

به نام یکتا معمار هستی



دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات مرکزی - اراک

عنوان:

تأثیر اصول اقلیمی در خانه های سنتی و کاربرد آن در معماری مدرن کویری ایران

نگارندگان:

۱- بهاره مرزبان - دانشجوی ترم اول فوق لیسانس رشته معماری

۲- سمیرا ملامحمدعلی - دانشجوی ترم اول فوق لیسانس رشته معماری

زمستان ۱۳۸۹

چکیده :

معماری کویری ایران حاوی بسیاری ویژگی های منحصر به فرد است که ضمن توجه به نیازهای زیبا شناختی با ظرفیت های طبیعی و اکولوژیک بستر خود نیز منطبق است . در واقع این معماری نه تنها از کیفیت های محیط طبیعی خود نکاسته بلکه ماهیت آن را نیز ارتقاء بخشیده است. تکنیک های به کار رفته در این معماری در واقع بسیاری از مفاهیم نوین در عرصه معماری مطابق با اقلیم را در بر می گیرد ؛ که در این مقاله به آن پرداخته شده است.

اینکه هر ساختمانی باید بتواند با محیط طبیعی که در آن واقع شده رابطه برقرار کند جای بحث ندارد . آنچه چالش محسوب می گردد نوع و چگونگی این رابطه است . ایده معماری اقلیمی مدرن برای پاسخگویی به این پرسش مطرح گردیده است.

در جهت ایجاد محیطی پایدار و مناسب زندگی انسان، معماری کویری ایران به اصول و روشهایی دست یافته است نه تنها که تخریب و ضایعه ای را بر محیط تحمیل نمی کند، بلکه فراتر از آن به عنوان عامل کمال بخشیدن به ماده نیز ایفای نقش می نماید.

در این مقاله نخست مروری اجمالی در مفهوم کویر و اقلیم آن و خانه های سنتی کویری و به تبع آن طراحی خانه های مدرن متناسب با این اقلیم ارائه می گردد و پس از شرح ویژگی های اقلیمی و جغرافیای مناطق کویری به عنوان بستر اصلی مطالعه، به بیان مهمترین اصول سنتی طراحی در قیاس با مفاهیم نوین عصر حاضر پرداخته خواهد شد.

واژه های کلیدی : معماری کویر ، خانه سنتی ، خانه مدرن ، معماری اقلیمی.

مقدمه:

در حصار برج‌ها تأثیرات ساخت و سازهای مدرن بر معماری ایرانی هنوز و همچنان هر یک از ما با هر نوع تفکر، سلیقه و دانش کلاسیک در گذرگاه‌های شهری وقتی نگاهمان به ساختمان‌های با معماری سنتی- بومی می‌افتد لحظاتی مات و مبهوت شیوه، معماری گذشته در رعایت کاربردها و ملاحظات انسانی در بافت، ساخت و دوراندیشی‌های متناسب شرایط اقلیمی محیطی می‌شود. همه حس و حواسمان به کاربری‌های مهندسی بومی- فرهنگی این بناها گره می‌خورد؛ خانه‌ها، عمارات اداری، بازار و بازارچه و تیمچه‌ها بعضاً با سقف‌های قوسی آجری و گچبری‌های دست‌ساخت و...

گذری به شیوه معماری‌های بومی شرایط اقلیمی و شناخت موقعیت آب و هوایی مناطق مختلف سرزمین مان همواره مورد توجه و دقت نظر معماران سنتی و سازندگان بناهای شهری به ویژه خانه‌های مسکونی بوده که در بطن دست‌ساخته‌های خود نیازهای متناسب با موقعیت جغرافیایی موجود را رعایت می‌کرده‌اند و نما، پوشش و مصالح و... به کار رفته با میزان بارندگی، رطوبت و نیز آب و هوای خشک و گرمای هر منطقه سازگاری داشته و در عین حال اصالت معماری غنی کشورمان را به چشم و دل هر بیننده‌ای می‌نشانده است.

اگر چه نقش و نگارهای مینیاتوری بر سینه و پیشانی آثار معماری سنتی ایرانی چشمها را مسحور خود کرده است اما ما غافل از داشته‌های فنی و مهندسی آینده‌نگر معماری سنتی، به تقلید از ناسازی و دکوراسیون وارداتی می‌پردازیم

ما در کشوری زندگی می‌کنیم که در حدود سه چهارم مناطق آن در محدوده گرم و خشک و نزدیک به یک سوم مساحت آن کاملاً کویری است.

شرایط آب و هوایی در کویر دشوار است اما با طراحی‌های هماهنگ با اقلیم در این مناطق، گذشتگان بر شرایط دشوار آن فایده‌آمده و زندگی در این مناطق را آسان نموده‌اند.

در حال حاضر طراحی‌های نامناسب بدون در نظر گرفتن شرایط اقلیمی در بعضی نقاط موجب شده تا مردم با این تصور که زندگی در این مناطق بسیار دشوار است حاشیه‌کویرها را ترک کرده به مناطق با شرایط آب و هوایی مناسب‌تر کوچ کنند. و در دسته دیگر از این مناطق که برای سکونت دایم مناسب نمی‌باشد ولی دارای جاذبه‌های گردشگری فراوانی است، در نظر نگرفتن امکانات و تسهیلات لازم برای گردشگران موجب شده که این بخش عظیم از سرمایه ملی به دست فراموشی سپرده شود.

مطالعه راهکارهای ابتکاری پیشینان برای دستیابی مطلوب ترین پاسخ به نیاز زیستی ساکنان این مناطق، تعریف نمودن درست مفهوم توسعه حیات در کویر و خلق راهکارهای ابتکاری و در راستای طراحی همساز با اقلیم این مناطق، بدون شک تنها راه بقای این سرزمین ها به عنوان مهمان دار انسان خواهد بود. لذا این تحقیق تلاشی است در جهت توسعه حیات در کویر و بیان نحوه معماری مطابق با کویرها، رسیدن به حد آسایش و آرامش در آن فضا و در نهایت دستیابی به راه حلهایی برای طراحی در این گونه مناطق در راستای تبدیل پتانسیل های نهفته این سرزمینها و تبدیل به انرژی های کاربردی در فضاست.

معماری اقلیم، پیوندشان بیشتر به رابطه نوزاد و آغوش می ماند، یا نسبت هر رستنی با خاک، حریم امن و بستر بالیدن. با بستگی تکامل آفرین؛ الهام بخش و البته، نه محیط زا. در این معنا، آغوش، خاک و اقلیم، رابط حیات و سرزندگی و نبودشان نمود میرایی است. تجربیات معماری بومی در پهنه جهان و آروین های آن در معماری ایران زمین نیز، خود گواه تأکیدی بر اندیشه ی فرم زایی ملاحظات اقلیمی در معماری است تا عاملی بر محدودیت آن یا اسارت معمار.

معماری اقلیم کویری همواره به عنوان شاخصی از اوج هنرمندی کویرنشینان در ایجاد فضا و محیط مطلوب زندگی خودنمایی کرده است.

کوپر و طبیعت آن

کوپر همواره به عنوان یکی از مظاهر طبیعت مورد توجه انسان بوده است و همواره معماران آن را با توجه به ویژگی های خاص آن فضایی مناسب برای در اختیار گرفتن معماری خود می دانسته اند. چرا که خصوصیات منحصر به فرد کوپر معماری آنها را به صورت چشم اندازی وسیع و رنگارنگ به نمایش درمی آورد.

آنچه در کوپر دیده می شود:

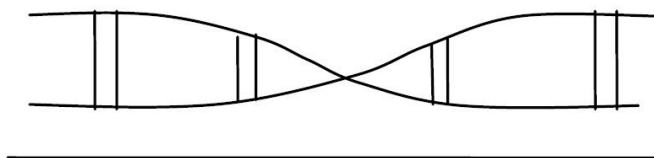
۱- زمین بی انتها و برهنه

۲- آسمان آبی و مرتفع و بدون ابر

۳- حدفاصل این دو که به صورت خطی دیده میشود و محل اتصال این دو است.



