با نصب این کاشی‌ها ۷ مگاوات از این الکتریسیته تامین می‌شود (نمودار ۳).



در مرحله دوم، سکوه‌های تماشاگران و پس از آن زمین فوتبال در تولید انرژی موثرند. به عنوان مثال، در نمونه‌ی ذکر شده، ورزشگاه دکایپ، مشاهده شد که از ۵۰,۰۰۰ ژول انرژی دریافت شده تنها ۱۰۰۰ ژول از سکوها و ۴۹,۰۰۰ ژول از ورودی دریافت شد. با توجه به اینکه در ورزشگاه ۲۰ تایل و در ورودی ۸ تایل نصب شده بود، هر تایل ورودی ۶,۱۲۵ ژول و هر تایل موجود در ورزشگاه ۵۰ ژول انرژی تولید کرده است. این مطلب نشان دهنده آن است که تایل‌های ورودی تقریباً ۱۲۰ برابر بهینه‌تر هستند و با نصب تعداد کمتری از عناصر به نسبت داخل ورزشگاه، می‌توان انرژی بیشتری تولید کرد. البته این نتیجه بسیار منطقی هم به نظر می‌رسد چون تعداد گام‌های دریافتی هر ماژول در ورودی به طور میانگین ۳۰۰۰ گام و تعداد گام‌های دریافتی از داخل ورزشگاه تقریباً ۱۰ الی ۲۵ گام است. با این اوصاف، با نصب کاشی‌ها در مسیرهای پرتردد تماشاگران، به جای اینکه تنها گام‌های یک نفر را دریافت کنیم از هزاران نفر توسط تعداد معدودی کاشی انرژی بسیاری ذخیره می‌کنیم.

راهروها و مسیرهای دسترسی با توجه به هر ورزشگاه و تعداد و کیفیت خاصی دارند پس می‌توان در نظر گرفت که همین تعداد از ماژول‌ها را با توجه به ویژگی‌های دسترسی ورزشگاه در مسیرها باید نصب کرد. به عنوان مثال، تعداد ۱۰۰ ماژول با توجه به میزان تردد ورودی‌ها میان آن‌ها تقسیم می‌گردد. این نقاط کم‌هزینه‌ترین و پربازده‌ترین مناطق برای دریافت انرژی هستند. ماژول‌های نصب شده در سکوه‌های تماشاگران با توجه به ظرفیت ورزشگاه متغیر می‌باشد. برای پوشاندن سکوها مهم است که بدانیم در سکوه‌های تماشاگران کدام بخش‌ها معمولاً مورد اقبال قرار می‌گیرد و تقریباً در تمام مسابقات پر از جمعیت است. این بخش‌ها برای نصب ماژول‌ها اهمیت بیشتری دارند. علاوه بر این موضوع، هیاهوی تماشاگران هم در یک سطح نیست، بعضی از آن‌ها در جای خود آرام و قرار ندارند و بعضی دیگر، برعکس. در یک ورزشگاه معمولاً پرتعدادترین مکان ضلع طولی زمین در طبقات پایین است. چون دید از این نقاط به زمین مناسب‌تر است. ورزشگاه ابتدا از نیمه ضلع طولی و سپس سمت کرنرها و در آخر پشت دروازه‌ها پر می‌گردد. سپس در طبقه بالا به همین صورت تا آخرین طبقه. به عنوان نمونه، مناطق مورد استقبال تماشاگران در تصویر شماره (۵) لکه‌گذاری شده است. حال اگر بخواهیم موثرترین نقاط زمین فوتبال را برای نصب مدول‌ها انتخاب کنیم، باید بخشی از زمین را انتخاب کنیم که بیش‌ترین تردد بازیکنان و اکثر وقایع بازی در آن قسمت‌ها اتفاق بیفتد. با بررسی نقشه‌های حرارتی از حضور بازیکنان در زمین، مشاهده می‌شود که یک سوم میانی زمین بیش‌ترین حضور بازیکنان را داشته است. تصویر شماره (۶). (Fifa, 2014)



تصویر (۶): تردد بیشتر بازیکنان در میانه زمین



تصویر (۵): مناطق مورد استقبال تماشاگران در ورزشگاه

۶- بحث و نتیجه‌گیری

برای بازیافت انرژی جنبشی کاربران در یک استادیوم فوتبال می‌توان از موادی با اثر پیزوالکتریک استفاده کرد که تنش‌های مکانیکی را به پالس‌های الکتریکی تبدیل می‌کنند. ساده‌ترین روش استفاده، به کار بردن آن‌ها در زیر کف پوش نهایی است اما تایل‌هایی با همین خاصیت تولید شده‌اند که نصب و بهره‌برداری از این مواد را بسیار ساده کرده‌اند، طول عمر بیشتر، مقاومت در برابر رطوبت و فشار، روکش‌های متنوع و مقاوم، نصب آسان و بازدهی بالا از ویژگی‌های این محصولات است. در بخش‌های مختلف استادیوم می‌توان به عنوان پوشش نهایی و در زمین چمن می‌توان زیر لایه گیاهی از این تایل‌ها استفاده کرد. با استفاده از آن‌ها می‌توان از گام‌های کاربران میزان قابل توجهی الکتریسیته برداشت کرد.

برای محاسبه میزان الکتریسیته به دست آمده از گام‌ها، این مقدار در سه بخش محاسبه شد: انرژی به دست آمده از بازیکنان در زمین فوتبال، انرژی به دست آمده از تحرک تماشاگران در سکوها، انرژی ناشی از تردد تماشاگران هنگام ورود و خروج در راهروها و ورودی‌ها. به این وسیله در مجموع از یک ورزشگاه ۴۰,۰۰۰ نفره در هر رویداد ورزشی به میزان ۶,۹ مگاوات الکتریسیته تولید می‌شود که در مقایسه با میانگین مصرف الکتریسیته ورزشگاه‌ها در هر رویداد ورزشی به میزان ۵ تا ۱۰ مگاوات، حدود ۹۰ درصد از نیاز ورزشگاه تامین می‌شود. میزان تولید الکتریسیته در هر بخش به تفکیک و تعداد مازول‌های نصب شده در هر بخش در جدول (۷) مشاهده می‌شود. همانطور که در جدول آمده است، بیشترین الکتریسیته به ترتیب از سکوهایی تماشاگران، مسیرهای تردد و در آخر توسط زمین بازی به دست می‌آید ولی با در نظر گرفتن تعداد مازول‌های مولد به کار رفته، بهینه‌ترین بخش‌ها در تولید انرژی به ترتیب مسیرهای تردد، جایگاه تماشاگران و در نهایت زمین فوتبال می‌باشند. به دلیل اینکه تعداد مازول‌های مورد نیاز برای پوشاندن سکوهایی تماشاگران و زمین چمن بسیار زیاد است می‌توان فقط بخش‌هایی را که پرتدد ترند تجهیز کرد. با توجه به نقشه‌های حرارتی و تحلیل رفتار بازیکنان در زمین، مشخص شد که در طول بازی در یک سوم میانی زمین تحرک بیشتری وجود دارد. تصویر (۶).

در سکوهایی تماشاگران هم باید به این نکته توجه داشت که در بسیاری از مسابقات از کل ظرفیت استادیوم استفاده نمی‌شود و همیشه صندلی‌های خالی وجود دارند پس می‌توان سکوهایی را مجهز کرد که برای تماشاگران در اولویت باشند و اغلب اوقات رزرو می‌شوند. دلیل اصلی این مزیت، دید مناسب تر به زمین بازی است. که این سکوها به ترتیب، اضلاع طولی زمین در طبقه اول و بعد از آن اضلاع طولی در طبقات بالا و گوشه‌ها و سکوهایی پشت دروازه‌ها هستند. تصویر (۵). با توجه به نتایج به دست آمده نشان داده شد که استفاده از تایل‌های مولد الکتریسیته در تامین نیاز به انرژی استادیوم فوتبال بسیار موثر است. با تولید انرژی پاک از این روش در کنار موارد دیگر همچون برق خورشیدی و... می‌توان گام بلندی در زمینه پایداری و خودکفایی در انرژی ساختمان‌ها برداشت.

منابع

۱. شریفی، سینا و ظاهر، شیما، (۱۳۹۲)، «تدوین معماری پاسخگو در ساختمان‌های پرتدد امکان تولید انرژی الکتریکی بایه‌وری از ارتعاشات»، مقاله ارائه شده در همایش ملی معماری پایدار و توسعه شهری. تهران، شرکت سازه کویر
۲. گرجی مهربانی، یوسف و حاج ابوطالبی، الناز، (۱۳۸۸)، «مصالح هوشمند و نقش آن در معماری»، نشریه علمی پژوهشی مسکن و محیط روستا، جلد. ۲۸، شماره. ۱۲۷، صص. ۸۱-۶۶

۳. فخار، مصطفی، مهنام، امین و ادریسی، مهدی، (۱۳۹۲)، «برداشت انرژی از راه رفتن جهت تامین انرژی یک سیستم الکترونیکی با استفاده از مبدل پیزوالکتریک»، مجله پژوهش در علوم توانبخشی، جلد. ۹، شماره. ۴، صص. ۶۹۳-۷۰۴
۴. یآوری گهر، محمودرضا و آصفی پور، رضا، (۱۳۸۸)، «تولید جریان الکتریسیته از الیاف سرامیکی پیزوالکتریک جهت صرفه جویی و خودکفایی در شهر الکترونیکی»، مقاله ارائه شده در دومین کنفرانس شهر الکترونیکی. تهران، پژوهشکده فناوری اطلاعات و ارتباطات جهاد دانشگاهی
۵. موسوی، هادی و آقازاده، جعفر، (۱۳۹۳)، «استخراج و ذخیره انرژی از پله‌های ساختمان با تکنولوژی پیزوالکتریک»، مقاله ارائه شده در چهارمین کنفرانس بین المللی رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی. تهران
۶. کریمی، مسعود، تیکنی، رضا و ضیائی راد، سعید، «برداشت انرژی از ارتعاشات پل تحت عبور جرم‌های متوالی با استفاده از مواد پیزوالکتریک»، مجله مهندسی مکانیک مدرس، جلد. ۱۶، شماره. ۶، صص. ۱۰۸-۱۱۸
7. Jain, A., Barve, A. and Sharma, V. (2015). Energy Harvesting for Piezoelectric Using Multidevice Architecture with Parallel Charge, International Journal of Science and Research, Vol. 4, No.4, p.1581.
8. Holterman, J. and Groen, P.(2013). An Introduction to Piezoelectric Materials and Applications, Stichting Applied Piezo., Apeldoorn, p. 3.
9. Ledoux, A. (2011). Theory of piezoelectric materials and their applications in civil engineering, MASTER Thesis, Massachusetts Institute of Technology, Department of Civil and Environmental Engineering.
10. APC International. (2015). The Top Uses of Piezoelectricity in Everyday Applications, Retrieved from <https://www.americanpiezo.com/blog/top-uses-of-piezoelectricity-in-everyday-applications/>
11. Fallah, N. and Ebrahimnejad, M. (2013). Active control of building structures using piezoelectric actuators, Applied Soft Computing, Vol. 13, pp. 449-461.
12. Wu, N., Wang, Q. and Xie, X. (2013). Wind energy harvesting with a piezoelectric harvester, Smart Materials and Structures, Vol. 22, No.9, pp. 23-95.
13. Kong, L., Li, T., Hng, H., Boey, Fr., Zhang, T. and Li, S. (2014). Waste Mechanical Energy Harvesting (I): Piezoelectric Effect, Springer, pp. 19-31.
14. Energy-Floors. (2016). Energy Floors Technology & Products, Retrieved from <http://www.energy-floors.com/>
15. Pavegen. (2016). Products & Permanents, Retrieved from <http://www.pavegen.com/>
16. Fox, K. (2016). The Distance Run Per Game in Various Sports. Retrieved from <https://www.runnersworld.com/>
17. Neufert, E., Jones, V., and Thackara, J. (1980) Architects' Data, Granada, p. 17.
18. Verheijen, R. (2008). The Complete Handbook of Conditioning for Soccer, Reedswain Inc., Utah, p. 17.
19. Hoeger, W.W., Bond, L., Ransdell, L., Shimon, J.M. and Merugu, S. (2008). One-mile step count at walking and running speeds. ACSM's Health & Fitness Journal, Vol. 12, No. 1, pp.14-19.
20. FIFA. (2014). 2014 FIFA World Cup Brazil™ in numbers, Retrieved from <http://www.fifa.com/worldcup/news/>
21. Di Salvo, V., Carmont, M.R. and Maffulli, N. (2011). "Football official activities during matches: a comparison of activity of referees and linesmen in European, Premiership and Championship matches. Muscles, ligaments and tendons journal, Vol. 1, No. 3, p.106.
22. transfermarkt. Feyenoord Rotterdam. (2016). Retrieved from <https://www.transfermarkt.co.uk/feyenoord-rotterdam/>
23. UEFA League. C. (2016). Number of spectators 16/17, Retrieved from <https://www.transfermarkt.co.uk/uefa-champions-league/besuchierzahlen/>
24. Cramm, J., El-Sherif, A., Lee, J. and Loughlin, J. (2011). Investigating the feasibility of implementing Pavegen energy: harvesting piezoelectric floor tiles in the new SUB. University of British Columbia –APSC, Vol. 261, pp. 11-21.
25. Dietrich, A. and Melville, C. (2011). Energy Demand Characteristics and the Potential for Energy Efficiency in Sports Stadiums and Arenas", in Environmental management, Duke university, p. 2.
26. Manthorpe, R. (2016). This football pitch is floodlit by foot power, Retrieved from <https://www.wired.co.uk/article/pavegen-kinetic-energy-tiles-floodlit-football-pitch>

گزارشی بر وضع موجود بازار ارومیه و بخش‌های منفک شده از آن در سده اخیر

نادره شجاع دل

کارشناس ارشد معماری- عضو هیات علمی پژوهشگاه میراث فرهنگی کشور
n.shojadel@gmail.com

چکیده

بازار در معماری و شهرسازی ایران جایگاه ویژه‌ای داشته و قلب تپنده شهر و هسته اولیه شهر ایرانی است. در میان بازارهای ایران بازار ارومیه با بیش از پنج هکتار مساحت اولیه (در اواخر دوره قاجار) پس از بازار تبریز از جمله بازارهای وسیع با الگوی ارگانیک بوده است. با شروع سده اخیر و با تحولات شهرسازی صورت گرفته در دوره پهلوی اول دخل و تصرفات زیادی در این بازار صورت گرفته و بخش‌هایی از آن منفک شد. در سال‌های اخیر سعی شده است محدوده‌های منفک شده فوق در خط عرصه بازار تعریف شده و تحت حفاظت ضوابط محدوده اولیه بازار قرار گیرند. این نوشتار در نظر دارد ضمن معرفی وضع موجود بازار ارومیه به ارائه گزارشی از دخل و تصرفات صورت گرفته در خصوص خط محدوده بازار و اقدامات صورت گرفته در این زمینه بپردازد.

