Archive

دوازدهمین کنفرانس ملی شهرسازی ،معماری،عمران ومحیط زیست

تجربه کاربردی ZEH[1] در اصفهان بر اساس طراحی همساز با اقلیم وبا رویکردی به شهر فرایبورگ

میثم خرمیان قهفرخی
دانش‌آموخته کارشناسی ارشد طراحی شهری از دانشگاه هنر اصفهان

maikhorramian@gmail.com

چکیده
آنچه سبب پایداری و مانایی ابینه و معماری انسانها از گذشته تا بحال شده است درک و شناخت محیطی است که در آن - سکنی گزیدند-این درک و شناخت شامل شناخت قدرت طبیعت و سعی بر کنار آمدن با آن بوده نه غلبه بر آن.با دانش اقلیمی می توان فرم ،مصالح و ایده های مناسب را انتخاب نمود تا علاوه بر ایجاد آسایش اقلیمی به دیدگاه و رویکردی پایدار دست یافت.بدلیل شناخت اقلیمی واستفاده از راهکارهایی برای استفاده از خود محیط طبیعی و ویژگی های اقلیمی آن،علاوه بر تاثیر بر اقلیم بر آسایش اقلیمی در محیط های انسانی ،توجه به این رویکرد در سازگاری فضاهای کالبدی با محیط طبیعی وفرهنگی موجب بهره گیری از انرژی های طبیعی و مقابله با شرایط سخت اقلیمی شده وتاثیرش را در نوع بافت شهرها،تداوم وارتباط قسمت های کهن شهر با قسمت جدید شهر می توان دید و نیز بیانگر این موضوع می باشد که تاثیر اقلیمی بر دیگر عوامل همچون اقتصاد،نیروی کار ،عملکرد و ... بسیار ملموس و غیر قابل چشم پوشی می باشد.با توجه به معضلات و مشکلات ناشی از رشد بی قاعده شهرها وگریبان گیری این شهرها با انواع آلاینده های محیطی و همچنین غیرقابل تجدید بودن سوخت های فسیلی ،باعث شده است که طراحی همساز با اقلیم در راستای احترام به محیط زیست ،صرفه جویی وحفظ انرژی در ساخت و نگهداری ،استفاده از مصالح بوم آورد و با بهره گیری از این نکات مصرف بهینه انرژی که می توانند ما را در رسیدن به سرمنزل مقصود یاری نمایند

کلمات کلیدی: طراحی اقلیمی - انرژی صفر – پایداری محیطی - سیستم غیرفعال خورشیدی

۱- مقدمه

اقلیم یکی از مهم ترین عوامل زیست محیطی است که در چگونگی رفتار و حالات کلی انسان ها نقش اساسی را ایفا می نماید. بعبارت دیگر انسان خواه ناخواه تحت شرایط اقلیمی محیط پیرامون خود قرار می گیرد و این اقلیم است‌که نوع معیشت و راه تامین نیازهای وی را معین می‌نماید .یکی از اثرات مهم اقلیم در زندگی انسان ها، ساخت و ساز مساکن مطابق با این شرایط و ایجاد شرایط آسایش حرارتی به وسیله پارامترهای اقلیمی می باشد .بنابراین ایجاد آسایش گرمایی در مساکن، یکی از اهداف اقلیم معماری می باشد.حفاظت محیط زیست و بهینه سازی مصرف انرژی دو دیدگاه اساسی در قرن بیست و یکم است.مصرف

[1] zero energy homes

www.SID.ir

Archive

بی رویه سوخت های فسیلی در قرن بیستم مشکلات و معضلات فراوانی را برای بشر امروز به وجود آورده است که از جمله آنها می توان آلودگی محیط زیست و خطر اتمام سوخت های فسیلی را نام برد.این دو مشکل سبب شد تا در قرن حاضر توجه به پیامدهای استفاده از سوخت های فسیلی و مزایای بهره مندی از انرژی های تجدیدپذیر طبیعی (انرژی های پاک) در اولویت سیاست های اکثر کشورهای جهان قرار گیرد(طاهباز و جلیلیان, ۱۳۹۰).