تصویر ۱. نمای کوپر



تصویر ۲. خطوط بر گرفته از کوپر

ویژگی های محیطی، جغرافیایی مناطق کوپری و حاشیه کوپری ایران:

بزرگترین حوضه آبریز ایران، از دشت کوپری مرکزی و حوضه کوپر لوت تشکیل شده است. دشت کوپر مرکزی ایران از طرف شمال توسط رشته کوههای البرز و از طرف شرق با رشته کوههای زاگرس محصور شده است. رشته کوههای مذکور باعث جلوگیری از جریان بادهای باران آور به داخل حوضه آبریز، شده اند. حوضه آبریز مرکزی ارتفاع متوسط حدود یک هزار متر از سطح دریا را داراست و در مجموع از تنوع قابل توجهی از نظر ارتفاع از سطح دریا، جهات جغرافیایی و بادهای غالب برخوردار است.

میزان بارندگی در دشت کوپر مرکزی ایران بسیار کم (حدود هفتاد میلیمتر در سال) برآورد شده است و پوشش گیاهی فقیر، زمین شوره زار و تراکم بسیار کم جمعیت از ویژگی های منطقه کوپری مرکزی محسوب می گردند. اکثر شهرهای حوضه مرکزی ایران در حاشیه کوپر واقع شده اند که مکان جغرافیایی، اندازه آبادی ها و فاصله آنها از یکدیگر مستقیماً تحت تاثیر عوامل محیطی و پتانسیل های طبیعی مناطق بوده است.

اقلیم و آب و هوای کوپر

یکی از عناصری که به شدت بر شکل گیری معماری کوپر مؤثر است اقلیم و آب و هوای حاکم بر آن است: آب و هوای گرم و خشک، بارندگی و رطوبت بسیار کم، پوشش گیاهی بسیار ضعیف، بادهای موسمی که با خود گرد و غبار و شن به همراه دارند.

رطوبت کم و نبودن ابر در آسمان باعث می گردد دامنه تغییرات دمای هوا در این مناطق بسیار زیاد شود. درجه حرارت بالا در روزهای فصول گرم، اختلاف زیاد بین شب و روز، تابش شدید نور خورشید (۸۰۰ - ۷۰۰ کیلوکالری در هر ساعت در مترمربع)، از ویژگی های اقلیمی مناطق حاشیه کویری محسوب می گردند. درجه حرارت حوضه های مختلف این مناطق به موقعیت جغرافیایی، از سطح دریا، جهت و خصوصیات باد بستگی دارند. از شرایط اقلیمی حاکم بر آن جا می توان به آفتاب سوزان، خنکی هوا در شب، کم بودن بارش نزولات آسمانی، وزش بادهای شدید و همچنین وجود تفاوت محسوس دما بین آفتاب و سایه اشاره نمود.

این خصوصیات کلی اجبارهایی هستند که ناخواسته در سیستم معماری ما وارد می شوند و در واقع همین اجبارها است که معماری کویر را معماری کویر می کند. علاوه بر عوامل اقلیمی ارزش های دیگری نیز در شکل گیری معماری کویر موثر است.

ارزشهای موجود در کویر

عامل مهم شکل دهی معماری کویر، اقلیم و آب است و ارزشهای موجود در کویر؛ سکوت، عروج، خلوص، صلابت، تنهایی و نظم است. طبیعت کویر یکی است ولی نحوه ی برخورد، با توجه به فرهنگ های متفاوت، شکل



تصویر ۳. کویر

متفاوتی به خود می گیرد، حال آن که ماهیت آن یکسان است. کویر ایران، گنجینه ای از معماری است که الماس هایش، خمیرمایه ی وجودی « خاک » به دست هنرمند توانای ایرانی شکل گرفته است.

همان طور که می دانیم معماری ایرانی معماری است که کاملا از بطن سنت برمی خیزد و سنت نیز همان طبیعت است بنابراین هم داخل و هم خارج آن حائز اهمیت است. خارج به این علت که در ارتباط با طبیعت است و داخل به

خاطر ارتباط مستقیم با انسان که او نیز یکی از قوانین طبیعت است معماری توانا است که گویای ارزش های نهفته در آن باشد؛ ارزش هایی که باعث شده است این فضاها به ظاهر زیبا، جاودانگی دائم داشته باشند.

معماری کویر در ایران

معماری کویر در حقیقت معماری است که منشا گرفته از دل کویر باشد، برگرفته از طبیعت کویر و ارزش های حاکم بر آن - معماری در کویر - وقتی ارزشمند است که اصول حاکم بر کویر را نقض نکند.

هر چند که این معماری‌ها تقریباً شکل ثابتی به خود گرفته‌اند اما یکی از ویژگی‌های آن عملکرد چندجانبه‌ای است که این معماری‌ها دارند. (خانه، مدرسه، مسجد، ...)

اما اگر نیک‌بنگریم در عین اینکه این بناها فرم و شکل ثابت دارند اما باید دانست که درون هر کدام ارزشهایی نهفته است. در شکل‌گیری معماری سنتی ایران اصول سنت و عرفان و اقلیم نقش بسزایی در شکل‌گیری آن داشته است.

معماری ایران همچون درختی تناور است با ریشه‌هایی سخت در خاک‌های تغییرناپذیری (طبیعت تغییر نمی‌کند) که حاوی همان ارزش‌هایی است که برای انسان اهمیت دارد.

بشر در همه مراحل زندگی خود تحت تأثیر شریعت (اصول الهی) بوده است و اصول الهی نیز همان اصول حاکم بر طبیعت است بنابراین معماری ایرانی نیز باز برگرفته از طبیعت است.

بنابراین هنرمند ایرانی ابزارهای خود را با توجه به طبیعت در اختیار می‌گیرد و او کسی است که هم بر کار خود واقف است و هم بر آئین طبیعت حکم می‌کند.

اما ابتکاری که معمار هنرمند ایرانی برای توفیق و هماهنگی با این ویژگی‌های کویر انجام داده است استفاده از حیاط مرکزی است که این حیاط مرکزی با توجه به نوع عملکرد خود فضاهای مختلفی را در اطراف خود شکل می‌دهد.



تصویر ۵. حیاط کاروانسرا شیخ علی خان (اصفهان)



تصویر ۴. حیاط خانه دکتر اعلم در اصفهان

اصول معماری سنتی کویر ایران

همواره تأکید بر ۴ عنصر طبیعت (باد، خاک، آب، آتش) در معماری سنتی مد نظر قرار گرفته است. این طرز تفکر همان رخدادی است که ما در معماری اصیل ایرانی شاهد آن هستیم که در ساده‌ترین شکل خود در خانه‌های ایرانی ظهور می‌یابد.

این طرز فکر در حال حاضر مورد توجه پیشگامان مدرن است و به گفته آنها هر معماری که تابع قوانین طبیعت باشد و آن را نقض نکند در طول زمان ارزش خود را حفظ می‌کند و به گونه‌ای آن را معماری اقلیم در بطن طبیعت می‌نامند. در این طرز فکر معماری اقلیمی است که به موازات طبیعت باشد نه عمود بر آن؛ زیرا طبیعت قانونی با ارزش‌های ثابت است که در طول زمان تغییر نمی‌کند و برای همگان ثابت است.