واژگان کلیدی: ارومیه، بازار، محدوده

۱- مقدمه

بازار در فرهنگ ایران از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است و جز لاینفک زندگی و حیات بشری به‌خصوص در شهرها محسوب می‌گردد. کلمه بازار در فارسی میانه به‌صورت وازار و یا ترکیب‌های مانند وازارک(بازاری) وازارگان (بازرگان) به کار می‌رفته است. (پروشانی، ۱۳۸۹) «اگرچه بازارها در ابتدای امر با اهداف اقتصادی ساخته شده اند، ولی ویژگی‌های کالبدی و معماری آن به گونه ای بوده که آنها را تبدیل به دنیایی از فعالیت‌ها، تعاملات اجتماعی و اتفاقات شهری نموده است. بازار نه تنها قلب تپنده اقتصاد شهر بود، بلکه در بسیاری از شهرها امتداد مهم ترین راه های تجاری آن زمان همچون جاده ابریشم از آن می‌گذشت و همین طور نقش بسیار مهمی در تعاملات اجتماعی و فرهنگی شهر داشت، چنان که بسیاری از حرکت های تاریخی مهم از بازار ها شرع شدند و بازاریان نقش کلیدی در شکل گیری آنها داشتند. بازار مهره بسیار مهمی در شهرهای اسلامی بود.» (محمدمرادى اصغر؛ ۱۳۸۹؛ ۱۶۰) این نوشتار در نظر دارد به معرفی بازار ارومیه در دوره های تاریخی و وضعیت فعلی آن پس از خیابان کشی های شهرسازی دوره پهلوی اول و منفک شدن قسمت هایی از آن بپردازد.

۲- شهر ارومیه

۲-۱- پیشینه تاریخی

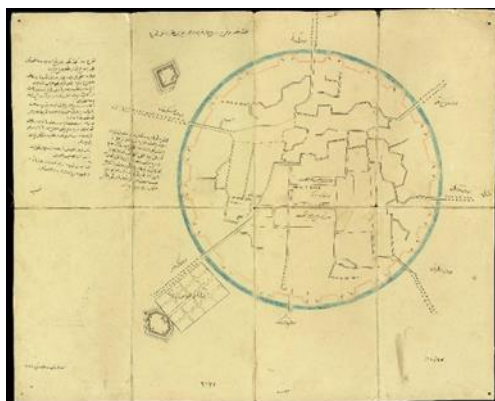
«با مطالعه منابع و متون تاریخی و نوشته های سیاحان و جغرافی نویسان اسلامی مشخص می گردد که ارومیه از قرون اولیه اسلامی تا قرن ده هجری قمری یکی از شهر های آباد و پررونق آذربایجان بوده است» (شجاع دل ، ۱۳۹۵، ۴۲). (رک آثار: بلاذری ۲۷۹هـ. ق، ابن حوقل قرن چهار هـ. ق، اصطخری قرن چهار هـ. ق، یاقوت حموی ۶۱۷هـ. ق، زکریا بن محمد بن محمود قزوینی ۶۷۴ هـ. ق، حمد الله مستوفی ۷۴۰ هـ. ق) در قرون نه و ده هجری که ترکان عثمانی جایگزین امپراطوری روم شرقی شدند

ارومیه به عنوان یک شهر مرزی مهم برای حکومت مرکزی ایران مطرح بود و برج و باروی خود را نیز حفظ کرده بود. اولیا چلبی سیاح ترک دوره عثمانی به سال ۱۰۶۵ (ه.ق) ارومیه را چنین توصیف میکند: «شهر ارومیه ۶ ناحیه و محله بوده که ۶ هزار خانه داشته با ۸ مسجد که یکی از آن ها مسجد اوزون حسن بود»

«سیاحان اروپایی قرون متاخر نیز در خصوص شهر ارومیه نگاشته اند که از آن جمله میتوان به گای لسترنج، کاسپاردورویل، جرج ن کرزن، هانری بایندر، جکسن، اوژن اوین، و بارتولد و... اشاره نمود. هر قدر متون تاریخی تا قرن هشتم هجری دلالت بر آبادانی و رونق شهر ارومیه داشته اند ولی سفر نامه های متاخر ذکر شده بیانگر این واقعیت هستند که در دوره قاجار شهر ارومیه از رونق سابق برخوردار نبوده است. دلیل این امر را میتوان در تحولات کشور در دوره قاجار جستجو کرد. دوره قاجار را میتوان تحولی عمده در مفاهیم تاریخی دانست. تحولی که نه بر مبنای دگرگونی شرایط تاریخی درونی بلکه بر مبنای تغییرات شرایط برونی رخ داد.» (حبیبی، ۱۳۷۵: ۱۱۷)

۲-۲- بافت تاریخی شهر ارومیه

اولین نقشه‌ای که حاوی اطلاعات در رابطه با برج بارو، دروازه‌ها، معابر و کوچه بندی شهر باشد، مربوط به دوره قاجاریه (۱۸۸۰ م) است که نقشه‌ای نظامی است و نقاط مهم و دروازه‌ها و برج بارو و معابر شهر را به صورت شماتیک معرفی می کند. تهیه کننده این نقشه را یک نفر ایرانی به نام "اسدالله خان" سلطان توپخانه جدیدویک نفر خارجی به نام "کاپاتن واگز" ثبت کرده‌اند. (تصویر شماره ۱)



تصویر ۱: نقشه شماتیک شهر ارومیه در دوره قاجار
(مرکز اسناد کتابخانه مرکزی دانشگاه تهران)

«دومین نقشه از شهر ارومیه به سال ۱۳۱۲ شمسی توسط آقای آوانس غریب‌یان مهندس بلدیه تهیه شده است. هر چند این نقشه متعلق به اوایل دوره پهلوی است ولی صرف نظر از دو خیابان عمود بر هم پهلوی ونادری که به تبع شهرسازی این دوره بافت شهر را به چهار قسمت تقسیم کرده است از این جهت که اولین نقشه دقیق از شهر میباشد منبع موثقی برای تعیین وضعیت کالبد شهر دوره قاجار میباشد. در این نقشه موقعیت بازار و مسجد جامع و نام محلات آغداش، هزاران، بازار باش، یورت شاه، دلگشا، نوگچر، مهدی القدم، هندو، عسگر خان، یدی درمان و علی کورکه قید شده است.» (تصویر شماره ۲)



تصویر ۲: نقشه شهر ارومیه در اوایل پهلوی
(مرکز اسناد شهرداری ارومیه)

با بررسی این نقشه‌ها از محدوده بافت تاریخی مشخص می شود که مجموعه بازار به عنوان هسته مرکزی شهر قطب عملکردی آن به شمار می رود و به قلب تپنده زندگی شهری همانند است. شهر قدیم ارومیه در طول تاریخ خود از ساختار کالبدی معینی برخوردار بود. محدوده شهر قدیم با مساحتی نزدیک به ۳۰ هکتار تا پیش از آغاز سده ۱۳۰۰ خورشیدی کلیتی همبسته و یکپارچه بوده که همچون یک ارگانیزم زنده به شمار می رفت و حدود آن راباروی دور شهر تعریف می کرد.

«در سفرنامه جکسن به سال ۱۹۰۳ میلادی بعد از اشاراتی که به نظرات بعضی از مورخین و نویسندگان اسلامی پیشتر دارد در رابطه با شهر می نویسد: پیرامون ارومیه بارویی به شعاع ۵ کیلومتر کشیده اند که دارای هفت دروازه و خندق هایی است که در جاهایی که بیشتر در معرض هجوم قرار میگیرند کنده اند.» (جکسن؛ ۱۳۹۱: ۱۰۹)

۳- بازار ارومیه

۳-۱- پیشینه تاریخی

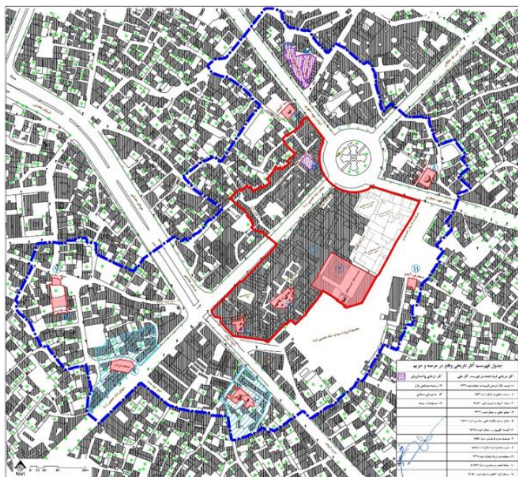
مجموعه بازار ارومیه شامل قسمت های مختلفی می باشد. قدمت مسجد جامع شهر که در این محدوده قرار گرفته به قرن پنجم هجری می رسد. ولی در بین سایر قسمت های بازار قدمت قدیمی ترین قسمت ها به دوره صفویه می رسد. قدمت بخش های مختلف بازار از دوره صفویه تا قاجاریه را شامل می شود. «محدوده اولیه بازار در مرکز شهر قدیم ارومیه واقع بوده مساحتی در حدود ۷۰۰۰ متر مربع را شامل می شده است. اوژن اوین سیاح فرانسوی در سال ۱۹۰۶ میلادی از ارومیه دیدن کرده است می نویسد: ارومیه شهری است با سی هزار نفر جمعیت که در وسط جلگه ای واقع شده و مانند خوی دورش را حصار کشیده اند. ک منظره ظاهری آن نیز شبیه خوی است با چند خیابان عریض تر که درختان بید روی آن سایه انداخته است. تجارت و داد ستد شهر از طریق کاروانسرا و یک هزار و پانصد دکان انجام میگیرد.» (اوین؛ ۱۳۶۲: ۹۷) توصیف فوق که مربوط به اواخر دوره قاجاری می باشد اشاره به ۱۵۰۰ باب مغازه بازار می نماید که نمایانگر وسعت بازار قبل از شکافتن آن توسط خیابان های دوره پهلوی اول می باشد.

۳-۲- وضعیت بازار ارومیه پس از تحولات شهرسازی سده اخیر

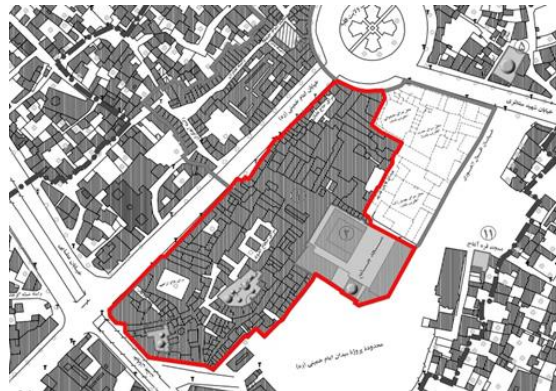
«با شروع سده اخیر و به قدرت رسیدن رضاخان موج تازه ای از معماری و شهرسازی شهرهای ایران را در بر گرفت که شهر ارومیه نیز از آن مستثنی نبود. بافت قدیم شهر با دو خیابان عمود بر هم به چهار قسمت تقسیم گردید که محل تقاطع آنها محدوده بازار بود. خیابان های پهلوی و عسگرآبادی از محدوده بازار گذشته و قسمت های زیادی از آن را تخریب نمودند. به طوری که بخش هایی از بازار در قسمت های غربی و جنوبی از هسته اصلی جدا شدند. جداره های خیابان های جدید با جذابیت های فانتزی اهمیت مضاعف یافته و مورد اقبال عمومی واقع شدند. در نتیجه بخش هایی از فعالیت های شهری در خیابان های جدیدالاحداث شکل گرفتند و ساختار جداره خیابان ها تبدیل به مغازه هایی با کاربری های متعدد گردیدند. بدین سان رفته رفته رونق بازار کمتر و کمتر شده و رونق و شکوه در جداره خیابان ها ظاهر گردید. ارتباط سلسله مراتب وار بازار با شبکه معابر قدیمی بافت از بین رفته و راسته بازار ها مستقیماً به خیابان ها وصل شدند.» (عباس زاده، ۱۳۸۰: ۲۹) قسمت های منفک شده از بازار در ضلع های غربی و جنوبی به مرور هویت بازار را از دست داده و تبدیل به معابر شهری شدند که فقط نام راسته های قدیمی را یدک میکشند. این راسته ها عبارتند از: راسته غلام خان، شیشه گرخانه، نجارخانا، دمیرچی خانا و دوشاپچی خانا.