انسان اولیه برای محفوظ ماندن از نیروهای طبیعت از خود طبیعت کمک گرفت و در غارها وپناه درختان و بین سنگها ازخود محافظت میکرد . او به تدریج آموخت که سر پناه خود را دا ئمی تر سازد و بدین ترتیب تمدنهای مختلف جهان سبکها وروشهای معماری مخصوص به خود را با توجه به شرایط خاص آب و هوایی همان منطقه بکار می بردند.آنها به نفع خود ازشرایط محیطی استفاده کرده بوسیله آفتاب ، باد و آب خانه ای راحتتر و مرفه تر ساختند.ایران از جمله کشورهایی است که تجربیات ارزنده ای در زمینه استفاده از انرژی های طبیعی به روش غیر فعال [1]دارد.سابقه طولانی سکونت و تمدن باشکوه آن،میراث با ارزشی از تجربیات سودمند را به وجود آورده است که به رغم وسعت مناطق بیابانی ،امکان سکونت را برای مردم طی سالیان طولانی مهیا کرده است(طاهباز و جلیلیان, ۱۳۹۰).

توجه به طراحی و معماری همساز با اقلیم می تواند در شرایط فعلی جهان راه گشا باشد.اگر چه این امربسیار ارزشمنداست اما نباید فراموش کرد در کنار هر گونه جزیی نگری باید نگاهی نیز به کلیت ها داشت . به بیان دیگر باید توجه داشت، علاوه بر آنکه می بایست هر یک از بناهاوساختمان ها(به تنهایی) به گونه ای طراحی و اجرا شوند که کمترین میزان اتلاف انرژی را داشته باشند(یا اصولاًاتلاف انرژی نداشته باشند)باید به خاطر داشت که لازم است، قرار گیری ساختمان ها در کنار یکدیگرنیز در این راستا صورت گیرد.در واقع شهرسازی و ضوابط مربوط به آن نیز باید در خدمت این هدف باشد(یا حداقل تأثیر سوء نداشته باشد.به بیان دیگر رواج ساخت وساز برمبنای طراحیِ هماهنگ با اقلیم، زمانی می تواند بر کاهش اتلاف انرژی تأثیر مطلوب داشته باشد که زمینه[2] و بستر آن در کالبد شهر فراهم باشد . چرا که از سویی درصد قابل توجهی از جمعیت در شهرهای بزرگ و کلان شهرها سکونت دارند یا به کار مشغولند ، و از سویی دیگر بیشترین در صد ساخت و ساز ها نیز در شهر ها انجام می گیرد و به تبع این امر بخش اعظم معضل اتلاف انرژی در ساختمان ها نیز منوط ومرتبط بامسأله اسکان در شهر وشهر نشینی است.

امروزه، شهرها طی بیش از یک قرن تغییرات اساسی که در فعالیتها و کالبد آنها رخ داده، ارتباط حیاتی خود را با طبیعت از دست داده اند .آلودگی هوا و صدای ناشی از تمرکز صنایع و وسایل نقلیه موتوری، توسعهٔ بی رویه و نامحدود شهرها به صورت افقی و عمودی، تولید بی سابقه ی مواد زاید، پدیدار شدن تاثیرات گلخانه ای و جزایر حرارتی، تنها بخشی از نتایج عمومی این تغییرات است .کیفیت زندگی در این کانونهای متمرکز شهری، فوق العاده پایین آمده است؛ به طوری که شرایط حاصل، نه تنها زندگی انسان، بلکه حیات کلیهٔ موجودات زنده را نیز تهدید می کند .مسلم است که ادامهٔ حرکت در مسیر حاضر، به شکستهای عظیم در ساختار اجتماعی، کالبدی و بیولوژیک منجر خواهد شد. مسایل، آنقدر جدی است که بررسی دقیق مفهوم یک شهر اکولوژیک ؛ یعنی شهری که توجه به منابع حیاتی که بستر آن بوده و به شدت به آن متکی است، در دستور کار قرار گرفته است .چنین شهری، دارای حداقل چهار خصوصیت خواهد بود که عبارتند از :حداقل دخالت در محیط طبیعی، حداکثر تنوع از نظر کاربری ها و فعالیت ها ، حتی المقدور به عنوان یک نظام بسته ، و تعادل بهینه بین جمعیت و منابع.