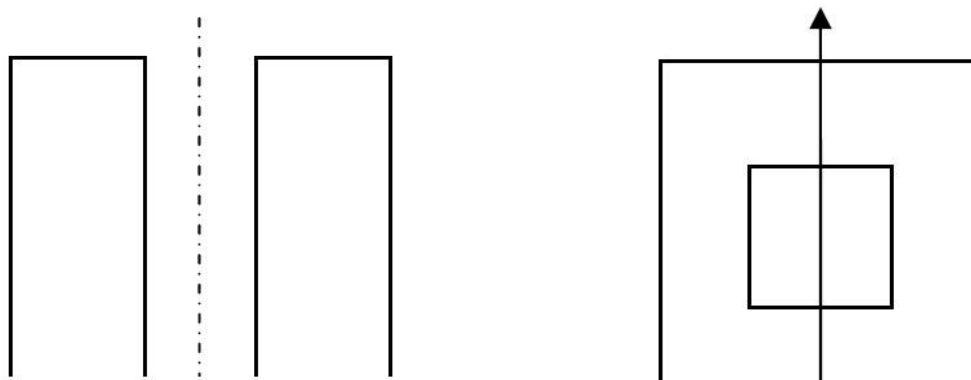
تصویر ۷. خانه ای در اقلیم گرم و خشک



تصویر ۶. خانه بروجردی ها

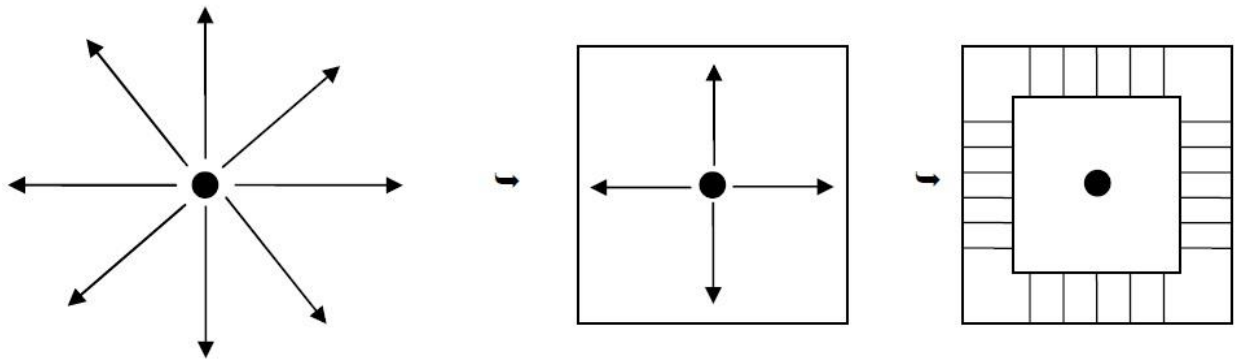
❖ تقارن

در عرفان و سنت ایران حالت تقارن برای نمایش ارزش بنیادین توحید که نمادی از وحدت در وحدت است را به کار می بریم. (یادآور اصل توحید)



❖ پیوند با طبیعت بیرون

در ابتدا فضای مرکزی را با دیوارهایی حایل می کند که علاوه بر اینکه خود را از آسیب های جوی بیرون حفظ می کند (باد، امنیت و ...) در مرحله بعدی ارزش کاربری پیدا می کند. حال با این شکل گیری انسان در آن مرکز که در واقع خود اوست سعی می کند طبیعت را قرار دهد تا هر لحظه و هر زمان خود انسان را به او یادآور شود.



❖ پیوستگی

هنرمند ایرانی به این ویژگی اصلی نیز که جز شاخص های اصیل معماری سنتی نیز هست توجه داشته است او سعی کرده است بین تمامی فضاها یک نوع پیوستگی مصنوعی را ایجاد کند به گونه ای که هیچکس در حین ورود به این محل ها احساس جدایی نمی کند و گویی خود انسان نیز با بنا یکی است.

❖ سادگی بیرون و زیبای درون

هنرمند ایرانی با این اندیشه ی ارزشمند که درون و باطن ارزش بیشتری دارد و ارزش یک هنر به آن زیبایی است، که از دل آن بر می خیزد او نیز در هنر معماری زیبایی را از دل و قلب خانه که مرکز خانه نیز هست ایجاد می کند.

❖ وابستگی با خدا (انسان با خدا)

که از همان اصول ابتدایی در معماری اصیل ایرانی است و منشأ اصلی شکل گیری معماری ایرانی.

❖ تناسبات بین حجمها و خطوط

که از شاخص های معماری اصیل ایرانی است؛ البته باید توجه داشت که اقلیم نیز در شکل گیری یک بنا نقش بسزایی دارد و نمی توان یک معماری را بدون بستر بررسی کرد. بستر با موضوع ارتباط تنگاتنگی دارد و هیچ کدام بدون دیگری معنا و مفهومی ندارد.

در معماری اصیل ایرانی نیز اقلیم تأثیر زیادی بر شکل گیری معماری داشته است. اثراتی که نور خورشید بر این ساختمان ها در اقلیم کویری ایران در نیمکره شمالی داشته این است که هنرمند ایرانی برای به داخل کشاندن نور خورشید جبهه جنوبی را بلندتر اختیار کرده است و پنجره هایی با ارتفاع بیشتر انتخاب نموده است و با به کار بردن پنجره های رنگی با ابعاد و اندازه های مختلف بازی با نوری زیبا را در فضای پشت پنجره ایجاد میکند .
(پنجره هایی باز به رنگهای بهشتی)



تصویر ۹. پنجره های رنگی



تصویر ۸. پنجره های رنگی ارسی

هنرمند ایرانی همچنین برای کنترل نور خورشید ایوان را ایجاد کرده تا نور خورشید با زاویه ای متناسب وارد فضای پشت پنجره شود.

هنرمند ایرانی برای غلبه بر گرمای شدید در تابستان و سرمای شدید شبها نیز اندیشه ای به کار برده است که منطبق بر ارزش هایی است که قبلاً گفته شد. برای این منظور دیواره ای ضخیم از خشت و گل را گرداگرد محل سکونت خود به کار برده است. این همچنین خود عاملی در کنترل باد است زیرا بادهایی که بر مناطق کویر می وزد دارای گرد و غبار فراوان است و برای جلوگیری از به داخل آمدن بادهای سطح حیاط را پائین برده است و بهشت خود را در داخل آن قرار داده است و به طور کلی خود خانه با دیوارهای اطراف به صورت یک بادشکن طبیعی عمل می کند.



تصویر ۱۰. ایوان

ویژگی های اقلیمی - معماری خانه های مناطق کویری

شرایط آب و هوایی و جغرافیایی بر نحوه چیدمان عناصر معماری و خصوصیات کالبدی بنا در گذشته تاثیر بسزایی داشته است. چنانچه تمام ساختمانها با توجه به اقلیم و شرایط محیطی همچون آب، باد، تابش خورشید و..... ساخته می شده است.

تامین آسایش اقلیمی و صرفه جویی در مصرف انرژی به واسطه تقلیل سطوح در معرض تابش خورشیدی ابنیه و بافت شهری و از طریق ایجاد فشردگی صورت می پذیرد.

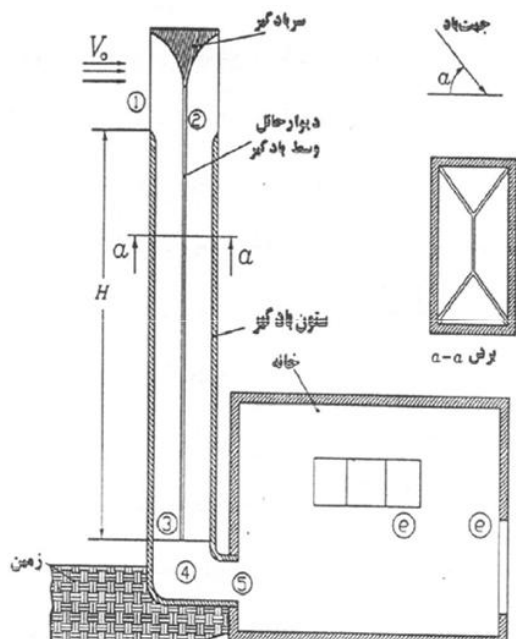
این اصل در سازمان کالبدی شهرهای کویری ایران از طریق درهم فشردن واحدهای مسکونی، به گونه ای که بعضاً برخی از واحدهای مسکونی حتی از چهارجانب به واحدهای دیگر متصل باشند، رعایت گردیده است.

در مجموعه های سنتی کاربرد و استفاده از منابع و انرژی های طبیعی یکی از اصول ساخت و سازمان فضایی آنها است. خانه های قدیمی در بافت های کویری از نظر وضعیت استقرار نوعاً در جهت قبله قرار دارند. این جهت

گیری از لحاظ اقلیمی شرایطی را بوجود آورده است تا فضاهای تابستانی و اتاق های زمستانی به طور منطقی پیرامون حیاط مرکزی قرار گیرند. حیاط مرکزی اصلی ترین فضای خانه های کویری است. حوض آب در وسط حیاط، که ابعاد آن به حداکثر می رسد، انرژی خورشید را در خود جای می دهد. بدین ترتیب تامین هوای خنک و مطبوع برای هر واحد مسکونی با محفوظ کردن حیاط های عمیق و تنفس خانه های به هم فشرده از داخل این حیاط ها امکان پذیر گشته است. حیاط ها که از همه طرف با فضاهای سرپوشیده محصور شده اند، همچون گودالی هوای خنک شب را در خود ته نشین کرده و در روز گرم مورد استفاده قرار می دهد.