مجموعه بازار ارومیه در سال به شماره در فهرست آثار ملی ایران به ثبت رسیده است. محدوده ای از بازار ارومیه که در این تاریخ به ثبت رسیده است بزرگترین قسمت از قسمت های تفکیک شده بازار در دوره پهلوی اول بود و مشتمل بر عرصه ای به مساحت ۳ هکتار بوده که محصور در بین خیابان های امام (پهلوی)، عسگرآبادی، منتظری و اقبال بوده و شامل حدود ۱۰۰۰ باب مغازه بوده است. (تصویر شماره ۳)

در سال ۱۳۹۴ و در جریان تهیه حریم حفاظتی بازار ارومیه قسمتهایی از راسته های منفک شده از بازار که هنوز هویت و اصالت راسته بازار در آنها حفظ شده بود به عرصه مصوب بازار ارومیه اضافه شده و مساحت عرصه مصوب بازار از ۳ هکتار به ۵ هکتار افزایش یافت که این محدوده الحاق شده شامل راسته های دمیرچی خانا، نجارخانا و دوشاپچی خانا می باشند. افزایش عرصه مصوب بازار ارومیه می تواند گامی مهم در جهت حفاظت از راسته هایی باشد که از بازار منفک بوده و در معرض خطر بودند. (تصویر شماره ۴)



تصویر ۴: محدوده عرصه و حریم مصوب بازار ارومیه در سال ۹۴ (خط قرمز محدوده عرصه و خط آبی محدوده حریم)



تصویر ۳: محدوده ثبت شده بازار ارومیه در سال ۶۴

۳-۳- عناصر معماری تشکیل دهنده بازار ارومیه

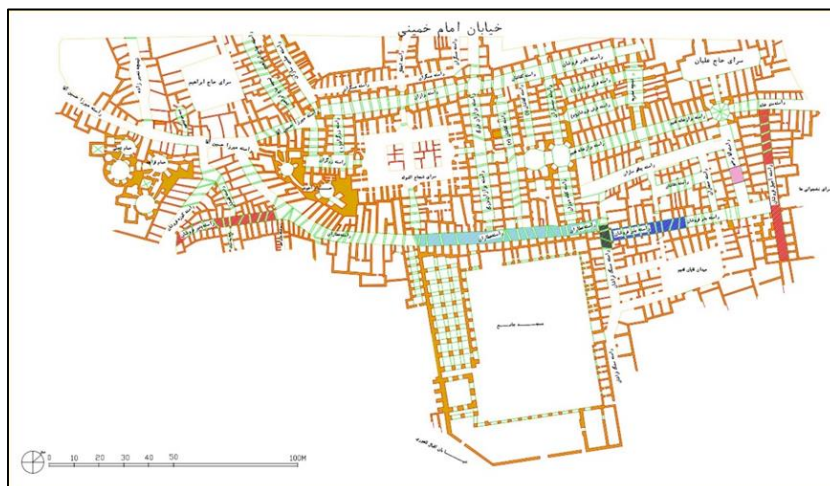
هرچند راسته ها و حجرات اصلی ترین عناصر معماری تشکیل دهنده بازارهای ایرانی می باشند که مهم ترین کاربری بازار یعنی داد و ستد در آنها تحقق می یابد. ولی از آن جا که کاربری های بازارهای ایرانی تجاری صرف نبوده و جنبه های مختلفی از کاربری های بازارهای ایرانی تجاری را نیز شامل می شوند، به منظور تحقق این کاربری ها عناصر معماری دیگری غیر از راسته ها و حجرات در بازار شکل گرفته اند. این عناصر معماری عبارتند از سرا یا کاروانسراها، چهارسوها، تیمچه ها، مساجد و فضاهای خدماتی چون حمام، آب انبار و...

عناصر معماری بازار ارومیه عبارتند از:

راسته بازارها، مسجد جامع ارومیه، سرای شجاع الدوله، سرای حاج ابراهیم، سرای حلاجان، سرای مهدیزاده، سرای نخجوانی ها، تیمچه حاج ابراهیم، تیمچه صدریه، حمام آخوند، حمام تجلی، حمام قراجه و حمام اتحادیه

عناصر معماری فوق به طور خاصه معرفی می گردند:

راسته بازار: «بازارهای اصلی غالباً به شکل خطی و در امتداد مهمترین راه و معبر شهری شکل می گرفته است. به همین سبب مهمترین بخش و عنصر اصلی یک بازار راسته اصلی آن است. یک راسته بازار در ساده ترین شکل با دکان های واقع در دو سوی آن شکل می گرفت. بسیاری از بازارها به تدریج ساخته می شدند و توسعه می یافتند و به همین دلیل امتداد راسته این بازارها به پیروی از صورت معابر غیر مستقیم و به شکل ارگانیک بوده است... در بعضی از شهرها دو یا چند راسته اصلی به صورت موازی یا متقاطع پدید می آمد. «سلطان زاده، ۱۳۸۰، ۶۳» در بازار ارومیه نیز دو راسته بازار اصلی عطاران و بزازان از راسته میرزا حسین آقا منشعب شده و به موازات هم شکل گرفته اند. سایر راسته های فرعی بازار ارومیه عبارتند از: کوزه فروشان، پنیرفروشان، قصابان، پینه دوزان، سنگتراشان، نصیرزاده، حلبی سازان، مسگران، اجلال، کفاشان، چاقوسازان، کلاهدوزان، متوخانا، آجیل فروشان، بذرفروشان، سمساران، بزازان بزرگ، فرش فروشان، بلورفروشان، بزازخانه و حاج رضی (تصویر شماره ۵)

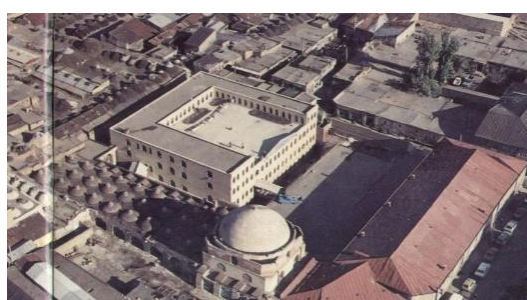


تصویر ۵: موقعیت راسته های بازار ارومیه

مسجد جامع ارومیه: مسجد جامع ارومیه در ضلع جنوب شرقی بازار ارومیه و در جوار خیابان اقبال واقع شده است که در محل خیابان اخیر در سال های اخیر پروژه میدان امام در حال اجرا می باشد. این مسجد شامل گنبدخانه، شبستان، صحن و حجرات پیرامون صحن می باشد. قدیمی ترین کتیبه تاریخ دار مسجد جامع ارومیه مربوط به کتیبه ای ایلخانی به خط رقاع است که استادکار محراب را معرفی می کند: "عمل عبدالمؤمن بن شرفشاه النقاش التبریزی فی شهر ربیع الاول سنه سته سبعین و ستمائه" اسناد و گزارشات منتشر شده تا سال ۱۳۹۵، گنبد خانه را مرکز و هسته اولیه مسجد جامع ارومیه در دوره سلجوقیان ایران دانسته اند. ولی در پژوهشی که اخیراً در این خصوص انجام شده شبستان مسجد جامع ارومیه که طبق الگوی مساجد قرون اولیه هجری بنا شده، هسته اولیه بنا معرفی شده و معتقدند که گنبد خانه این مسجد در دوره سلجوقی که عنصر گنبدخانه به مساجد ایرانی اضافه شده به پلان این مسجد نیز اضافه شده است. (رک فری خسرو؛ نظری بر سیر تحول معماری مسجد جامع ارومیه؛ کنگره تاریخ معماری و شهرسازی استان آذربایجان غربی؛ ارومیه ۱۳۹۵) در دهه ۷۰ در میان صحن مسجد جامع ارومیه بنای حوزه علمیه با حجمی بزرگ بنا شده و سیمای مسجد و هویت تاریخی آن را خدشه دار نموده بود. از سال ۱۳۹۵ طبق توافقات انجام شده فی مابین سازمان میراث فرهنگی و امام جمعه محترم ارومیه مقرر شده است بنای الحاقی فوق حذف و صحن و حجرات پیرامون صحن طبق مستندات تاریخی احیا گردند. (تصاویر شماره ۶ و ۷)



تصویر ۷- عکس تاریخی از وضعیت صحن مسجد جامع ارومیه



تصویر ۶- عکس هوایی مسجد جامع ارومیه و ساختمان حوزه علمیه میان صحن احداثی دهه ۷۰ شمسی

سرای شجاع الدوله: سرای شجاع الدوله در قسمت مرکزی بازار واقع شده است و بنای آن منسوب به شخصی به نام یوسف خان شجاع الدوله می باشد که به استناد کتاب تاریخ افشار در سال ۱۲۸۳ ه.ق به حکومت ارومیه منصوب شد و چند سال بعد نیز به حکمرانی ولایات ثلاثه ارومی و خوی و سلماس منصوب شد. این سرا حیاط مرکزی به ابعاد ۲۵×۳۰ متر داشته و در دو طبقه احداث شده است. هرچند کاربری اولیه سراها در بازار های ایرانی عرضه عمده کالا و انبار کردن آن و بیتوته مسافران و بازرگانان

بوده است، ولی در دهه های اخیر کاربری سرای شجاع الدوله به بازار زرگران تغییر یافته است و همچنین در قسمت مرکزی حیاط حجراتی ساخته شده و فرم اورژینال و سیما و منظر حیاط را مخدوش نموده است. (تصویر شماره ۸)

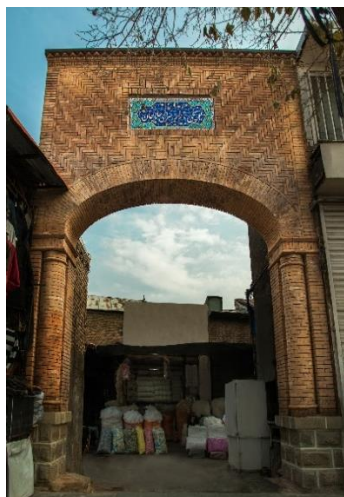
سرای حاج ابراهیم: سرای حاج ابراهیم در ضلع جنوب غربی بازار ارومیه واقع شده است. این سرا با دو مسیر دسترسی به بازار و یک مسیر دسترسی به معابر عمومی شهر و مرکز محلات شهر قدیم (درحال حاضر به خیابان امام)، نقش کلیدی بر بازار و شهر قدیم داشته است. با تغییر و تحولات شهری، پیشرفت تکنولوژی، گسترش شهرها و از بین رفتن مرکزیت بازار و تغییر سلیقه های مردم، سرا کاربری اولیه خود را از دست داد. هم اکنون از آن بیشتر برای کارگاههای تولیدی و انباری استفاده می شود. حیاط مرکزی این سرا به ابعاد بوده و سایر فضاها در در حول آن شکل گرفته اند. فضاهای جانبی در سه طبقه شامل زیرزمین، طبقه همکف و طبقه اول، احداث شده اند. پوشش سقف ورودی از طرف خیابان طاق آهنگ می باشد. برای دسترسی به فضاهای زیرزمین به علت تقسیم فضاهای زیرزمین، هر فضا ورودی جداگانه ای از حیاط مرکزی دارد که با چند پله از کف حیاط به زیرزمین می رسد. پوشش سقف زیرزمین ترکیبی از قوس و چهاربخشی هاست که با آجر پخته اجرا شده است. نماهای شمالی، جنوبی، غربی و شرقی صحن دارای تزئینات آجری کمی هستند و در تراس طبقه اول که به صورت راهرو مورد استفاده قرا می گیرد ستونها و سرستونهایی دیده می شود جنس ستونها از چوب بوده و با اندود آهک دور ستون ها و سرستون ها پوشش داده شده اند که روی آنها با نقوش درشت آهک بری شده است، (تصویر شماره ۹)



تصویر ۹: سرای حاج ابراهیم



تصویر ۸: عکس هوایی سرای شجاع الدوله



تصویر ۱۰: سردر ورودی سرای یونچی بازار
(طراحی و اجرا سال ۹۶-۱۳۹۵)

سرای حلاجان: سرای حلاجان یا یونچی بازار در ضلع شمالغربی بازار ارومیه واقع شده است. کاربری این سرا در گذشته حلاجی پشم و نیز کارگاه تهیه نمد بوده است. در حال حاضر محصولات مرتبط با پشم در حجرات آن به فروش می رسد. این سرا حیاطی به ابعاد داشته و دو ورودی یکی از راسته متوخانه بازار و دیگری از طرف خیابان امام دارد. اخیرا سر در ورودی سرای حلاجان از طرف خیابان امام طبق الگوهای پهلوی خیابان امام بازسازی شده است. (تصویر شماره ۱۰)

سراهای مهدیزاده، نخجوانی ها و سروش : این سه سرای تاریخی در ضلع شمالی بازار ارومیه واقع بوده و متأسفانه در دهه های گذشته پس از خارج کردن محدوده آنها از عرصه بازار تخریب شده بودند. در سال های اخیر که اقدامات برای ساخت و ساز در محل آنها آغاز شده بود، این سه سرا به عرصه بازار اضافه شده و طرح احیای آنها طبق مستندات تاریخی تهیه و به تصویب رسیده و در مرحله اجرا می باشد.



تصویر ۱۱: تیمچه صدریه

تیمچه صدریه: «واژه تیم به معنی کاروانسرا بوده است. چنان که ناصر خسرو در سفرنامه خود از این واژه استفاده کرده است و تیمچه به معنی تیم کوچک یا کاروانسرای کوچک بوده است. در دوره معاصر به کاروانسراهای کوچک و سرپوشیده تیمچه می گویند. این خصوصیت کالبدی تیمچه ها یعنی سرپوشیده بودن آنها فضای مناسبی برای عرضه کالاهای گرانبها مانند فرش دور از آسیب باد و باران و آب پدید می آورد.» (سلطان زاده، ۱۳۸۰، ۸۸) (تصویر شماره ۱۲) تیمچه صدریه در ضلع جنوبی سرای حلاجان واقع شده است. این تیمچه با صحن سرپوشیده در متر با پوشش طاق و گنبدی در دو طبقه احداث شده است و از ضلع شمال به راسته بلورفروشان از ضلع غرب به دو راسته فرش فروشان و از ضلع جنوب به بزازخانه قدیم دسترسی دارد. کاربری این راسته به دلایل ذکر شده در سطور فوق فرش فروشی می باشد.