[1] در روش غیر فعال passive که معمولا در معماری بومی مناطق مختلف مشاهده می شود،ساختمانها همساز با شرایط اقلیمی ساخته می شوند.

[2] context

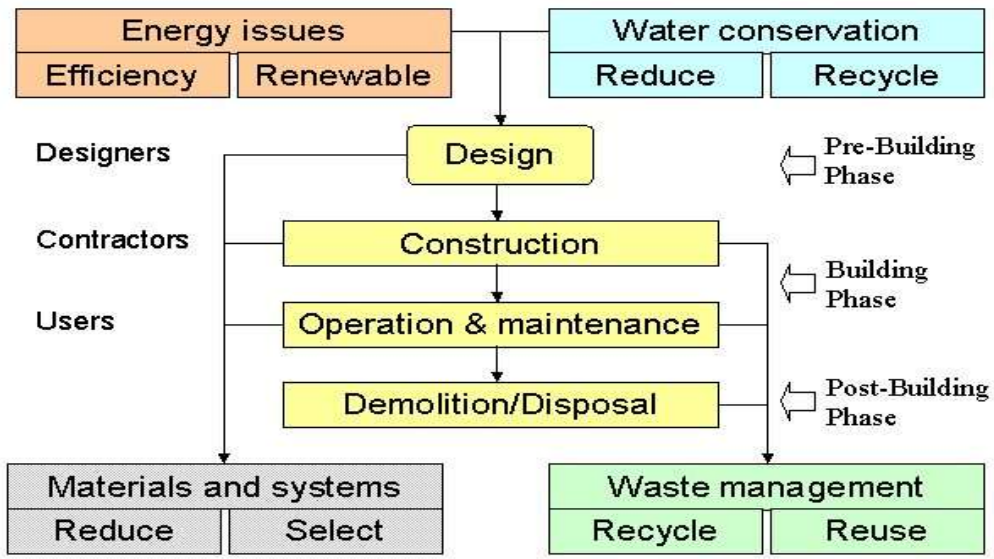
www.SID.ir

Archive

طراحی اقلیمی

صرف وجود یک شهر بر اقلیم محل تأثیر می گذارد و همراه با تغییر ش هر، اقلیم آن نیز تغییر می کند (علیزاده و همکاران، ۱۳۹۴).برخی از عناصر و ویژگیهای طراحی شهری، نظیر : تراکم ساختمانی و فرم شهر میتواند مصرف انرژی را در نواحی شهری کاهش دهد و بر اقلیم محل، تأثیربگذارد. عنوان طراحی اقلیمی از حرفۀ ساختمان سازی فراتر رفته ومورد توجه عام قرار گرفته است . مطلب مهم برای درک ارزش معماری هر عصر و منطقه ای، دانستن چگونگی مطابقت ساختمان با اقلیم خاص آن منطقه است .چگونه ساختمان از آفتاب، نسیم و فضای سبز استفاده می برد و چگونه معمار، یک اقلیم آب و هوایی کوچک می آفریند، همۀ اینها دلیل و نشانه ای از مهارت و اشراف طراح است . به طور کلی ، درک موضوع طراحی اقلیمی چندان دشوار نیست .آسایش فیزیکی وکالبدی انسان در ساختمان، حاصل توازن انرژی حرارتی بین ما و فضای اطراف است . زمانی که طراح، شرایط آب و هوایی محل را شناخت، اصول طراحی اقلیمی را که مناسب آن آب و هواست، می تواند انتخاب و با یکدیگر مقایسه کند.باد حرکات افقی هوا موجب می شود تا اختلافات مربوط به دما، رطوبت و فشار که در جهات افقی جو وجود دارد، از بین رفته، هوا به حالت تعادل درآید. بنابراین، باد تعدیل کنند ۀ مهم ی در طبیعت است. (علیزاده و همکاران ،۱۳۹۴).