یکی دیگر از شیوه های متداول در معماری شهرهای کویری که به امر صرفه جویی در مصرف انرژی یاری می رساند: « آب انبارها » و « بادگیرها » است. عناصر و تاسیساتی نظیر کاربرد تجهیزات و سیستم های غیر فعال در شهرهای کویری، خدماتی را که امروزه وسایل برقی با صرف انرژی تامین می نمایند « آسیابهای بادی و آبی » و « یخچالها » به گونه ای کم هزینه تر پاسخ می داده اند.

بادگیرها سیستم تنفسی شهر محسوب می شوند. بادگیرها که نوعا از مصادیق بارز استفاده از انرژی های پاک به حساب می آیند، به تالار، حوضخانه، کلاه فرنگی و زیرزمین مربوط می شوند و شرایطی را فراهم می آورند تا جریان هوا در داخل ساختمان برقرار شود و ضمن تماس با عناصر رطوبت زا، مثل حوض، باغچه، درختان، جداره زیرزمین، جوب و پایاب، کمبود رطوبت زمین را جبران و محیطی مطبوع را برای زندگی در ایام گرم و طاقت فرسای تابستان برای ساکنان فراهم آورند. بادگیر گذشته از عملکرد آن، نمایشگر تشخیص و منزلت اجتماعی صاحب آن نیز می باشد که از طریق ارتفاع و نوع تزئینات آن شناخته می شود. عمل بادگیر این است که بادهای مطبوع بالای سطح شهر را به درون خود کشیده و به اتاق ها می فرستد.



تصویر ۱۱. اجزای بادگیر

✓ بررسی نحوه عملکرد بادگیرها

همانطور که در شکل مشخص است یک بادگیر از سه قسمت اصلی شامل سر بادگیر، ستون بادگیر و زانویی های هدایت کننده تشکیل شده است.

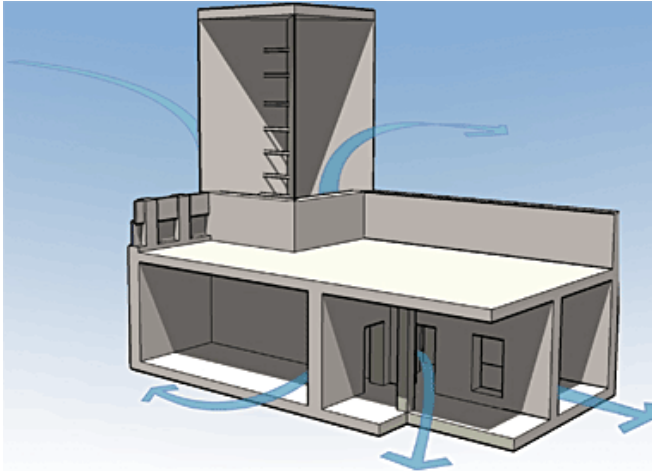
عملکرد شبانه و روزانه بادگیر در زمانیکه سرعت باد صفر است :

✓ در شب به علت پایین بودن دمای محیط و تشعشع حرارتی از سطح دیوارهای خارجی بادگیر به

آسمان، مقداری انرژی سرمایی در جرم ساختمان بادگیر

ذخیره می گردد . در ساعات اولیه صبح روز آینده، در اثر نیروی شناوری مقداری هوا وارد ساختمان می شود ؛ در اوایل شب به علت گرم بودن دیوارهای بادگیر، چگالی هوای داخل ستون بادگیر نسبت به چگالی هوای محیط کم می شود، در اثر این اختلاف چگالی، هوا از داخل بادگیر به محیط هدایت می شود.

در اثر تشعشع خورشید در طی روز، دمای دیوارهای بادگیر بالا می رود و هوای داخل ستون بادگیر نسبت به هوای



محیط سبک تر می گردد؛ بنابراین هوای داخل ساختمان از طریق بادگیر به محیط هدایت می شود. در واقع در این حالت بادگیر مانند یک دودکش عمل می کند.

عملکرد بادگیر زمانی که باد با سرعت مناسبی بوزد : در هنگام وزش باد، هوای خنک در شب از طریق خود بادگیر وارد ساختمان می شود و در اوایل صبح نیز هوا با عبور از ستون بادگیر که در شب قبل مقداری انرژی

تصویر ۱۲. عملکرد بادگیر با توجه به فشار باد

سرمایی در خود ذخیره کرده، خنک می گردد. در روز نیز هوا با کمی تغییرات درجه حرارت وارد ساختمان می شود. در بادگیرهای سنتی دمای هوای ورودی به ساختمان از طریق بادگیر، تقریباً برابر با دمای محیط می باشد؛ مثلاً در ساعت ۳ بعدازظهر یک روز گرم تابستانی که دمای محیط برابر با ۳۷ درجه سانتیگراد است، دمای هوای ورودی به داخل ساختمان در حدود همین درجه حرارت است. این دما نمی تواند آسایش حرارتی را برای ساکنان داخل ساختمان تامین نماید. تنها عامل موثر پایین آوردن دمای هوا در بادگیر، پایین بودن دمای هوا در شب و تشعشع حرارتی دیواره های خارجی ساختمان بادگیر به آسمان است، که از طریق ذخیره سازی انرژی برودتی در جرم ساختمان بادگیر صورت گرفته و در روز آینده مورد استفاده قرار می گیرد.

حفظ خنکی هوای اتاق در تابستان و حفظ گرمای آن در زمستان در شرایط مشقت بار کویری اصل بسیار مهمی است. استفاده از دیوارهای خشتی ضخیم و سقف های به ناچار منحنی خشتی، که تنها مصالح قابل دسترس در کویر بوده، به دلیل خاصیت انباشت گرما در خود و هدایت تدریجی آن، همچون خازنی برای حفظ گرما یا خنکی داخل اتاق عمل کرده و وجود حداقل بازشوها شامل در و پنجره، این خاصیت را خنثی نمی نماید. ارتفاع بلند اتاق ها که حاصل انحنای سقف است، حجم زیادی از هوا را در داخل خود جای داده است و مانع گرم و سرد شدن سریع اتاق می گردد .

بالاخره در شرایطی که هیچ یک از راه حل های یاد شده توان مقابله با لحظات طاقت فرسای ظهر تابستان کویر را نداشته باشد، اتاق های خنک و مرطوب در زیر خاک که به علت خاصیت جذب تدریجی گرما و سرما، نوسان شدید روزانه و سالیانه را در خود مستهلک کرده و دما را به نحو قابل ملاحظه ای تعدیل می کند، آخرین راه حلی است که توسط مردم کویر مورد استفاده قرار گرفته است .

نوع مصالح ساختمانی مصرفی در ابنیه عمدتاً خشت و آجری است که تامین مصالح همگی از منابع بومی است. در مکتب معماری کویری دور ریختن معنی ندارد؛ همزمان از گل کهنه باغات نیز برای تولید خشت و ایجاد فضاهای معماری استفاده می شود.

برخی از اصول طراحی خانه های سنتی:

- ❖ وجود زمینی غالباً ارگانیک
- ❖ طراحی حیاط به صورت هندسی و منظم
- ❖ طراحی مسیر دسترسی غیر مستقیم به حیاط
- ❖ ساماندهی فضاهای اصلی پیرامون حیاط
- ❖ استقرار فضاهای اصلی در امتداد محورهای تقارن
- ❖ قرارگیری فضاهای اصلی در سطحی بالاتر از حیاط
- ❖ استقرار فضاهای جنبی و خدماتی در پشت فضاهای اصلی و در کنج های بنا
- ❖ دسترسی به فضاهای اصلی از طریق راهروهای جانبی
- ❖ توزیع فضاهای اصلی بر اساس موقعیت جغرافیایی و اقلیمی
- ❖ تقسیم بندی دهانه ها و پنجره ها به صورت فرد

برخی از اصول طراحی معماری داخلی خانه های سنتی:

- ❖ هماهنگی معماری داخلی با طرح سازه ای
- ❖ ارزش گذاری بخش ها و قسمت های گوناگون
- ❖ توجه به تقسیم بندی فرد برای همه یا برخی از سطوح داخلی
- ❖ ورود به فضا از دهانه میانی راهرو و دیوار جانبی
- ❖ ایجاد ارتباط بصری تالار با اتاق گوشواره در برخی خانه ها
- ❖ کاربرد رنگ طراحی داخلی فضاها
- ❖ استفاده از نقش و نگار برای تزئین فضا

معماری مدرن

پدیده صنعت و ماشینیسیم (بطور کلی مدرنیسم) در کشور تغییر و تحولات زیادی را در پی داشته است و یکی از مهمترین آن فراموشی معماری و شهرسازی ایرانی است.