حمام های آخوند، تجلی، قائم و اتحادیه: چنانچه ذکر آن گذشت بازارهای ایرانی علاوه بر حجرات که کارکرد اصلی بازار را شکل می شده اند بناهایی با کاربری های دیگر نیز داشته اند که عامل پویایی بازار بوده و مجموعه بازار را از عملکرد تجاری صرف به یک فضای شهری زنده تبدیل می نموده اند. یکی از این بناها حمام ها می باشند علاوه بر فراهم نمودن امکانات پاکیزگی، محلی برای تعاملات اجتماعی و فضایی برای انجام آداب و رسومات خاص بوده اند. بازار ارومیه نیز چهار باب حمام تاریخی شامل: حمام آخوند، حمام تجلی، حمام قائم و حمام اتحادیه می باشند. از این بین حمام اتحادیه که در راسته غلام خان واقع بوده پس از خیابان کشی های دوره پهلوی اول از قسمت اصلی بازار منفک شده است. هر چهار حمام فوق با الگوی حمام های ایرانی بنا شده اند. حمام های تجلی و قائم دائر بوده و حمام اتحادیه در تملک اداره کل میراث استان میباشد و آخرین مراحل مرمت و احیای آن در حال انجام است. حمام آخوند نیز در حال طی مراحل تملک توسط اداره کل میراث استان می باشد.

نتیجه گیری

در بین بازار های تاریخی ایرانی بازار ارومیه علیرغم آسیب های کالبدی بسیار، به لحاظ عملکردی به دلیل اقتصاد غالب کشاورزی منطقه و ارتباط تجاری تنگاتنگ جامعه روستایی شهرستان ارومیه با بازار؛ عملکردی پویا و زنده داشته و از بازار های فعال ایران می باشد. با وجود مداخلات گسترده در شروع سده اخیر و شکافتن شاکله اصلی بازار توسط خیابان های دوره پهلوی اول؛ در پروسه تعیین حریم سال ۱۳۹۴ توسط سازمان میراث فرهنگی کشور و بازگرداندن قسمت های عمده ای از بخش های منفک شده به عرصه بازار و الزام به تبعیت از ضوابط عرصه در این محدوده ها، موجبات حفاظت بیشتر از عرصه های گسسته شده را فراهم نموده است. همچنین ضوابط حریم مصوب شده موجبات جلوگیری از ادامه ساخت و ساز های ناهمگون را راهم نموده است. علاوه بر اقدامات فوق مرمت راسته بازار ها و مسجد جامع و سراها و حمام ها و سایر بناهای واقع در مجموعه بازار از برنامه های مستمر سازمان میراث فرهنگی کشور می باشد.

منابع

۱. اوژن اوین، (۱۳۹۱)، ایران امروز، تهران، انتشارات علم
۲. پروشانی ایرج، (۱۳۸۹)، بازار در تمدن اسلامی، تهران
۳. جکسن، آبراهام و ویلیامز، (۱۳۶۹) سفرنامه جکسن ایران در گذشته و حال، ترجمه منوچهر امیری و فریدون بدره ای، انتشارات خوارزمی، تهران،
۴. چلبی، اولیا، سفرنامه اولیا چلبی، قرن ۱۱ ه.ق، بیجا
۵. حبیبی، سید محسن، (۱۳۷۵)، از شار تا شهر، تهران، انتشارات دانشگاه تهران،

۶. سلطان زاده حسین، (۱۳۸۰)، بازارهای ایرانی، دفتر پژوهش های فرهنگی، تهران،
۷. شجاع دل نادره، (۱۳۹۵)، درآمدی بر مطالعه بافت تاریخی ارومیه و سیر تغییرات کالبدی آن از قاجار تا دوره معاصر، کنگره تاریخ معماری و شهرسازی استان آذربایجان غربی، ارومیه؛
۸. عباس زاده مظفر، (۱۳۸۴)، شناخت بازار ارومیه، آرشیو اداره کل میراث فرهنگی استان
۹. فری خسرو، (۱۳۹۵)، نظری بر سیر تحول معماری مسجد جامع ارومیه، کنگره تاریخ معماری و شهرسازی استان آذربایجان غربی، ارومیه
۱۰. محمد مرادی اصغر و بهمنی اسکویی فرشته، (۱۳۸۹)، بازار سنتی تیلور آرمان های شهر سازی معاصر، فصلنامه طراح شماره ۲، صص ۱۶ تا ۱۶۳
۱۱. میرزا رشید ادیب الشعراء، بی تا، تاریخ افشار ارومیه، بی جا

بررسی معماری پایدار با رویکرد به طراحی ساختمان های نوین

پریسا رضائی افراپلی

کارشناس ارشد معماری، مدرس دانشگاه علمی کاربردی جامعه اسلامی کارگران مازندران
p.rezae86@yahoo.com

چکیده

به منظور خلق فضاهای کارآمدتر و ارتقای سطح کیفی ساختمان ها، این پژوهش درصدد بنایی همسو و هماهنگ با اقلیم منطقه با توجه به شناخت ویژگی های معماری منطقه همراه با کاربرد آخرین دستاوردهای ساختمانی در جهت معماری پایدار است تا نوعی از معماری حاصل شود که کاملاً نیازها را برآورده سازد و به عنوان یک فضا و بنا، تمامی ارزش های معماری را داشته باشد. ساختمان های مدرن و همساز با اقلیم، برای دستیابی به محیطی سازگار و پایدار به منظور هماهنگ سازی اکولوژی و تکنولوژی با به عرصه ی ظهور گذاشته اند. طراحی دقیق معماری بومی، انتخاب مصالح مناسب و استفاده از اصول معماری پایدار از ویژگی های چنین ساختمان هایی است که برای دستیابی به اهداف معماری پایدار می بایست از آن ها بهره برد. هدف از انجام این پژوهش نزدیک شدن به پاسخ این پرسش ها است که چگونه پیوندی میان معماری اکولوژیک و پایدار و نوین می توان ایجاد کرد و چه تغییراتی در این رابطه در ساختمان ها ایجاد می شود. شیوه این پژوهش از طریق جمع آوری داده ها و اطلاعات از دو روش کتابخانه ای (شامل طیف وسیعی از کتب، مقالات، نشریات تخصصی و اینترنت) و میدانی (شامل اسناد و مدارک و اساتید اهل فن) و تجزیه و تحلیل اطلاعات تعیین شده است.

واژگان کلیدی: معماری پایدار، انرژی، مصالح نو، اکولوژی، تکنولوژی، اقلیم.

۱- مقدمه

یک ساختمان پایدار ساختمانی است که در بردارنده محیطی پویا و مقرون به صرفه به وسیله یکپارچه کردن چهار عنصر اصلی یعنی سیستمها، ساختار، سرویس ها و مدیریت و رابطه میان آنها می باشد. فضاهای معماری مانند مصالح نو، فضاهای معماری حساس یا پاسخ دهنده (نوعی از معماری که شامل اصلاحات و تغییراتی در فرم است تا به طور مداوم در برابر شرایط محیطی که آنرا احاطه کرده اند، عکس العمل نشان دهد)، برای مثال یک دیوار خشتی در پاسخ به هوای گرم بیرون خانه، هوای سرد و خنک را در فضای داخلی فراهم می آورد، این کنش از جمله خصوصیات مصالح است و از طرف دیگر احتیاج به امنیت و در دسترس بودن اطلاعات در زمان حقیقی، در کنار مصادیق معماری پایدار مانند صرفه جویی در مصرف انرژی و بهینه سازی محیط زندگی و کم کردن هزینه های سرویس و نگهداری آنها از جمله مباحث این نوشتار است. بدین لحاظ بایست طراحی و احداث ساختمان بگونه ای انجام شود تا آن را در زمره ی بناهای نمونه و مطلوب درآورد، ساختمانی سازگار با محیط زیست پایدار که بتواند با بکارگیری پیشرفته ترین تکنولوژی ها بهره برداری گردد. یک ساختمان پایدار و سبز نه تنها در مقابل طبیعت قرار نمی گیرد بلکه در کنار و به موازات آن برای بهره برداری هر چه بیشتر از امکانات محیطی و تامین آسایش انسان شکل می گیرد.

با توجه به مطرح شدن جدی موضوع صرفه جویی در مصرف انرژی و بهینه سازی مصرف سوخت و پایین آوردن هزینه های شارژ در ساختمانها، استفاده از سیستم مدیریت انرژی در ساختمانها امری اجتناب ناپذیر انگاشته می شود. بدین لحاظ بایست طراحی و احداث ساختمان بگونه ای انجام شود تا آن را در زمره ی بناهای نمونه و مطلوب درآورد، ساختمانی سازگار با محیط زیست پایدار و اکولوژیک^۱ که بتواند با بکارگیری پیشرفته ترین تکنولوژی ها بهره برداری گردد. یک ساختمان پایدار و سبز با

استفاده از سیستم های پیشرفته و هماهنگ شرایط و طبیعی تنظیم و کنترل می گردد و طرح معماری بنا علاوه بر زیبایی و عملکرد خوب فضا ها سعی در استفاده ی حداکثر از عوامل و منابع طبیعی از قبیل انرژی های تجدید پذیر (انرژی خورشید، انرژی زمین گرمایی، باد) و گیاهان برای تنظیم شرایط محیطی و در جهت آسایش بهره برداران را دارد. ساختمانهای مدرن^۲ اکولوژیک برای دستیابی به معماری پایدار به منظور هماهنگ سازی اکولوژی و تکنولوژی پا به عرصه ی ظهور گذاشته اند.

هدف از انجام این پژوهش نزدیک شدن به پاسخ این پرسشها است که چگونه پیوندی میان معماری پایدار و ساختمان های نوین^۳ میتوان ایجاد کرد و چه تغییراتی در این رابطه در معماری ایجاد می شود. همچنین این گفتار پیشنهادهایی را برای فرآیند طراحی معماری هدف بروز شدن ساختمانها، به عنوان ابزاری نوین ارائه می دهد. در نهایت در این پژوهش، تحقیق خود را با طرح مساله اصلی، یعنی معماری پایدار و ساختمان های نوین و ترکیب این دو خاتمه می دهیم و بحث خود را با پیشنهاد رهیافتی جامع نگر به معماری پایدار برای طراحی ساختمان های نوین به پایان می رسانیم و به پاسخ این پرسشها است که چگونه پیوندی میان معماری پایدار و معماری نوین و مدرن میتوان ایجاد کرد و چه تغییراتی در این رابطه در معماری ایجاد می شود. یافته های این پژوهش می تواند برای دانشجویان و معماران و مهندسانی که در عرصه معماری و عمرانی فعالیت می کنند می تواند مفید باشد.

۲- سابقه پژوهش

پیدایش مفهوم پایداری که به دهه ۷۰ باز می گردد نتیجه رشد منطقی آگاهی تازه ای نسبت به مسائل جهانی محیط زیست و توسعه می باشد که تحت تاثیر عواملی همچون نهضت های زیست محیطی دهه ۶۰، نارضایتی های ناشی از اشاعه نادرست معماری مدرن و اولین کنفرانس سازمان ملل در مورد محیط زیست و توسعه به سال ۱۹۷۲ در استکهلم، قرار گرفته بود. اولین کتابی که به صورت خاص موضوع پایداری را مورد بحث قرار داد نیز کتاب «جامعه پایدار، اخلاق و رشد اقتصادی» بود که در سال ۱۹۷۶ توسط رابرت ال استیواز مذهب شناس مسیحی منتشر شد. کنفرانس «بحث میان سران زمین» که سازمان ملل در سال ۱۹۹۲ برگزار کرد، موضوع توسعه پایدار را در سراسر جهان وارد جریان اصلی خود کرد. (محمودی کهنه رودپشت، مجدی، ۱۳۸۸: ۲۲۳)

۳- معماری پایدار چیست؟

پایداری لغتی است که جنبه های پیچیده بسیاری را شامل می شود. در فرهنگ فارسی پایداری^۴ به معنای ایستادگی، مقاومت و استواری آمده است. فعل Sustain از ریشه لاتین Sustinere و از دو جزء Sus به معنای (از پایین به بالا) و Tinere به معنای (نگه داشتن، حفظ کردن) تشکیل شده و از سال ۱۲۹۰ میلادی در زبان انگلیسی به کار گرفته شده است. این فعل با مفاهیمی از قبیل حمایت، پشتیبانی و تداوم آمیخته است و صفت پایدار^۵ در توصیف شرایط، حالت و یا چیزی به کار می رود که مورد پشتیبانی قرار گرفته یا به واسطه کمک، همچنان تداوم یافته است. برای صفت پایداری نیز دارای ثبات، همیشگی و مقاومت کننده بیان شده است. بنابراین واژه پایداری که به عنوان معادل Sustainability انتخاب شده است فاقد معانی امروزی آن است و بر حفظ و ثبات تکیه دارد. معنای واژه پایداری که اینجا مدنظر است عبارت است از: آنچه که می تواند در آینده تداوم یابد. (اسدپور، ۱۳۸۵: ۳۵)

بنابراین ساختمان پایدار را می توان این چنین تعریف نمود: ساختمانی که کمترین ناسازگاری و مغایرت را با محیط طبیعی پیرامون خود و در پهنه وسیع تر با منطقه و جهان دارد. تکنیک های ساختمان سازی در یک پهنه وسیع در جهت تأمین کیفیت یکپارچه از نظر اقتصادی، اجتماعی و محیطی می کوشند. بنابراین استفاده معقول از منابع طبیعی و مدیریت مناسب ساختمان سازی به حفظ منابع طبیعی محدود و کاهش مصرف انرژی کمک نموده و باعث بهبود کیفیت محیطی می شود. مصالح پایدار یعنی استفاده از انرژیهای تجدیدپذیر که کمترین آسیب را به محیط زیست رسانده و همچنین انرژی مجسم آنها کم باشد، در این حالت مصرف انرژی^۶ در ساختمانها، نزدیک به صفر می رسد.