گستره فعالیت ها ودامنۀ انعطاف پذیری با د در یک مکان بیرونی تا حدودی به شرایط خرد اقلیم آن، بویژه وضعیت تابش خورشید و سرعت آن بستگی دارد .میزان سرعت باد به دلیل تأثیری که بر دمای هوا می گذارد، مهم است. اثر برودتی بادی که با سرعت ۵۰ کیلومتر در ساعت در دمای یک درجه سانتیگراد زیر صفر بوزد، با شش برابر سرمای هوایی با دمای ۱۲ درجه زیر صفر همترازاست (بنتلی وهمکاران، ۱۳۹۸).شکل ساختمان، دامنه و شیوه حرکت باد را تحت تأثیر قرار میدهد. باید توجه داشت که شرط عدم اختلال مانع در وضعیت طبیعی باد، شرطی عمده، ولی در عین حال رعایت آن دشوار است؛ زیرا با اندک ساخت و ساز معماری در روی زمین، وضعیت طبیعی باد از لحاظ سرعت، جهت و فشار دچار دگرگونی می شود .در این صورت، تعمیم ارزیابی معیاری آسایش مشکل خواهد شد و معلوم نیست که جریان باد مناسب آسایش در وضعیت طبیعی، برای محیط پیرامون ساخت و سا زهای معماری نیز مناسب باشد، یا بتوان برای تهوی ۀ طبیعی به آن امیدوار بود (رازجویان, ۱۳۸۶).برای رسیدن به آسایش گرمایی باید در مورد مهار، تنظیم و هدایت باد، مهارت کافی کسب نمود .برای این امر باید پیش از هر چیز، از تغییر وضعیت باد در اطراف ساخت و سازهای معماری و تأثیرات متعاقب آن به اطلاعات لازم دست یافت.



شکل (۱) : چرخه قسمت های اصلی یک ساختمان پایدار.منبع : *(Sartori et al., 2012)*

www.SID.ir

Archive

کاربرد انرژی خورشیدی درساختمان ها

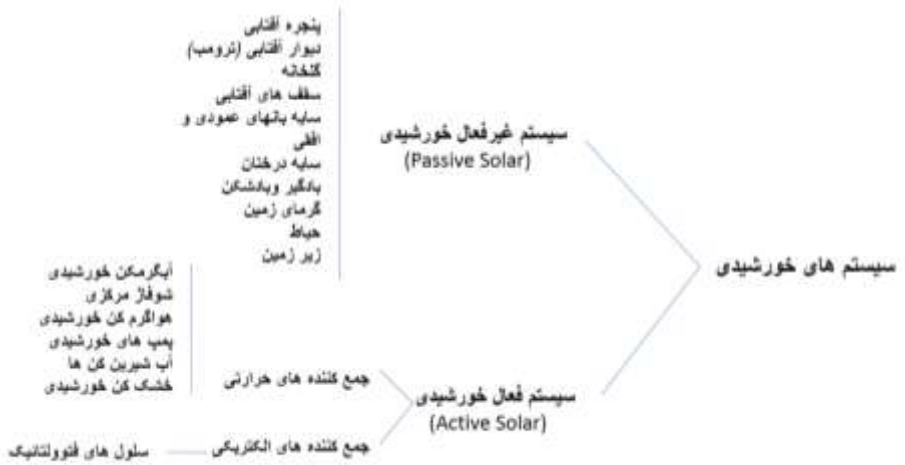
منظوراز کاربرد انرژی خورشیدی درساختمانها بهره گیری هرچه بهترازنورخورشد درجهت تأمین نیازهای گرمایی وسرمایی و در صورت لزوم تأمین الکتریسیته ساختمانها می باشد .

کاربرد انرژی خورشیدی درساختمان ها به طرق مختلف ذیل صورت می گیرد :

- تأمین آب گرم مصرفی
- تأمین گرمای مورد نیاز
- تأمین سرمای مورد نیاز
- تأمین روشنایی

تأمین نیازحرارتی ساختمانها با استفاده ازخورشید به ۲ طریق غیرفعال و فعال قابل دسترسی است.

کیفیت و چگونگی معماری ساختمان به دریافت و ذخیره انرژی خورشیدی درحالت پسیو بستگی کامل دارد درصورتیکه گرمایش خورشید بصورت فعال ، مستلزم استفاده ازگردآورنده های خورشیدی و یک منبع انرژی دیگرجهت انتقال سیال گرم شده به داخل ساختمان می باشد .