اما مشکل در طرح شهری است که با ریشه های فرهنگی و معماری بومی ایرانی ارتباط برقرار نکرده است. عبارتی طرحی که موجب گسیختگی ریشه های استوار بین مظاهر زندگی و فرهنگ جامعه شده که نتیجه روند اقتباس یا کپی از مظاهر تمدن و فرهنگ غربی است.

منظور تقلیدی نیست که به وفور دیده می شود و چنانچه مولوی فرمود.

خلق را تقلیدشان بر باد داد ای دو صد لعنت بر این تقلید باد

عشق هایی کز پی رنگ بود عشق نبود، عاقبت ننگی بود

عنصر لاینفک در رابطه با انسان طبیعت است و طبیعت قانون حاکم بر زندگی انسان است تفکری که به شدت در معماری سنتی ایران تجلی یافته است و در وسعتی فراتر از ایران معماران بزرگی چون فرانک لویدرایت پیوند معماری با طبیعت (معماری ارگانیک) را به شدت مورد توجه قرار داده اند، او می گوید:

هیچ خانه ای نباید در روی تپه باشد بلکه باید جزیی از آن و برآمده از طبیعت باشد و متعلق به آن، تا تپه و خانه با هم زندگی کنند و خوشحالی هر یک به لحاظ وجود دیگری باشد. (معماری اصیل ایران).

• مسکن نه تنها رنگ تاریخ، بلکه رنگ جغرافیا نیز دارد:

تنوع الگوهای مسکن و معماری از خانه های برفی اسکیموها، آلاچیق عشایر، خانه های گلی و گنبدی کویر، تا برجهای سر به فلک کشیده منتهن نیویورک، همگی حاصل تعامل طبیعت، تاریخ، جغرافیا، فلسفه، دین، هنر و زیباشناسی های متعدد انسان هایی است که در یک بستر تاریخی طولانی آنها را ابداع و خلق کرده اند.

در فرهنگ ایرانی، خانه محلی برای تجلی بخشیدن به ارزش های سنتی دینی و حفظ خانواده است. در فرهنگ سنتی ایرانی، خانه باید حریم اندرونی و بیرونی داشته باشد. وضعیت امروز خانه های ایرانی که فرزندان و والدین اتاق مخصوص دارند، متأثر از تحولات مدرن است و ریشه سنتی ندارد.

ویژگی های خانه ها در معماری مدرن:

❖ کوچک بودن

❖ ساده بودن

❖ حداکثر استفاده از فضا

❖ فاقد نشانه و رنگ

❖ برمبنای تقسیم کار فضایی

❖ عقلانی و امروزی شدن خانه (بریدن خانه از گذشته و تاریخ از یک سو و هماهنگ شدن با زمان حال)

❖ شهری شدن خانه

خانه به منزله جزء کوچکی از شهر و در ارتباط با شهر، نه در ارتباط با خودمان، معنا پیدا می کند.

❖ عرفی شدن خانه

ساخت و ساز خانه تحت قواعد عقلانی که معماری و دانش مدرن و همچنین شرایط فضاهای شهری و شهرنشینی تعیین و ایجاد میکند صورت میگیرد. برای مثال، در معماری ایرانی، گنبد نمادی از آسمان و ملکوت بود و به خانه

صورتی از معماری مسجد و اماکن مذهبی و زیارتگاهی می داد. برخی نشانه های دیگر عبارتند از رنگ فیروزه ای، روبه قبله ساختن، به کار بردن نمادهای دینی مانند نصب کاشی های مزین به آیات قرآنی و ادعیه دینی و نمادهای دینی دیگر. این مجموعه به خانه روح اسلامی و دینی می بخشید؛ اما با گسترش معماری مدرن و توسعه مدرنیته خانه های گنبدی، کاربرد رنگ فیروزه ای و ... تنها محدود به مساجد، حسینیه ها و بقاء متبرکه شد. در فضای پست مدرن کنونی، تغییرات دیگری رخ داده و در حال وقوع است.

❖ فردی شدن خانه

فردگرایی یکی از شاخص های مهم رشد مدرنیته بوده است. مراد از فردگرایی اهمیت یافتن و ترجیح خواسته های فردی در برابر خواسته ها، ارزشها و ساختارهای کلی جمعی تاریخی است. میل به داشتن خانه شخصی مستقل و جدایی گزینی از خانواده و خانه پدری، تخصیص یافتن فضای خصوصی به هریک از افراد خانه (اتاق فرزندان، اتاق خواب والدین)، اهمیت یافتن کارکرد حریم خصوصی، تنوع یافتن سبک های دکوراسیون و آرایش منزل، و محدود شدن روابط همسایگی همگی بخشی از فرایند فردی شدن خانه است.

❖ رسانه ای شدن خانه

جان تامپسون در کتاب ایدئولوژی و فرهنگ مدرن (۱۳۷۸) رسانه ای شدن را مهمترین فرایند تحول فرهنگ معاصر می داند.

❖ تجاری شدن خانه

نکته ای که در تحول مفهوم خانه نقش بسیار داشته است، غلبه ارزش های سرمایه دارانه در زمینه مسکن است. به گونه ای که مشتریان با توجه به توانایی مالی خود میتوانند تا حدودی در انتخاب فرم و معماری و بویژه تزئینات بنا مشارکت کنند.

❖ بوروکراتیک شدن خانه

در دوره مدرن و معاصر، سیاست ها و برنامه ریزی های کلان دولت و شهرداری ها در زمینه فضاهای شهری، خانه سازی و تولید انبوه، نقش مؤثری در چگونگی فرهنگ خانه معاصر داشته و دارد. اما در شرایط جامعه پیش مدرن، دولت ها نقشی در زمینه خانه سازی نداشتند و خانه، بیش از هر چیز مقوله و امر خصوصی تلقی می شد.

معماری کویر، دیروز و امروز

اکنون ببینیم معماری کویری ایران در مقولات مربوط به آسایش دارای چه نکات مثبت و منفی بوده و مقایسه آنها چه نتیجه ای در بر خواهد داشت.

انرژی خورشیدی

معماری دیروز: باید گفت نحوه قرارگیری اتاقها و ساختمانها در معماری دیروز بطور کامل تحت تأثیر و هماهنگی با انرژی خورشیدی شکل گرفته بود. رنگ ها، ضخامت جرزها، نحوه بازشوها، رنگ شیشه های پنجره ها و سایبان ها، همگی همسو با راه حل های اقلیمی بوجود آمده بودند.

معماری امروز: با تأسف باید گفت که معماری کویری امروز ایران توجه بسیار کمی به نقش انرژی خورشیدی در معماری داشته است.

مواد و مصالح

معماری دیروز: عمده مصالح بکاررفته در بناهای قدیم ایران قابل تجدید و می توان گفت بومی بوده اند. آجرها و خشت ها قابلیت استفاده ی مجدد داشته و چوب ها قابل برگشت به چرخه های طبیعی می باشند. از مواد سمی و مضر بسیار کم استفاده شده و مصالح از دوام بسیار خوبی برخوردار بوده اند.

معماری امروز: مصالح بکاررفته به ندرت قابل بازیافت بوده و مواد و مصالح سمی و مضر در آن بسیار دیده می شود. منابع تولید مصالح ساختمانی گاه دارای اثرات مخربی بر محیط زیست بوده و در کل بی توجهی به طبیعت چشمگیر است.