بام های سبز علیرغم اینکه در مقیاس شهر کارکردهایی همانند زیبا و مفرح ساختن منظره شهر و رفع آلودگی های شهری را دارند؛ در تبادل انرژی و حرارت از بیرون به درون فضاها نیز بسیار مؤثر هستند این فناوری با مزایای فراوانی از جمله کاهش بار گرمایش و سرمایش، تصفیه هوا، حفاظت از فاضلاب، کاهش آلودگی صوتی و از همه مهمتر کاهش مصرف انرژی، تلاشی برای پایدار کردن شهرهاست. علی رغم اینکه بام سبز در گذشته در خانه های روستایی ایران کاربرد داشته، اما امروزه بام سبز یا باغ بام واژه های ناآشنا برای بسیاری از مردم است. شرایط اکولوژیکی و حفظ زیبایی های طبیعی، حفظ سلامت جسم و روح شهروندان، ارزش های

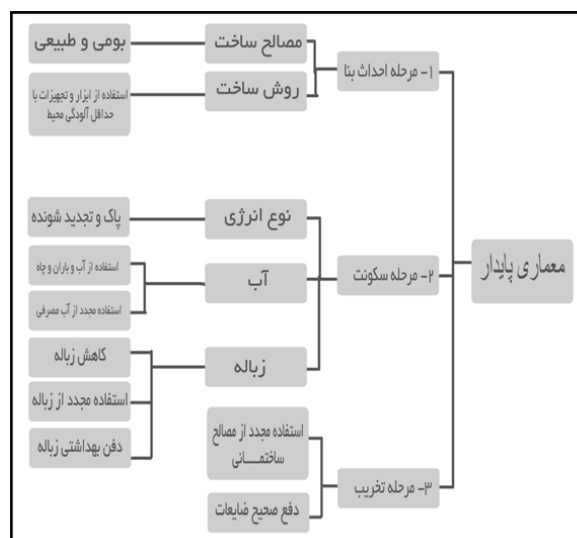
اقتصادی و معنوی از اهداف ایجاد بام سبز می باشند. مزایای بام سبز در دو گروه اکولوژیک و اقتصادی در جدول ۱ معرفی شده اند. (رضویان، ۱۳۸۹: ۱۴۳)

جدول ۱- مزایای بام سبز در ساختمان ها

مزایای اقتصادی	مزایای اکولوژیک
- افزایش ارزش ملک - کاهش مصرف انرژی ۱۰ درصدی برق - افزایش عمر سقف حداقل دو تا سه برابر	- بهبود شرایط میکروکلیماتیک: به دلیل تولید رطوبت و هوا - کاهش آلودگی صوتی: انعکاس صدا از ۳ تا ۸db - کاهش آلودگی هوا: جذب دی اکسید کربن هوا از طریق گیاهان - کاهش تاثیر جزیره های حرارتی شهر - ایجاد محیط زیست برای پرندگان - تامین فضایی سازگار و مطبوع برای کاربران ساختمان - کاهش بارگرمایش و سرمایش بنا - افزایش محدوده زندگی - لایه عایق رطوبتی: در برابر امواج گرما به عنوان عایق

۴- الگوهای معماری پایدار

- اصولی که باید رعایت شود تا یک بنا به عنوان یک معماری پایدار طبقه بندی شود، عبارت است از:
- اصل اول، حفظ انرژی: نیاز ساختمان به سوخت های فسیلی به حداقل برسد.
 - اصل دوم، هماهنگی با اقلیم: بناها با اقلیم و منابع انرژی موجود در محل هماهنگی داشته و کار کنند.
 - اصل سوم، کاهش استفاده از منابع جدید مصالح: میزان استفاده از منابع جدید تا حد ممکن کاهش یافته و در پایان عمر مفید خود برای ساختن بنای جدید، خود به عنوان منبع جدید به کار روند.
 - اصل چهارم، برآوردن نیازهای ساکنان: برآورده شدن نیازهای روحی و جسمی.
 - اصل پنجم، هماهنگی با سایت: بنا باید با محیط اطراف سنخیت داشته باشد.
 - اصل ششم، کل گرای: تمام اصول معماری پایدار باید در یک پروسه کامل که منجر به ساخته شدن محیط زیست سالم می شود، تجسم یابد.



شکل ۱- مراحل سه گانه معماری پایدار جهت حفظ محیط زیست

۵- روش تحقیق

این پژوهش بنا به ماهیت، موضوع و اهدافی که برای آن پیش بینی شده است در زمره تحقیقات کاربردی است. در این پژوهش از طریق مطالعه برای گردآوری اطلاعات استفاده خواهد شد، بنابراین روش گردآوری اطلاعات کتابخانه ای می باشد و برای جمع آوری داده ها و اطلاعات از دو روش کتابخانه ای (شامل طیف وسیعی از کتب، مقالات، نشریات تخصصی و اینترنت) و میدانی (شامل اسناد و مدارک و اساتید اهل فن) استفاده شده است. پس از جمع آوری اطلاعات میدانی و کتابخانه ای که با استفاده از مطالعه و بررسی تکمیل خواهد شد، اقدام به تحلیل اطلاعات تحقیق خواهد شد.

۶- نتیجه گیری

معماری پایدار معماری پویاست و باید با ویژگیهای اقلیمی، فرهنگی و طبیعت هر منطقه هماهنگ و سازگار باشد و آنچه معماری بومی را ماندگار و کم نظیر کرده است توجه به همین خصوصیات است. آنچه که به عنوان ارزشهای بومی در معماری پایدار نام برده شد به جهت پاسخگو بودن به اقلیم و فرهنگ و اجتماع و بطور کلی حساسیت به محیط طبیعی پیرامونش در ابعاد گوناگون بسیار ارزشمند است. توجه به این ارزشها و احترام به طبیعت به معنای تکرار کالبدی نمی باشد؛ بلکه تأثیر این ارزشها در هر سه زمینه پایداری محیطی، فرهنگی - اجتماعی و اقتصادی و کاهش هزینه ها و مصارف انرژی قابل بررسی است و آنچه که ما در راستای نیل به معماری پایدار به آن نیازمندیم بازبینی در مفهوم پایداری، توجه و استفاده از این ارزشها و تلفیق آن با نیازهای امروز است.

پی نوشتها

- | | | |
|-------------|----------------|-----------------|
| 1- Eco_Tech | 3- New housing | 5- Sustainable |
| 2- Modern | 4- Paydari | 6- Energy Usage |

منابع

- ۱- محمودی کهنه رودپشت، مجدی، (۱۳۸۸)؛ اصول طراحی ساختمان های پایدار، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران، چاپ چهارم.
- ۲- اسدپور، محمد حسین، (۱۳۸۵)؛ جنبه های زیبایی شناختی، نشر خاک، چاپ سوم.
- ۳- رضویان، مسعود، (۱۳۸۹)؛ بام های سبز، انتشارات هنر، چاپ نهم.

بررسی چگونگی تاثیر معماری پایدار و بومی بر منطقه اورامانات نمونه موردی: روستای اورامان تخت

پارسا انصاری^۱، عطااله عرفانی^{۲*}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه ایرانمهر قروه واحد سنندج

۲- مدرس دانشگاه ایرانمهر قروه

Ataerfani@yahoo.com

چکیده

نگاهی گذار به معماری بومی مناطق مختلف ایران، حکایت از شناخت خصوصیات محیطی، به خصوص اقلیمی پهنه‌های مختلف ایران، و مخصوصاً منطقه اورامانات چاره‌اندیشی هوشمندانه نیاکان ما برای استفاده هر چه بیشتر از مواهب طبیعی و مقابله با مشکلات و ناهنجاری‌های اقلیمی محیطی آن دارد. در این مقاله سعی بر آن است ضمن نگاهی کلی بر معماری و معماری بومی، به شناسایی نقش آن در دستیابی به توسعه پایدار و اهداف آن نیز اشاره مختصری شود. در این پژوهش سعی بر آن است که روستای اورامان تخت از روستاهای صاحب سبک توابع استان کردستان، که نمونه‌ای از معماری بومی، طراحی‌شده بر اساس چرخه زیستی و ارزش‌های انسانی، استفاده از منابع موجود در طبیعت منطقه بدون آسیب‌رسانی به محیط، همزیستی با طبیعت با توجه به ارزش‌های معنوی، زیبایی‌شناسانه و انسانی که در نهایت احترام به طبیعت را الگوی شکل‌گیری بافت خود قرار داده است را مورد بررسی قرار داده و به ارائه راهکارهایی برگرفته از معماری بومی ایرانی در قالب معماری پایدار و خواهد رسید و این پژوهش بر اساس روش توصیفی و تطبیقی انجام یافته است.

واژگان کلیدی: معماری بومی، معماری اکولوژی، اورامانات، توسعه پایدار، اکولوژی

۱-مقدمه

وابستگی و پیوند متقابل بین فضای ساخته‌شده و میراث‌های فرهنگی محیطی که آن را در بر می‌گیرد، یقیناً نه برای مردم شناسی و نه برای معماری برانگیزنده‌ای تازه به شمار نمی‌آید. این مقاله که انگیزه اش را در شالوده‌های معماری ایران می‌بینیم برای اشاعه پیام آرمانی‌ای که در این معماری نهفته، درهمه حال و در اشاعه‌ی شناخت فرهنگ ایران به پاسخ‌گویی به یکی از وظایف ویژه‌اش دست یازد. از آنجا که هر پدیده و هر فرآورده فرهنگ و ادب انسانها، پس از زاده شدن، به جهانی روی می‌کند پس گسترده‌تر از آنچه در انگیزه‌ی سازندگان آن نهفته بوده است، بررسی درباره‌ی چونی‌ها و چندی‌های معماری بومی به عنوان یکی از بارزترین پدیده‌های فرهنگی را قدر نهادیم و به این امید که گستردگی و ژرفای موضوع کار معماران را با یادآوری پیوندهای محیطی آن به نوشتار در آوریم (مولانایی، ۱۳۹۳). تعریف معماری بومی تعریف سختی است نه تنها ساختمان‌های عامیانه بلکه ساختمان‌های معمول در یک فرهنگ را نیز در بردارد. معماری بومی یک معماری غیر منومانی (یادمانی)، غیر پیشرفته و غیر اصیل است. معماری بومی اغلب به عنوان یک سنت بومی و محلی منتقل می‌شود و بیشتر براساس آزمون و خطا و فنون منتقل شده از نسلی به نسل دیگر است تا براساس علم هندسه و محاسبات دقیق. معماری بومی یک معماری متعلق به یک زمان یا مکان

خاص است و از جایی به جای دیگر منتقل و کپی نمی شود. شناخت معماری بومی می تواند به منزله شناخت جامعه باشد (رحیمی، ۱۳۹۴).

در این پژوهش به معماری و بومی در منطقه اورامانات پرداخته شده است و با استفاده از طراحی مناسب عناصر معماری به بهترین شیوه از هدر رفتن انرژی های تجدید ناپذیر جلوگیری به عمل آید و تناسب تغییرات بومی و آب و هوا و ارتباط آن با شکل گیری معماری در ساختمان های موجود در اورامانات و شیوه معماری بومی این منطقه و مقیاس خرد اقلیم و دستیابی به روش های مناسب در طراحی ساختمان و رسیدن به معماری پایدار، همواره مورد نظر معماری ساختمان بوده است و با استفاده از انرژی طبیعی در ساختمان به صرفه جویی در مصرف سوخت و مهمتر از آن به افزایش کیفیت آسایش و بهداشت محیط مسکونی و سالم سازی محیط زیست و استفاده از فضای سبز و معماری پایدار منتهی شود. در تحقیقات گذشته به بررسی معماری پایدار در مکان های معماری بخصوص در فضاهای عمومی و حوزه زیست محیطی در شهرهای گوناگونی انجام شده است اما تاکنون تحقیقی در این راستا در مورد روستای اورامانات در استان کردستان انجام نشده است و ما در این پژوهش سعی کردیم که با معماری اکنون روستای اورامانات به معماری پایدار و معماری بومی دست بیابیم.

۲- بیان مسأله

موضوع نگهداری زیست بوم و راه هایی برای هماهنگی با محیط پیرامون، مراقبت همزمان در نوسازی و بهسازی، مفهوم جدیدی از معماری پایدار را در سالهای ۱۹۷۰ تاکنون مطرح کرده است. با بررسی دیدگاههای معماری ایرانی با تاکید بر اصول ارائه شده استاد پیرنیا: مردم واری، استفاده از مصالح بوم آورد، نیارش، درون گرایی و پرهیز از بیهودگی و معماری بومیکه پژوهش هایی در باب شناخت آن به نیم قرن سابقه هم نمی رسد، می توان به شناخت معماری پایدار که از مباحث و نیازهای مبرم جامعه امروز جهانی است منجر گردد. معماری طبیعی از توجه صرف به ابعاد فرهنگی و اجتماعی پا را فراتر گذاشته و جنبه های فیزیکی، روحی و روانی بشر و ارتباط وی با دنیای پیرامون را مد نظر قرار می دهد و در زمانی که معماری روز شدیداً وابسته به اقتصاد، تکنیک و مقررات است معماری طبیعی این موارد را با ابعاد زیستی، فرهنگی و روحی بشر گره می زند.