باد

معماری دیروز: باد جهت تهویه و خنک کردن فضاها داخل و در یک سیستم غیر فعال و سودمند در جهت استفاده از اقلیم درخانه ها به وسیله بادگیرها بکار می رفت.

معماری امروز: به باد عنوان یک منبع تجدید شونده انرژی بی توجه است.

زمین

معماری دیروز: زمین تنها بعنوان محلی برای تأمین آب مصرفی بوده و در همان حال محلی جهت بازگردانده شدن فاضلاب. البته زیرزمینها و سردابه ها به همراه بادگیرها و ناکش ها، سیستم های تهویه مطبوع سنتی را تشکیل می دادند که مثالی بدیع در زمینه ی نزدیک شدن معماری دیروز در جهت کاربرد اقلیم است.

معماری امروز: زمین تنها جایی برای عبور تأسیسات شهری بوده و به پتانسیل های موجود آن بی توجهی می گردد.

فرم

معماری دیروز: از نظر فرم، معماری دیروز همساز با اقلیم شکل گرفته و در جهت پایداری و استفاده ی بهینه از منابع سودمند طبیعت از جمله باد و نور خورشید به فرم نهایی رسیده است.

معماری امروز: فرم ها در معماری امروز بیشتر از یک ایده حسی و یا فلسفی می باشد.

اصولی برای طراحی در کویر

ما در جایگاهی قرار داریم که از یک طرف یادگارهای گذشتگان و تجزیه و تحلیل آن ما را در رسیدن به اصولی برای طراحی راهنمایی می کند و از طرف دیگر با طبیعتی روبرو هستیم که خود بهترین راهنمای معماران در طراحی است و چه بسا گذشتگان بسیاری از ابتکارات خود را از طبیعت، این معلم بزرگ، آموخته اند. به طور مختصر به اصولی که معماران در گذشته برای طراحی در این نوع مناطق به کار می بردند اشاره شد آنچه در اینجا لازم است به آن پرداخته شود آن اصولی است که طبیعت این مناطق پیش روی معماران قرار می دهد؛ بنابراین این شناخت دقیق عواملی که باعث ایجاد عدم آسایش ساکنان در این مناطق می شود ضروریست.

• باد

فرم های منحنی که در این طبیعت ها دیده می شود حاصل سال ها فرسایش بوسیله باد است.

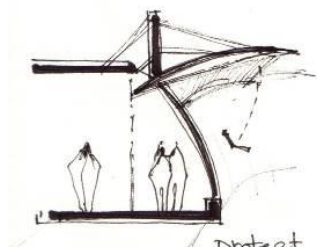
اصول استخراج شده برای طراحی:



تصویر ۱۳. طبیعت کویر

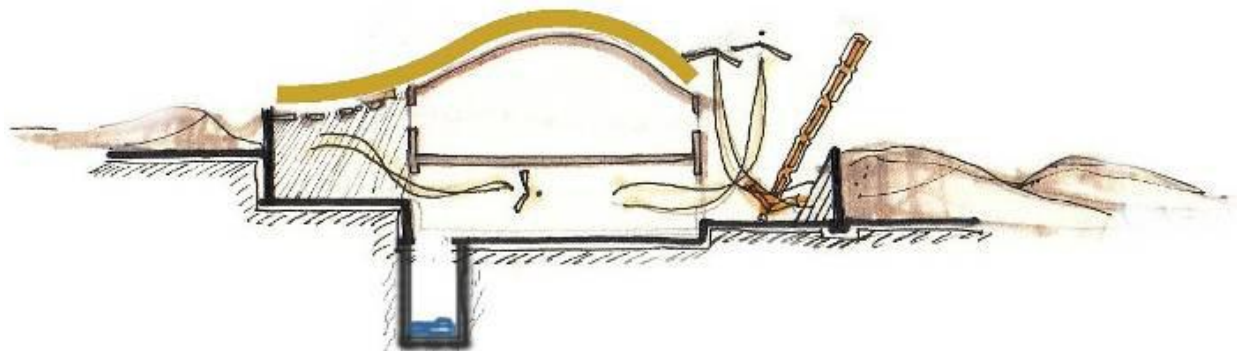
۱. نماهای ساختمان مانند پوشش انسانهای کویر باید ساده و عاری از هر تزئیناتی باشد زیرا باد موجب از بین

رفتن آن می شود. استفاده از پوششی متحرک در مقابل نمای خانه ها که در هنگام طوفان شن جلوی نفوذ گرد و غبار از طریق روزنه های موجود در بنا را بگیرد.

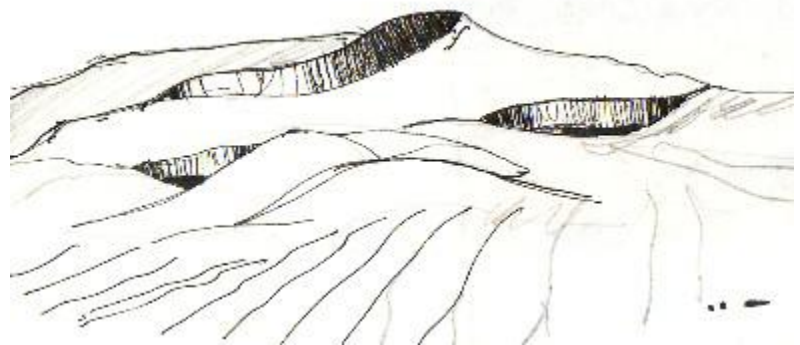


۲. استفاده از سازه هایی شبیه به سازه های فضایی می تواند مانند بوته های خار هم سبک و متخلخل باشد و هم مانع نفوذ گرد و غبار به داخل فضا شود.

۳. استفاده از عمق زمین برای جلوگیری از فرسایش.



۴. استفاده از فرم های منحنی استخراج شده از طبیعت ماسه های روان. هر چه فرمها نرمتر باشد حرکت باد بر روی آنها آهسته تر است و بنابر این تخریب و فرسایش کمتر.

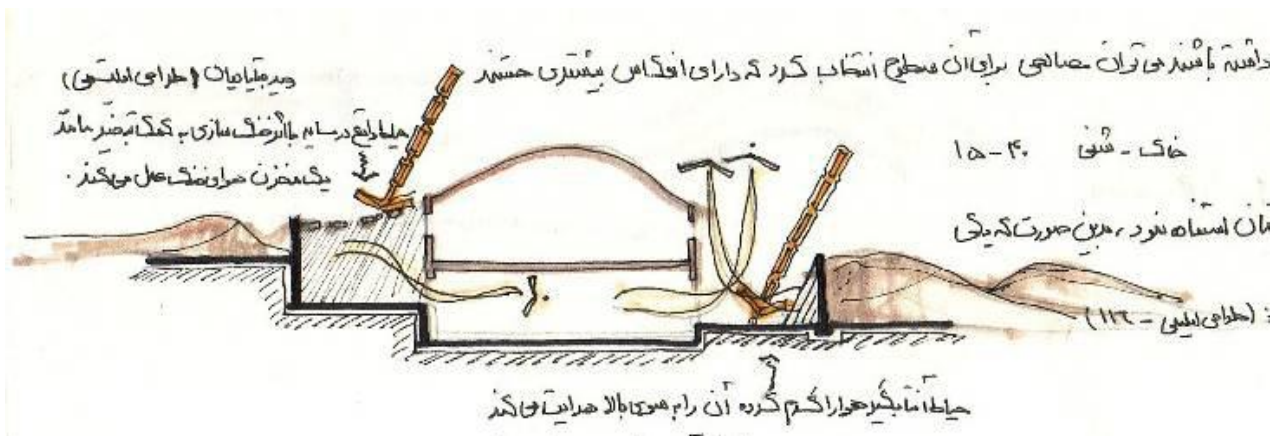


• کمبود آب

انسانها برای تامین آب مورد نیاز خود به حفر چاه دست می زنند و در مواردی نیز از ساقه بعضی گیاهان استفاده می کنند.

✓ اصول استخراج شده برای طراحی :

۱. قرار دادن پوسته ای سخت با منافذ اندک در اطراف ساختمان
- ۲- قرار گیری قسمتهایی از ساختمان در عمق زمین به منظور دستیابی به آب های زیرزمینی و استفاده از آن برای افزایش رطوبت در فضا ها.