۳- اهمیت و ضرورت

معماری پایدار یکی از مهم ترین مسائل امروز جامعه جهانی است. رنگ باختن مفهوم هویت بومی و پایدار، مختص حوزه معماری نمی باشد؛ همچنانکه این ضعف درحوزه های مختلف مشهود است. همسو با این نظریه، صاحب نظران معماری معتقدند، بحران، معماری بومی ایران را در برگرفته و تلاش های فراوانی جهت یافتن راه های خروج از این بحران صورت گرفته است. یکی از مهم ترین راهکارهای خروج از بحران، باز شناخت مؤلفه های مهماری پایدار و بومی بخش معماری ایرانی می باشد. بخش مهمی از سابقه معماری و شهرسازی ایران، در نوار غربی کشور شکل گرفته است. در این مقاله، شاخص هایی از معماری و شهرسازی ایران در منطقه اورامان در ناحیه غربی ایران، بررسی شده است. تطبیق الگوهای معماری مناطق شکل گرفته در این ناحیه با سایر نواحی کشور، اصولی را تبیین میکند که با توجه به این اصول، می توان مؤلفه های هویت معماری بومی بخش در معماری دوران معاصر را تعریف نمود. در این پژوهش به روش تحلیلی تطبیقی ویژگی های خاص معماری با هویت ایرانی در منطقه کردستان و با نگاهی ویژه در زمینه معماری ناحیه اورامان، معرفی و تحلیل شده است. در این زمینه با رویکردی به معماری، تأثیر اصول و ارزش های اسلامی در شکلگیری و هویت معماری بومی اورامان مورد بررسی و تحلیل قرار میگیرد. نتایج مطالعات نشان می دهد در کنار شاخص های ساختاری و ویژگی های اقلیمی و تاریخی، بسیاری از ارزش ها و اصول معماری اسلامی نظیر حریمیت، درونگرایی و خودبستگی به همراه اصول و ارزش های دینی، در ساختار معماری اورامان و ایجاد هویتی شاخص، متجلی شده است. عوامل فرهنگ، اعتقادات اسلامی و نحوه وضعیت اجتماعی مردم، در کنار شرایط اقلیمی و جغرافیایی تفاوت های بنیادین در الگوهای معماری منطقه به وجود آورده و در نهایت منجر به شکل گیری معماری با ارزش در منطقه شده است.

۴- پیشینه تحقیق

مطالعات متعددی پیرامون معماری نواحی مرکزی ایران انجام شده است. اما در ناحیه غرب کشور علی رغم دارا بودن معماری با پیشینه بسیار کهن، مطالعات علمی و پژوهشی چندانی صورت نگرفته و خلأ تحقیقات کاربردی و بنیادی در خصوص معماری این بخش از ایران مشاهده می شود. مطالعه و پژوهش در زمینه معماری غرب ایران و به ویژه ناحیه کردستان، بسیار اندک بوده است. در سالیان اخیر تحقیقاتی دانشگاهی در زمینه معرفی و تحلیل ویژگی های معماری و شهرسازی ناحیه غربی ایران آغاز شده و تحقیق حاضر در ادامه مسیر پژوهشی است که در این راستا شکل گرفته است. سوابق تحقیق نشان می دهد بیشتر تحقیقات در زمینه های گردشگری و تاریخی در این منطقه انجام شده است. این منطقه یکی از قطب های اصلی گردشگری در ایران به شمار می آید (Zarab p, 2012). گردشگری روستایی نیز به عنوان جزئی از صنعت گردشگری، می تواند نقش مؤثری در توسعه ملی و به تبع آن توسعه منطقه ای و محلی ایفا کند (Daneshmehr, 2013). بنابر بخشی از پژوهش ها، منطقه اورامان از مناطق مستعد و مناسب جهت بهره برداری در زمینه های مختلف سیاحتی، گردشگری و تفرج به شمار می آید. با توجه به وجود جاذبه های منحصر به فرد، همچون جاذبه های چشم اندازهای طبیعی، معماری ویژه، صنایع دستی و سایر جاذبه های موجود در منطقه، اورامان، مورد توجه گردشگران علاقه مند است (Tavakoli, 2011)، اما سابقه پژوهش در زمینه معماری منطقه، چندان زیاد نیست. بنابر موارد ذکر شده، پژوهش های کاربردی در زمینه معماری و شهرسازی این منطقه ضروری بوده و می تواند در راستای باز تعریف معماری پایدار در معماری ایرانی مورد توجه قرار گیرد.

۵- هدف اصلی تحقیق

هدف از این تحقیق استفاده حداکثری از پتانسیل های محیطی در جهت صرفه جویی مصرف انرژی و بالا بردن کیفیت آسایشی در محیط های مسکونی و سالم سازی محیط زیست و انطباق طراحی های ساختمان در راستای معماری پایدار می باشد و معماری که بتوان در این زمینه هارمونی و هماهنگی لازم را ایجاد کرد. در انتها موضوع را عنوان نمود که معماری روستایی مطلوب همان معماری پایدار مورد بحث است.

۶- سؤالات تحقیق

- طراحی معماری با چه مولفه ها و ویژگی هایی اثر معماری پایدار را به وجود می آورد؟
- چگونه با معماری پایدار و بومی در منطقه اورامانات به انرژی های تجدید پذیر و سوخت در آینده می توان مساعدت کرد؟

۷- فرضیه تحقیق

نیاز بشر به تأمین شرایط آسایش محیطی موجب پاسخگویی او به شکل های متفاوت به مقیاس های مختلف از این نیاز شده است. از جمله وجوهی که تأثیر اقلیم در شکل گیری آن کاملاً مشهود است، ریخت معماری بومی هر منطقه است. کمبود امکانات و فن آوری های پاسخگو در رفع نیازهای آسایشی هر اقلیم، ساکنین و بومیان آن اقلیم را بر آن داشته که با تکیه بر راه کارهای اقلیم بنیان، به خلق فضاهای پاسخگو به الزامات اقلیمی آن سرزمین بپردازند. در ایران باستان همواره پایداری مورد توجه افراد بوده است از جمله در مناطق سرد و کوهستانی ایران می توان راه حل هایی منطقی و هماهنگ و سازگار با اقلیم منطقه را می توان مشاهده کرد. معماری پایدار، طراحی و ساخت بر اساس ملاحظات محیطی با استفاده از مصالح بومی و محلی می باشد و مانند سایر مقولات معماری، دارای اصول و قواعد خاص خود است که عبارتند از مرحله صرفه جویی در منابع، مرحله طراحی برای بازگشت به چرخه زندگی و مرحله طراحی برای انسان در واقع می توان گفت که برای رسیدن به معماری بومی پایدار، طراح باید این مراحل و اصول را که تعریف کننده یک چارچوب اصلی برای طراحی پایدار است رادر طرح خود لحاظ و برحسب مورد، ترکیب و متعادل کند.

۸- روش شناسی تحقیق

در این تحقیق با استفاده از روش کتابخانه ای و میدانی در سایت که با حضور و مشاهده عینی و حتی مخفی مداوم رفتار کاربران و استفاده از فیلم و عکس از محل و همچنین با ترسیم کروکی از سایت و مصاحبه با افرادی که به صورت مداوم و غیرمداوم حتی افراد حاضر در سایت می توان به اطلاعات حاضر در سایت دست یابیم و همچنین با توجه به گردآوری داده های کمی و کیفی از طریق برداشت های میدانی از محل با استفاده از مصاحبه و پرسشنامه از ساکنین و کسبه محدوده برای سنجش و بررسی وضع موجود و مطالعات کتابخانه ای از کتابخانه سازمان میراث فرهنگی و گردشگری استان کردستان جهت مطالعات تاریخی محدوده مورد مطالعه روش تحقیق مرکب استفاده شده است. در این پژوهش ابتدا تعاریف اصلی از مبحث معماری بومی و پایدار بر مبنای مطالعات صورت گرفته، بیان شده در ادامه، عوامل اساسی در شکل گیری این ساختار در زمینه معماری و شهرسازی اسلامی بر مبنای تحقیقات و دسته بندی های معتبر تبیین شده است. در پایان با رویکردی به معماری و روش تحلیلی، تأثیر عوامل مختلف در شکلگیری معماری بومی اورامان با تأکید بر ساختار مسکونی مورد بررسی و تحلیل قرار می گیرد.

۹- ادبیات تحقیق

۹-۱- پایداری

پایداری به معنای با دوام و ماندنی آمده است. (دهخدا، ۱۳۵۷) در فرهنگ معین این واژه به معنای پایدار بودن و مقاومت از مصدر "پایش" به معنای پایداری کردن و استقامت نشان دادن است. این فعل با مفاهیمی از قبیل "حمایت، پشتیبانی و تداوم" آمیخته در توصیف است و صفت حالت و یا چیزی "به کار می رود.

۹-۲- پایداری معماری

معماری پایدار به معنی یک فرآیند است که می تواند تکرار شود. پایداری یک مفهوم است که بیشتر به عنوان اندازه ارزش یک روش به کار برده می شود. روشی که با نیازهای حفاظتی معاصر از طریق یک رفتار تکرارپذیر و بادوام مواجه می شود. بنابراین در این جا روی فرآیند به اندازه محصول نهایی توجه می شود. معماری پایدار به طور قطع تشخیص می دهد که محصول نهایی در اثر زمان ممکن است فرسوده شود و یا نیاز باشد که جایگزین گردد (Norton, 1999).

۹-۳- معماری پایدار

پایداری علیرغم شعائر مبناییاش که فراگیر است و مسئله حفظ زمین را هدف قرار میدهد، برای دستیابی به راهکارهای واقع بینانه و قابل اجرا از یک سو و حمایت از گوناگونی که در نفس طبیعت موجود است از سوی دیگر، رویکردهای محلی را توصیه میکند و در واقع شعار "جهانی فکر کنید، اما منطقی عمل نمایید" را مورد توجه قرار میدهد. گذشته از ویژگیهای محیطی در هر منطقه، راهکارهای متکی بر تجربیات متمدن محلی به نوعی هویت منجر می شود، روند شکل یابی این محصولات از پرداختن به مفاهیم درونی آغاز گردیده سپس قالب شکلی یافته و در انتها در ساختارهای مادی تجسد مییابد، درحالیکه شناخت و ابزارهای روزآمد در مقیاس جهانی که قابلیت تحقق در مقیاس محلی را دارند، میتوانند به مثابه ابزار تکمیلی در این ترکیب وارد شوند. پس میتوان گفت نگرش منطقیهای در ایران در زمینه توجه به مسئله مفاهیم در تناقض با راهکارهای پایداری نیست و طبعاً مقوله هندسه یا شکل و همچنین مواد و مصالح تا آنجایی که در خدمت این مفاهیم هستند میتوانند به صورت ابزار تغلیظ هویت منطقیهای و یا در اتصال به تفکر جهانی مورد استفاده قرار گیرند (احمدی فرهاد، مجله معماری و فرهنگ، شماره ۲۳).

شناخت کامل در زمینه پایداری و معماری پایدار دیدگاه طراح را نسبت به ساختمان تغییر داده و دیگر ساختمان تنها به عنوان توده ای از مصالح نبوده، بلکه بنا همچون یک موجود زنده تلقی میشود. بنابراین نگاه به معماری به عنوان یک ارگان زنده می تواند در ایجاد محیطی مناسب در راستای طبیعت انسان عمل کند، زیرا طبیعت، خود الگوی مناسبی در این زمینه است. در نگرش پایدار توجه به عناصر موجود در طبیعت و معماری بومی و سنتی هر ناحیه می تواند الهام بخش بسیار مفیدی برای طراحان باشد. زیبایی، ایده و تفکر در عمل طراحی یک ساختمان ارزشی برابر با میزان کارایی و عملکرد اقلیمی آن دارد. بنابراین ساختمان هایی پایدار با محیط زیست هستند که در آنها از ایده های معمارانه و مفاهیم با ارزش در طراحی نیز استفاده شده

باشد. در این صورت هماهنگی مناسبی نیز بین این طرحها و محیط طبیعی پیرامون آن به وجود میآید و از شرایط بومی و اکولوژیکی محیط نیز بهره فراوان گرفته میشود. هرچه کیفیت عوامل مداخلهگر در طراحی اعم از ایده و تفکر، عملکرد، توجه به شرایط محیطی و زیستی، سنت و فرهنگ بومی، کیفیت مصالح مورد استفاده، فناوری ساخت و ... بیشتر شود، ساختمان از کیفیتی بالاتر برخوردار خواهد بود (صابرنژاد ژاله، ۱۳۸۹).

۹-۳-۱- سایت پایدار

در ساختمانهای سبز به سازگاری و همزیستی سالم با طبیعت و دوستی با آن اولویت بیشتری داده می شود که بر این اساس ساخت و ساز پروژه هیچگونه خدشه و صدمه ای به محیط طبیعی دربرگیرنده پروژه چه در مرحله اجرا و ساخت و ساز و چه پس از آن وارد نکند و از نتایج این بخش، انتخاب بهینه سایت و توسعه شهری و توسعه زمینهای مقاوم را برای مالکین و کارفرمای ساختمانها به ارمغان می آورد. در این بخش میزان استفاده متناوب از حمل و نقل برای دسترسی به امکانات و تسهیلات موجود در سایت را کم می کند و به کاهش میزان زیانهای وارده به سایت و اداره کردن آبهای باران تشویق می کند و پروژهها از این جهت که منجر به کاهش جزایر گرمایی و آلودگیهای محیطی می شوند بارزش می گردند (مرداخانی، ۱۳۹۴).