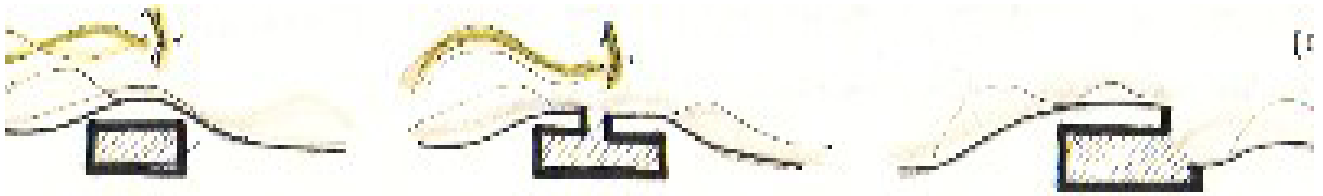


• گرمای شدید

فرمهای منحنی موجود در سایت در قسمتهایی نظیر آنچه در شکل دیده می شود ، سا یه های دلپذیری ایجاد می کنند که باعث خنک شدن زمین قرار گرفته در سا یه می شوند.

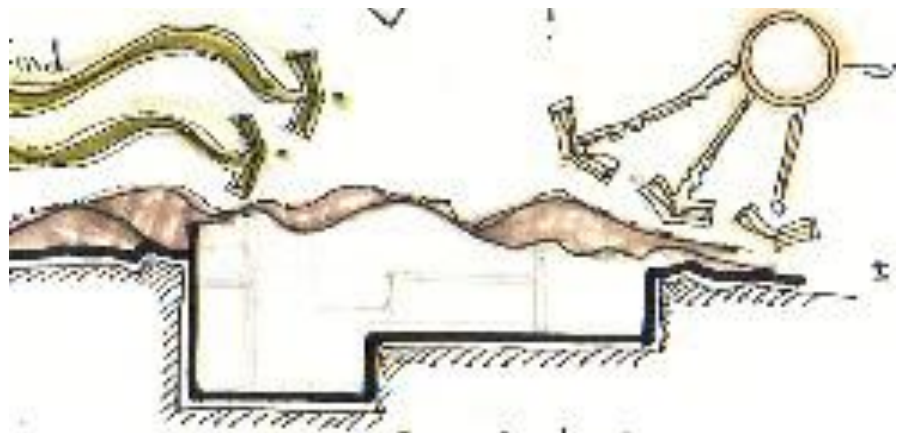
✓ اصول استخراج شده برای طراحی:

- ۱- با قرار دادن ساختمان در عمق زمین می توان آن را از تغییرات و نوسانات جوی محافظت کرد. پوسته زمین مانند یک عایق حرارتی عمل می کند.



۲. استفاده از سازه های فضایی که ساختاری همانند بوته های خار دارد مانع تابش مستقیم نور خورشید به سطح درونی می شوند.

۳- فرم های منحنی و شیبداری که در این طبیعت بر روی شن های روان شکل گرفته موجب می شود که تابش خورشید که در بیشتر مواقع عمودی است را به صورت مایل دریافت کند.



نتایج :

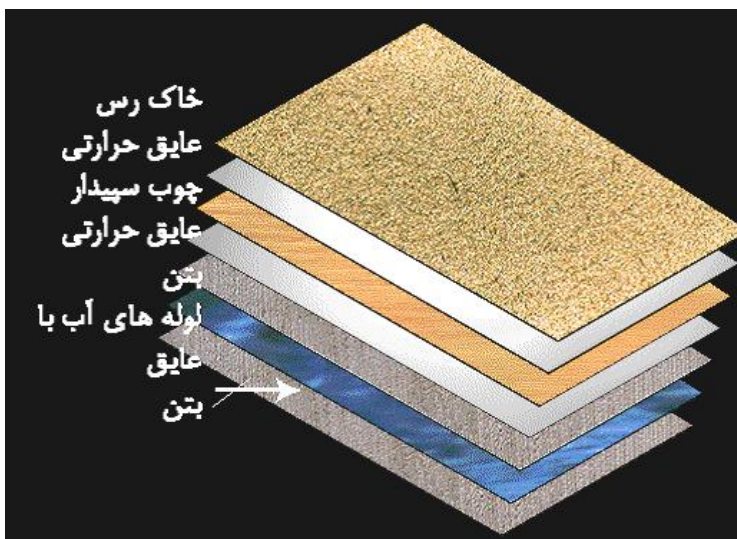
- ✓ اقدامات پیشنهادی اقلیمی برای طراحی بناهای مسکونی مدرن
- کلیه بناها به صورت کاملا درون گرا و محصور
- بنا دارای حیاط مرکزی زیرزمین ، ایوان و بادگیر
- ارتفاع اتاقها نسبتا زیاد
- دیوارها نسبتا قطور
- جلوگیری از اتلاف حرارت ساختمان در مواقع سرد به وسیله سیستم زیر زمینی و دیوارهای دولایه
- جذب و ذخیره سازی حرارت ناشی از تابش آفتاب به فضاهای داخلی
- جلوگیری از نفوذ مستقیم آفتاب به فضای داخلی
- استفاده از نوسان روزانه دمای هوا
- بافت زبر سطوح و بدنه ها
- انحراف ۲۵ - ۳۵ به سمت جنوب به جنوب شرقی
- مصالح سنگین، زبر، مصالح سبک جهت عوامل خارجی تا جذب گرما به حداقل برسد.

- حداکثر تبخیر، حداقل تولید گرما، دفع تابش آفتاب
- عبور جریان هوا از بدنه های آب
- سیستمهای رطوبت زا مانند بام آبی

• درونگرایی با فضای مرکزی باز، تناسبات ۱.۳ - ۱.۶ بنا که یک یا دو طبقه در اطراف حیاط مرکزی ایجاد یک حیاط مرکزی در وسط ساختمان و تعبیه حوض آب و احداث باغچه، باعث افزایش رطوبت در فضای زیستی ساختمان می شوند. دیوارهای دولایه، مانند یک خازن حرارتی، نوسان درجه حرارت در طی شبانه روز را کاهش می دهند. و بالاخره با قرار دادن کلیه بازشوها رو به فضای نسبتاً مرطوب و معتدل حیاط و مسدود نمودن جداره خارجی ساختمان (به جز در ورودی)، ارتباط فضای زیست داخل با فضای خارج تا حد امکان قطع شده و یک اقلیم کوچک و مناسب برای آسایش انسان در اقلیم گرم و خشک منطقه بوجود آید.

۷ نوع مصالح پیشنهادی

مصالح مورد استفاده در این نواحی عمدتاً گل، خشت و آجر است. این نوع از مصالح در این منطقه به وفور یافت



می شود و تهیه آن نیز بسیار ارزان است. جهت مناسب ساختن این نوع از مصالح با شرایط طبیعی کویری، باید دیوارها را بسیار قطور ساخته تا در طی روز دیرگرم شده و شب هنگام دیر حرارت خود را پس می دهند، که باعث تعدیل نوسان حرارت در طی شبانه روز در ساختمان می شود.

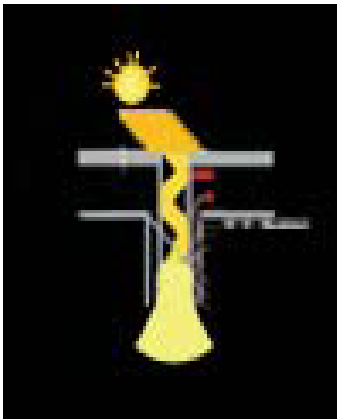
تصویر ۱۴. نحوه قرارگیری لایه های مصالح سقف

نحوه قرارگیری لایه های مصالح سقف

باید از مصالح رایج و در دسترس در جای خود استفاده شود. با توجه به گزینش معماری زیر زمینی مصالحی مورد برتری قرار می گیرد که دارای مقاومت بالا در برابر لایه های خاک می باشد. در طراحی بناهای مسکونی با توجه به تعداد طبقات می توان بتن را مورد استفاده قرار داد. در طراحی داخلی بنا نیز از چوب برای رویه کف ها می توان استفاده کرد. در سقف بناها که بیشترین انرژی خورشیدی را دریافت می کند و فرسایش آن بیشتر می باشد، همچنین عامل انتقال گرما و نور به داخل بنا می باشد، از بتن با روکشی از خاک رس و گل استفاده شود. در میان بتن از لوله های پلیمری دارای آب و منافذ هوا استفاده شود. در راهرو ها و مسیر دسترسی درون ساختمان ها، نیز از دیواره های خشتی و گلی استفاده شود. البته در برخی نقاط به واسطه القای مخاطرات محیطی و بیان مفاهیم از فلز، کاشی و شیشه نیز استفاده شود.

۷ تاسیسات حرارتی و الکتریکی پیشنهادی

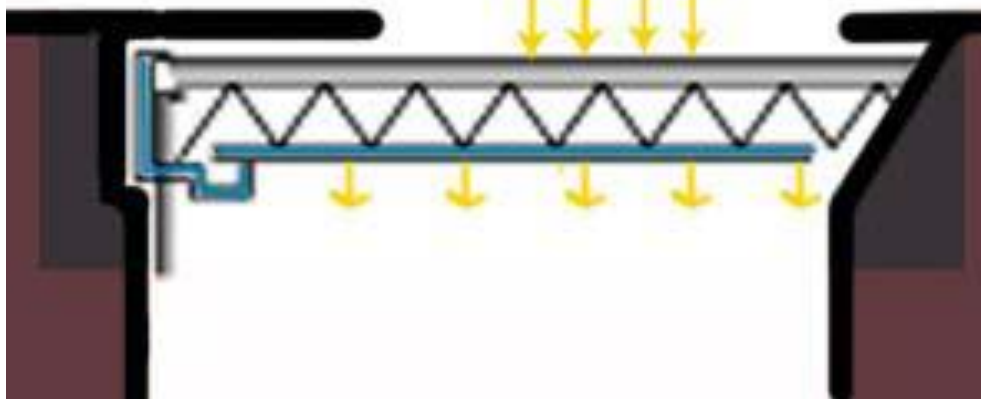
برای اینکه بتوان نیروهای طبیعی محیط را به انرژی مورد نیاز فضا تبدیل کرد باید در بنا برای به حداقل رساندن اتلاف انرژی و بهره گیری از آن بیشتر بر انرژی دریافت شده بر سقف تکیه شود. بدین منظور باید سقف خانه با



شیب ۸ درصد در مقابل آفتاب قرار گیرد و انرژی دریافت شده خود را درون خود و توسط لایه های آب درون سقف ذخیره کند و این انرژی را هنگام شب پخش کند و دمای محیط را متعادل سازد. در بالاترین طبقه و در زیر سقف از سقف آبی استفاده بشود که علاوه بر دریافت انرژی و تاخیر زمانی در پخش آن نمای زیبایی را از زیر به مخاطب بدهد. همچنین برای به حداقل رساندن اتلاف انرژی از معماری زیرزمینی استفاده شود. زیرا که در عمق ۶ متری از سطح زمین تبدلات حرارتی به صفر می رسد.

تصویر ۱۵. پخش نور خورشید در طبقات زیر زمین

همچنین به افزودن رطوبت مورد نیاز به جریان های هوای ورودی ساختمان توجه شود. در اینجا با ایجاد یک فضای میانی، رطوبت طبیعی آب و گیاه در مسیر جریان هوایی که از منافذ پوسته از طریق بازشوهایی افقی موجود در جداره شیشه ای به



داخل کشیده می شود، به دست می آید. به این ترتیب روزنه هایی که تابش کنترل شده ای از نور خورشید را به داخل هدایت می کنند سبب ایجاد کوران هوا می شوند.

تصویر ۱۶. سقف آبی و جذب و پخش انرژی حرارتی

بایستی بر روی لایه انتهایی سقف بستری شنی قرار داد؛ زیرا باعث می شود آب باران روی لایه نازک ضد آب حرکت کند و داخل فضای میانی تخلیه شود. ایوان در حیاط مرکزی بهترین چشم انداز را از کویر پیش روی نظاره گر درون بنا می گسترد. عقب نشینی جداره شفاف داخلی، فضای داخل را از تابش مستقیم خورشید در فصل های بهار و پاییز حفظ می کند.

می توان از سقف انرژی یک محتوی فضاهای خالی و توپر که از شدت تابش نور خورشید و عناصر عایق گرمایی که برای تعدیل کردن حرارت و رطوبت فضاهای درونی بهره جست. این سقف با تغییر روشنایی نور کویری به نور پراکنده، که درون فضا پراکنده می شود، مانند فیلتری بزرگ عمل می کند که نیاز به انتقال برق و تاسیسات مربوط به آن نمی باشد. همچنین جریان هوا از میان بادگیر و حوض آب موجود و آب نما باعث تلطیف هوای وارد شده آن را به تمام نقاط بنا می شود و عملکرد بادگیر را به صورت نوین انجام می دهد.

همچنین دو جداره بودن دیواره ها فضایی مناسب برای ساختمان ها باعث می گردد تا نور خورشید را بتوان توسط انعکاس و شکست نور به درون هدایت کرد. این فضا علاوه بر این امکان تهویه را، در فرمولی جدید اما با مفهومی سنتی (بادگیر) فراهم می کند.

نتیجه گیری:

خشونت کویر می تواند سبب ایجاد معماری خودکفا و مقاوم گردد که در طول تاریخ تحسین برانگیز و مانا باشد. با فراهم شدن سایتی آزاد و بدون پس زمینه های نازیبا شهری و با قابلیت های ویژه فضایی کویری در جهت ارائه فرمی آزاد و امکان بهره گیری همزمان از معماری و طبیعت و در صورت مهیا ساختن شرایط مطالعاتی در زمینه سیستم های جدید آسایشی و همساز کردن آن با فرم معماری می توان این محیط را هر چه زیباتر و دلنشین تر کرده و معماری و ساختمان های مسکونی ارزشمند به جرگه بناهای زیبای کویری ارایه داد.

فهرست منابع

۱. کسمایی ، مرتضی. اقلیم و معماری. نشر خاک ، چاپ اول ، پاییز ، ۱۳۸۲.
۲. اردلان ، نادر ؛ بختیار ، ژاله . حس وحدت . ترجمه حمید شاهرخ . اصفهان : نشر خاک ، ۱۳۷۹ .
۳. تامپسون . ج . پ . ایدئولوژی و فرهنگ مدرن . ترجمه مسعودی احدی ، تهران : آینده پویان ، ۱۳۸۷ .
۴. معماریان ، غلامحسین . بررسی ابنیه سنتی ایران ، ۱۳۸۱ .
۵. سفلائی ، فرزانه . پایداری عناصر اقلیمی معماری سنتی ایران . مجموعه مقالات همایش بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان ، جلد اول ، ۱۳۸۲ .
۶. پارسی ، فرامرز . «کوپر و معماری کویری» . فصلنامه معمار ، شماره ۲۶ ، ۱۳۸۳ .
۷. طاهباز ، منصوره . «اصول یک معماری کویری» . مجله صفا ، شماره ۳۲ .
۸. فاضل ، ن . «دیجیتالی شدن و سبک ایرانی و ایرانی شدن به سبک دیجیتال» . فصلنامه رسانه ، ش ۱۷ ، سال ۱۳۸۵ .
۹. فاضلی ، نعمت الله . «مدرنیته و مسکن رویکردی مردم‌نگارانه به مفهوم خانه سبک زندگی روستایی و تحولات امروزی» . فصلنامه تحقیقات فرهنگی ، سال اول ، شماره ۱ ، پاییز ۱۳۸۶ : صص ۶۳ .
۱۰. مزیدی ، محسن ؛ مزیدی ، محمد . «تحلیل عددی عملکرد بادگیرها به عنوان سیستمهای سرمایه‌گذاری انفعالی در مناطق گرم و خشک» . ۱۳۸۷ .

۱۱. [http:// Sustainable.doe.gov/database](http://Sustainable.doe.gov/database)

۱۲. [http:// Greendesign.net](http://Greendesign.net)

با سپاس فراوان از استاد گرامی: جناب آقای دکتر عباس ملک حسینی