۹-۳-۲- اهداف اصول پایدار

هدف اصلی اصول طراحی پایدار، کاهش تأثیرات منفی معماری بر طبیعت و حفظ آن جهت نسل آینده است که در سه اصل طراحی پایدار به صورت زیر قابل دستیابی است:

اقتصاد منابع: اقتصاد منابع یا همان حفاظت از منابع، یعنی حفاظت از انرژی، آب و مصالح ساختمانی. در حقیقت طراحی را می توان پایدار دانست که حاصل آن، کمترین مصرف منابع را به دنبال داشته باشد. حفاظت از انرژی در ساختمان، از طریق استفاده از مصالح و جزئیات دارای تکنولوژی بالا قابل اعمال است. مصالح مورد استفاده برای مردم ک مدرآمد باید بوم آورد و مناسب برای اقلیم محلی باشد، از مهارتهای بومی برای اجرای آن استفاده شده و قابل بازیافت باشند (زندیه، ۱۳۸۹).

۹-۳-۳- روشهای دستیابی به طراحی پایدار

راههای مختلفی جهت دستیابی به طراحی پایدار با توجه به قوانین و اهداف آن وجود دارد که همگی آنها باید با توجه به زمان، اقتصاد، اقلیم، فرهنگ و غیره ارزشیابی و استفاده شود. در اقتصاد منابع مه مترین گام در کاهش ورودی و مدیریت خروجی است. کاهش جریان ورود منابع تجدیدناپذیر و افزایش استفاده از منابع تجدیدپذیر از اصل یتترین روشهای دستیابی به طراحی پایدار در مدیریت منابع میباشد. ابزارهای موجود نیز مثل طراحی هوشمند و سرمایش و گرمایش غیرفعال رسیدن به طراحی پایدار را سریعتر خواهند کرد.



نمودار ۱- دیاگرام اهداف طراحی پایدار (نگارنده).

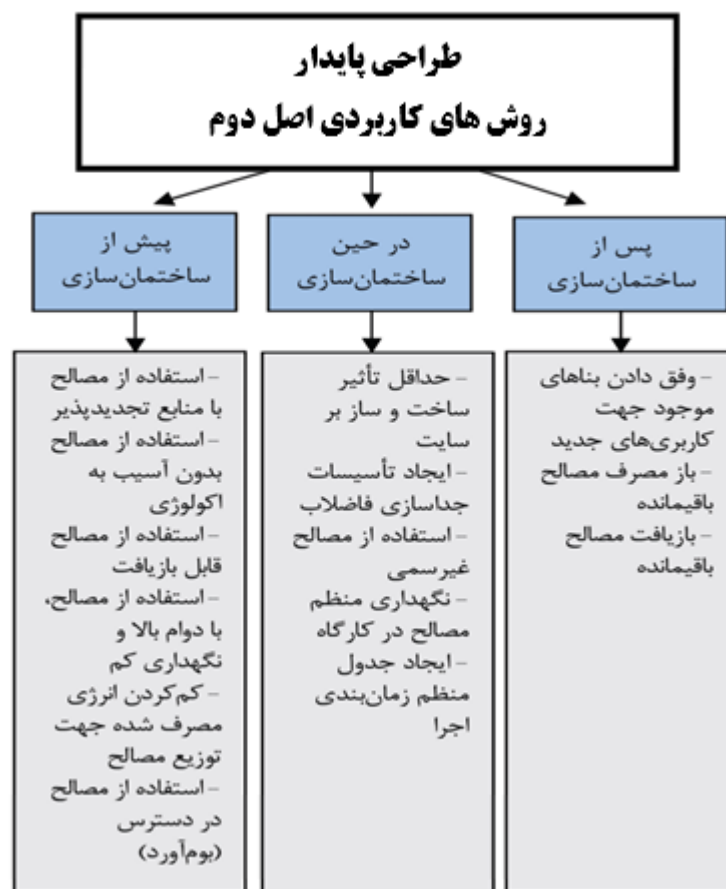
در طراحی چرخه ای عمر در مرحله پیش از ساخت میتوان با استفاده از مصالح و منابع تجدیدپذیر، استفاده از مصالح بدون آسیب به محیط زیست، کاربرد مصالح بازیافتی و یا قابل بازیافت و استفاده از مصالح با طول عمر زیاد و نگهداری کم به طراحی پایدار رسید. در حین ساختمان سازی نیز می توان با تنظیم جدول اجراء حداقل آسیب را به سایت رساند. تأسیسات پسماندها را جدا کرد، از مواد غیرسمی در اجرا استفاده نمود، مصالح کارگاه را به صورت منظم نگهداری و حفظ نمود و به این وسیله به بیشترین

مصرف و کمترین پسماند دست یافت. پس از ساختمان سازی نیز با باز مصرف پسماندها و با بازیافت اجزا و مصالح ساختمانی اضافی و استفاده هی جدید از ساختمان های موجود جهت استفاده جدید می توان تأثیر بناها را به طبیعت کم کرد و به طراحی پایدار نزدیکتر خواهد شد.



نمودار ۲: روش های کاربردی اصل اول اقتصاد (نگارنده)

در مرحله طراحی انسانی به دو قسمت حفاظت از شرایط طبیعی و طراحی برای آسایش انسان می توان اشاره کرد. برای حفظ شرایط طبیعی می توان تأثیرگذاری بر طبیعت را درک کرد، شیب زمین را به هم نزد، حداکثر استفاده را از آن برد و از گیاهان و جانوران (اکولوژی) حفاظت نمود. جهت طراحی برای آسایش انسان نیز می توان شرایط آسایش حرارتی بصری صوتی را فراهم کرد، ارتباط بصری با محیط بیرون را افزایش داد، از پنجره های قابل باز شو استفاده نمود، تأسیسات چندمنظوره جهت کاهش مصرف انرژی در نظر گرفت، فضای مناسب جهت عبور و مرور پیاده طراحی کرد، با سیستم حمل و نقل هماهنگی صورت داد، از کمک به آلودگی های ناشی از بنا پرهیز نمود، برای اشخاص با توانایی های متفاوت فیزیکی چاره ای اندیشید، طراحی پایدار را سهم همه اقشار جامعه ی مردم دانست و از مواد غیر رسمی استفاده کرد (رحیمی، ۱۳۹۱).



نمودار ۳: روش های کاربردی اصل دوم، طراحی چرخه ی عمر. (نگارنده).

برای رسیدن به معماری سبز یا پایدار توجه به بنا از شروع طراحی تا پایان بهره برداری از آن الزامی است و همان طور که اشاره شد پایداری در طراحی معماری حاصل نمی شود، مگر با رعایت تعامل سه جانبه بین معمار، طبیعت و بهره بردار. با ایده هایی که فقط روی کاغذ باقی بماند یا کیفیات آن در زمان اجرا در نظر گرفته نشود و یا بهره بردار به دقت و درستی از اصول دیده شده در طراحی و اجرا استفاده نکند، معماری سبز به وجود نمی آید. خلاقیت در طراحی، دقت در اجرا و قناعت در بهره برداری با رعایت اصول و قوانین طراحی پایدار، معماری سبز را به شهرهای ما هدیه خواهد کرد. برای رسیدن به این هدف معماران باید نسبت به موضوعات زیست محیطی آگاهی داشته باشند و از طریق دوره های تخصصی، دانش آن ها ارتقا یابد. در این میان تغییرات نوع زندگی و نگرش های جدید نسبت به محیط بومی و جهانی بسیار اهمیت دارد. پیشرفت های دانش بر پایه ی مهارت و روش های کاربردی برای رسیدن به این هدف راهگشاست. با ایجاد تعادل بین سه اصل ذکر شده اقتصاد منابع، طراحی چرخه ی عمر و طراحی انسانی معماری سبز دست یافتنی خواهد شد و رعایت این چهارچوب در فرآیند هر ساخت و ساز می تواند ترازوی مناسبی جهت محاسبه ی میزان پایداری بنای یاد شده باشد (همان).

۴-۹- معماری بومی

تعریف معماری بومی تعریف سختی است نه تنها ساختمان های عامیانه بلکه ساختمان های معمول در یک فرهنگ را نیز در بر دارد. معماری بومی غیر پیشرفته و غیر اصیل است. به تعبیر تاریخ نگار معماری نیکولاس پوزنر اصلاً معماری نیست. بعضی از تاریخ نگارها که دیدگاه مثبت تری نسبت به این قضیه دارند آن را یک معماری معمولی و روزمره میدانند. استفاده از منابع محلی

برای برطرف کردن نیازهای محلی. معماری بومی به مرور زمان تکامل مییابد و بستر تاریخی، فرهنگ و محیطی که در آن وجود دارد را منعکس میکند. اغلب به عنوان یک معماری خام و پیرایش نشده رد میشود (دهقان، ۱۳۹۳).

۹-۵- معماری بومی ایران

معماری بومی ایران مجموعه متنوعی از ابنیه و سکونتگاهها را در بر میگیرد. در سرزمین ایران با تنوع جغرافیایی و اقلیمی و گوناگونی فرهنگی، در هر مکان، روستاها ریخت و پشتهای دارند. گاهی خانه ها پراکنده و جدای از یکدیگر، و گاه به هم پییده. بام خانهها در جایی تیر پوش است و مستوی و در جای دیگر شیبدار و در ب ضی مناطق دیگر گنبندی شکل و منحنی. در اینجا به بررسی ۱۲ اصل که در معماری غالب روستاهای ایران (معماری بومی) قابل مشاهده است می پردازیم (زرگر، ۱۳۹۰).

۱- استفاده از مصالح بوم آورد: برای برپا کردن ساختمان در هر جا اصل بر این است، که از مواد و مصالح ساختمانی که در طبیعت اطراف به وفور یافت میشود استفاده شود. در کنار هر و مرداب از نی و بردی، در حاشیهی جنگل از چوب و در بیابانها از گل و در کوهستانها از سنگ بهره گیری میشود.

۲- نقش فعال خانواده در ساختمان سازی: بر خلاف شهرها، در روستاها بناها غالباً به دست اعضاء خانواده و گاهی کمک همسایگان و خویشاوندان ساخته میشوند و در موارد پیچیده از استادکاران فن (روستای خود یا روستاهای اطراف و یا شهر) دعوت میشود.

۳- شناخت خواص مواد و مصالح ساختمانی: معرفت روستاییان به مواد و مصالح ساختمانی در کاربرد صحیح و بجای آن، انتخاب ابعاد و اندازه های متناسب بر ای عناصر ساختمانی و همچنین بهره گیری مطلوب از قابلیت های متعدد مصالح مثل چسبندگی، ایزولاسیون رطوبتی و حرارتی، استحکام بخشی، استعداد فشاری و کششی و غیره متجلی میشود. این قبیل شناختها برای غالب خانواده های شهر نشینی غریبه است.

۴- سهولت تعمیر و نگهداری: ساختمانهای روستایی به دلیل کیفیت مصالح و اجراء، اکثراً در مقایسه با بناهای شهری نیاز به تعمیر و نگهداری بیشتری دارند. غالباً بناهای روستایی به راحتی تعمیر میشوند. نگهداری آنها نیز با توجه به سادگی ساختار بنا کار آسانی است.

۵- سرپناه ارزان: وقتی مصالح ساختمان بوم آورد باشند و نیروی کار سازندهی ساختمان نیز افراد خانواده و همسایگان باشد ارزان تمام شدن ساختمان نتیجه ی منطقی آن است. احداث ساختمان به صورت بومی ارزان است و تعمیر و نگهداری آن نیز هزینه ی زیادی را به خانواده روستایی تحمیل نمیکند. از این رو خانه سازی به شیوه سنتی غالباً بار چشمگیری در هزینه های خانواده روستایی ندارد.

۶- سادگی و پرهیز از بیهودگی: در خانه های روستایی از کاربرد فرم ها و تزئینات بیهوده اجتناب میشود. همینطور که از کاربرد بیهوده مصالح و مواد ساختمانی نیز پرهیز میشود، همین قاعده در مورد تعداد فضاهای خانه نیز مصداق دارد. در خانه روستایی ابعاد فضاها با توجه به نیاز ساکنان آن بدست می آید.

۷- رشد تدریجی خانه: خانه در روستا غالباً با یک هسته اولیه مانند یک یا دو اطاق شروع و به تدریج متناسب با نیاز خانواده افزوده میشود. اگر تعداد افراد بیشتر شود و یا خانواده جدیدی در دل خانواده اصلی به وجود آید احتمالاً اطاقی اضافه میشود، و یا اگر تعداد دام افزوده شود و یا محصول بیشتری تولید شود آغل و انبار علوفه به خانه افزوده میشود. قابلیت رشد تدریجی از آغاز میباید در خانه در نظر گرفته شود. این موضوع چه در اندازه زمین و یا در مواقعی که توسعه در ارتفاع میباید انجام شود در پیش بینی ابعاد و اندازه ها ملحوظ میشود.

۸- مردمواری (تناسب انسانی): اندازهی فضا در خانههای روستایی متناسب با ابعاد انسانی است. اجزاء خانه مثل پلکان- ایوان- تنورخانه و غیره فقط به اندازه، حداقل لازم متناسب با کارکرد خود شکل میگیرند واز تکلف و افزودنی ابعاد و اندازه ها و تلقین ابهت کاذب خودداری میشود.

۹- سازگاری با محیط و نیازها: در کمتر جایی از ایران شرایط محیط در طول سال به نحو مستمر معتدل است. دهنای ایران در مناطق گرم و خشک و مناطق کوهستانی به گونه های طراحی شده اند که شرایط مناسبی را برای ساکنین خود فراهم کنند. سازگاری معماری در روستاهای ایران صرفاً اقلیمی نیست. معمولاً کالبد روستا آئینه قشر بندی اجتماعی روزگار اصل خویش است. (چسبندگی ساختمانها، برج و باروهای اطراف روستا، انبارها و گذرگاه های زیر زمینی). ابعاد و اندازه کوچه ها و معابر متناسب با

ابزار کار ساکنین می باشد (گاو آهن، تراکتور، دار قالی یا دام ها و....) روستاها متناسب با فرهنگ و اندیشه ساکنان آن طراحی شده‌اند. توجه به نیازهای ناپیدای مردم نیز در زمره ویژگی‌های آن است. عرصه‌های خصوصی و عمومی و میزان گشودگی‌ها تابع سنت هر سر زمین و باور مردم هر روستا است. معابر و میادین فقط برای عبور و مرور نیست، بلکه فضایی است برای عزاداری، نخلگردانی، شبیه‌خوانی و ... (غفاری، ۱۳۷۶).

۱۰- معرفی سایت (روستای اورامانات تخت)

اورامان تخت روستایی از توابع بخش اورامانات شهرستان سروآباد در استان کردستان است که در ۶۵ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان مریوان و ۷۰۱ کیلومتری سنندج (مرکز کردستان) واقع شده است این روستا در ارتفاع ۱۴۵۰ متری از سطح دریاهای آزاد قرار گرفته است و اقلیمی سرد و کوهستانی دارد. آب و هوای آن در فصل بهار و تابستان بسیار مطبوع و دلپذیر بوده و زمستان آن بسیار سرد و طولانی است. در بعضی از مواقع بارش برف در این روستا به حدی است که برای چند روزی دسترسی به آن امکان پذیر نیست. اورامان سرزمینی وسیع و کوهستانی است که سراسر جنوب کردستان و شمال کرمانشاه را دربر گرفته و روستای اورامان بخشی از این سرزمین وسیع به شمار می‌آید. اورامان در زبان کردی "هورامان" تلفظ می‌شود که در ترجمه این واژه این گونه آمده است که "هور" به معنی اهورا و "مان" هم به معنی خانه است و هورامان را به معنی خانه و سرزمین هم معنی کرده‌اند. روستای اورامان قدمتی دیرینه در تاریخ دارد و وجود آثار و بقایای آتشکده‌های فراوان در اطراف آن نشانگر این موضوع است که مردم این نواحی پیش از گرویدن به اسلام زرتشتی بوده‌اند. این سرزمین در گذشته قلمرو فرمانروایان و سلاطین محلی بوده که با اقتدار بر آن حکمفرمایی می‌کردند به همین دلیل این روستا را اورامان تخت یعنی پایتخت یا مرکز سلطنت نامیده‌اند (مولانایی، ۱۳۹۵).



تصویر ۱: نمای روستای اورامانات تخت، کردستان (نگارنده).

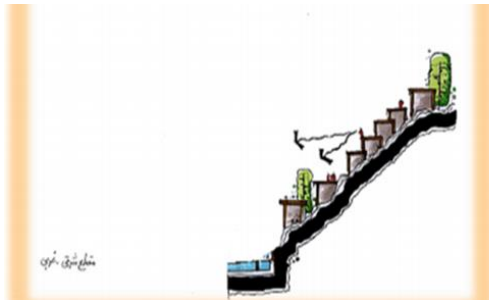
۱۰-۱- شناخت معماری منطقه

مطالعات نگارندگان بر پایه تحقیقات سال‌های اخیر نشان می‌دهد که معماری این مناطق به عنوان معماری اصیل دارای هویت مختص به خود می‌باشد (Molanaei & Soleimani, 2012). معماری اصیل با توجه به عنوان آن، نوعی از معماری است که هویت و اصالت آن حفظ شده و دارای شاخصه‌های مختص به خود می‌باشد که بیشتر در روستاهای منطقه می‌توان آثار آن را یافت و در شهرها رو به فراموشی رفته‌اند در این مقاله بخشی از منطقه که دارای معماری بومی و پایدار هستند؛ مورد بررسی قرار گرفته است. اورامان تخت از جمله نمونه‌های شاخص این ساختار محسوب می‌شود.

۱۰-۲- مورفولوژی منطقه

دسته بندی به لحاظ توپوگرافی: با توجه به تمرکز بر روی معماری بومی منطقه در این بخش، ساختار روستاهای منطقه کردستان به اجمال معرفی می‌شود: روستاهای این ناحیه به طور عمده در ۳ دسته به لحاظ توپوگرافی قرار می‌گیرند: ۱- کوهستانی با شیب تند ۲- کوهپایه‌ای با شیب متوسط ۳- دشت با شیب ملایم. بر این اساس ساختار بافت روستا متفاوت بوده و هریک دارای ویژگی‌های مختص به خود می‌باشد. به دلیل شاخص بودن ویژگی‌های روستاهای دسته‌های (۱ و ۲) کوهستانی و کوهپایه‌ای،

در این مقاله ساختار معماری این روستاها مورد بررسی قرار گرفته است (Molanaei, 2007). جهت عمده ساختمان ها رو به سمت جنوب، جنوب شرقی و جنوب غربی بوده تا بیشترین دریافت ممکن از تابش آفتاب میسر باشد. در بسیاری از موارد، در یک سمت دره، خانه های مسکونی و در سمت دیگر، زمین های محدودی که به باغداری یا کشاورزی اختصاص یافته اند؛ مستقر می باشند.



شکل ۵: مقطع شماتیک اورامان، (نگارنده)



شکل ۴: استقرار بافت روستا در دهستان اورامان
کردستان با توجه به توپوگرافی منطقه (نگارنده)

علی رغم این که بسیاری از کارشناسان در شکل گیری بافت روستاهای کوهستانی، بحث جبرگرایرا مطرح نموده و معتقدند که به دلیل ناگزیری در تقابل با عوامل اقلیمی نظیر شیب و توپوگرافی، وزش بادهای غالب و نورگیری، بافت این روستاها از یک جهت یا شیب خاص تبعیت نموده و عوامل فرهنگی و معنوی در شکل گیری آن مؤثر نیستند، بررسی ها در معماری روستایی ایران و بالاخص مناطق کوهستانی غرب کشور خلاف این باور را نشان می دهد (Alizada, 2008). به عنوان مثال در بسیاری از روستاهای کردستان نظیر اورامان، هجیج، گلین و پالنگان، علی رغم نوع خاص و جهت غالب شیب و توپوگرافی، تلاش شده است تا حد امکان جهت گیری اصلی بافت روستا به سمت قبله بوده و این ارزش معنوی به نحوی در ساخت منازل خود را نشان داده است. چرخش خانه ها و خروج از خط شیب و توپوگرافی تا آنجا که در توان معماران بوده در این مناطق مشاهده می شود. با توجه به جهت قبله در ایران (جنوب غربی) این جبهه از نور نسبتاً مناسبی هم برخوردار می باشد. ضمن این که در بسیاری از روستاهای دیگر علاوه بر این عامل، توجه به دید و منظر مناسب و روی نمودن به جبهه ای که داری تنوع بصری زیبایی است؛ هم مشاهده می شود. این چرخش در جهت گیری اصلی خانه علی رغم خط توپوگرافی در شکل ۶ مشخص شده است. در شکل ۷ نیز علیرغم استقرار خانه ها در دو یال متفاوت بستر زمینه A, B با زاویه چرخش نسبت به یکدیگر، این خانه ها همگی به سمت واحدی استقرار یافته اند.



شکل ۷: نماری روستای اورامانات از معماری بومی
کردستان با توجه به توپوگرافی منطقه (نگارنده)



شکل ۶: چرخش در جهت گیری نمای خانه کردستان با
توجه به توپوگرافی منطقه (نگارنده)

وضعیت شیب زمین، چگونگی تعریف واحدهای همسایگی را نیز تغییر می دهد. مسیر ارتباطی و حرکتی ۵ عابر پیاده و خودرو نیز تحت نظام خاص و محدودیت های توپوگرافی هستند. عامل توپوگرافی همچنین در کلیت نحوه استقرار بافت مسکونی روستاها تأثیرگذار بوده، به طوریکه علیرغم شرایط آب و هوایی سرد موجب شکلگیری دو نوع بافت متمایز از هم شده است: الف: بافت مسکونی منفصل (آزاد) و ب: بافت مسکونی متصل (متراکم)

۱۱- نتیجه گیری

ویژگی های معماری ایرانی نه تنها از لحاظ مادی و در زمینه انرژی و منابع طبیعی موجب پایداری گشته، بلکه زمینه ساز زندگی معنوی پایدار و کمال گرا را نیز فراهم نموده است؛ این ویژگی ها با تکیه بر ارزش های اعتقادی و فرهنگی مردم و با شناخت صحیح از بستر محیط شکل گرفته اند. همانطور که اشاره شد مهمترین قانون و اصل حاکم بر عالم هستی عدالت و تجلی آن تعادل است و معماری ایرانی محیط و فضایی متعادل را برای تداوم حیات انسان ضروری دانسته و همواره در پی دستیابی به این مهم تلاش کرده است و معمار امروز که وامدار گذشتگان خویش است میراثی ارزشمند، به گواه تاریخ، در دست دارد، باید توجه بیشتری به مفهوم جمله "جهانی فکر کنید و منطقه ای عمل نمایید" داشته باشد. به خاطر داشتن این نکته که در نگرش پایدار توجه به عناصر موجود در طبیعت و معماری بومی و سنتی هر ناحیه می تواند الهام بخش بسیار مفیدی برای طراحی باشد؛ ضروری است.

۱۲- منابع

- ۱- آیوازیان، سیمون (۱۳۷۷) «بهره گیری از روش های سنتی در صرفه جویی انرژی» مجله هنرهای زیبا، شماره ۳، بهار ۷۷
- ۲- بینا، محسن (۱۳۸۷) «تجزیه و تحلیل اقلیمی در خانه های دزفول» مجله هنرهای زیبا، شماره ۳۳، بهار
- ۳- پارسی، فرامرز (۱۳۸۷) «مجله معمار»، شماره ۴۸، فروردین واردیهشت.
- ۴- زندیه، مهدی؛ پروردی نژاد، سمیرا (۱۳۸۹) «توسعه پایدار و مفاهیم آن در معماری مسکونی ایران»، مجله مسکن و محیط روستا
- ۵- رحیمی، رئوف، دهقان، عاطفه (۱۳۹۳) «پایداری در معماری بومی»، مجموعه مقالات اولین همایش ملی معماری پایدار، واحد پرند.
- ۶- قیاسوند، جواد (۱۳۸۵) «تعامل معماری و انرژی های نو پایدار»، نشریه راه و ساختمان، شماره ۳۸
- ۷- بی نا (۱۳۷۵) «بگنج نامه خانه های کاشان»؛ ویراستار کامبیز حاجی قاسمی؛ انتشارات دانشگاه شهید بهشتی
- ۸- معماریان، غلامحسین؛ (۱۳۸۷) «آشنایی با معماری مسکونی ایرانی گونه شناسی درونگرا» انتشارات سروش دانش
- ۹- مفیدی، مجید؛ محمودی، مهناز (۱۳۸۷) «تحلیلی بر گونه شناسی معماری بادگیرهای یزد و یافتن گونه بهینه کارکردی» مجله هنرهای زیبا، شماره ۳۶، زمستان

- 10- Mehr Agency. 2011. Cognition of Uraman, Sanandaj.
- 11- Molanaei, S. 2006. Identity of West Part of Iran Architecture, Architecture & Culture Journal. 21, 80
- 12- Molanaei, S. 2007. Survey of Sanandaj Contemporary Architecture with Emphasis on Important Elements of Architecture. Sanandaj: University of Kurdistan
- 13- WGSC, 2004 Working Group for Sustainable Construction [WGSC], (2004), Working Group Sustainable Construction Methods and Techniques Final Report.
- 14- 15-Norton, John (1999), Sustainable Architecture: a Process for Achieving Shelter that will Keep Going, www.dwf.org.Rogers, Richard (2005), Action for Sustainability, JA (Japanese Architecture), No. 60, p.129.
- 15- CIB, (1999), Agenda 21 on Sustainable Construction, Rotterdam: CIB Report Publication 237.
- 16- Mark Shucksimit, stuart cameron, Tanya Merridew, (2006). First European Quality of Life Survey: Urban- rural differences University of Newcastle upon Tyne Timothy A.
- 17- Bevan, John A. McKenzie, Ondrej Sklenar and William E. Derry, (2007), SUSTAINABLE URBAN STREET DESIGN AND ASSESSMENT, 3rd Urban Street Symposium, June 24-27, 2007, Seattle, Washington, USA1
- 18- Cowan, Robert, (2005). "The Dictionary of Urbanism", Streetwise press.
- 19- Landry, Charles, (2000). "Urban Vitality: A New Source of Urban Competitiveness", Prince ClausFund

کاربرد تئوری مبتنی بر عامل در طراحی پوسـته‌های

هوشمند

زهره سادات قاسمی، محمود گلابچی

مقایسه تطبیقی فضای معماری کاروانسراهای عصر صفوی

با رویکرد کالبدی

علیرضا مشبکی اصفهانی

کاربرد سطوح باز تولید انرژی و مصالح پیزوالکتریک در

استادیوم‌های فوتبال به منظور خودکفایی در تولید انرژی

شهناز پورناصری، زهره حسینی

گزارشی بر وضع موجود بازار ارومیه و بخش‌های منفک

شده از آن در سده اخیر

نادره شجاع دل

بررسی معماری پایدار با رویکرد به طراحی ساختمان‌های

نوین

پریرضا رضائی افرایی

بررسی چگونگی تاثیر معماری پایدار و بومی بر منطقه

اورامانات؛ نمونه موردی: روستای اورامان تخت

پارسا انصاری، عطاالله عرفانی