شکل (۲) : انواع سیستم های خورشیدی.منبع(نگارنده)

روشهای طراحی:

طراحی خورشیدی غیر فعال ترکیبی از خصوصیات و ویژگی های ساختمان را جهت کاهش یا حتی حذف نیاز به سرمایش وگرمایش مکانیکی و نور مصنوعی روز هنگام بکار می بندد . طراحان و ساختمان سازان توجه ویژه ای به خورشد جهت کاهش نیازهای گرمای و سرمایی دارند . لازم نیست طرح پیچیده ومبهم باشد ولی در عین حال دانش و آگاهی از هندسه خورشیدی، تکنولوژی پنجره و اقلیم محل را می طلبد. در صورت وجود یک سایت ساختمانی مناسب می توان طراحی خورشیدی غیر فعال را در آنجا کامل کرد. عموما روشهای گرمایش خورشیدی غیرفعال در یکی از ۳ دسته بندی ذیل قرار می گیرند (Sartori et al., 2012):

- **سیستم غیرفعال**[1]

[1] Passive system

www.SID.ir

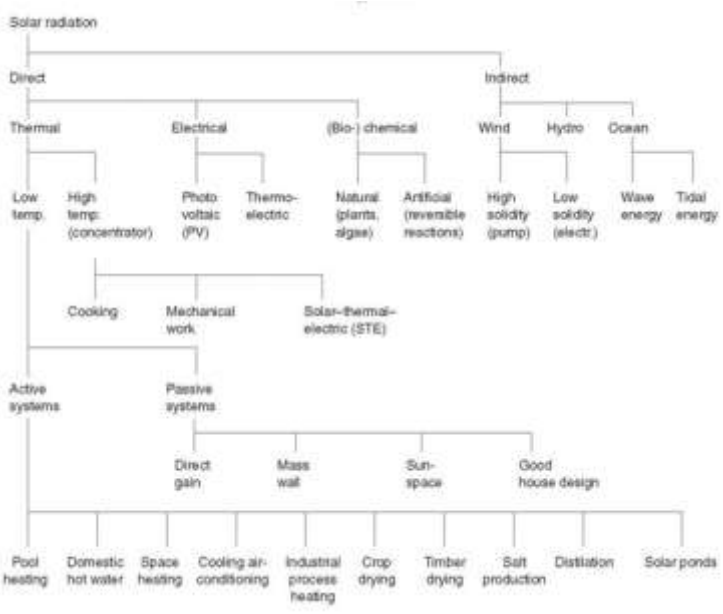
Archive

- جذب مستقیم[1]
- جذب غیرمستقیم[2]
- جذب جدا[3]

دریافت مستقیم بواسطه تابش خورشیدی است که مستقیم به داخل نفوذ می کند و در فضاهای زندگی ذخیره می شود.
دریافت غیر مستقیم با بکار گیری برخی مصالح ذخیره حرارتی نظیر دیوار ترومب ، تابش خورشیدی را جمع آوری نموده و ذخیره کرده و پخش می کند. بنابراین از طریق هدایت تابش یا همرفت انرژی داخل منتقل می شود.
سیستم های دریافت ایزوله نظیر فضای خورشیدی تابش خورشید را در یک محفظه ای که به طور انتخابی می تواند به بقیه فضاهای خانه باز یا بسته شود جمع آوری می کند(Tedesco et al., 2019).
روشهای دریافت مستقیم طراحی خورشیدی غیر فعال سیاست های طراحی خورشیدی غیرفعال بواسطه موقعیت ساختمان و اقلیم منطقه تفاوت می کنند لیکن روش های پایه ای یکسان می باشند. که از مهمترین آنها افزایش کسب حرارت خورشیدی در زمستان و کاهش آن در تابستان است(رازجویان, ۱۳۸۶و طاهباز و جلیلیان, ۱۳۹۰).

فن آوری و اهداف استفاده از انرژی خورشیدی

درمورد سیستم های گرمایش پسیو ساختمان ها روشهای مختلفی وجود دارد :
۱- ورود مستقیم نورخورشید به داخل اطاق ازطریق پنجره ها
۲- استفاده از دیوارذخیره کننده انرژی خورشیدی (دیوارترومب) و دیوارآبی
۳- استفاده ازگلخانه مجاور
۴- استخریا حوضچه روی بام

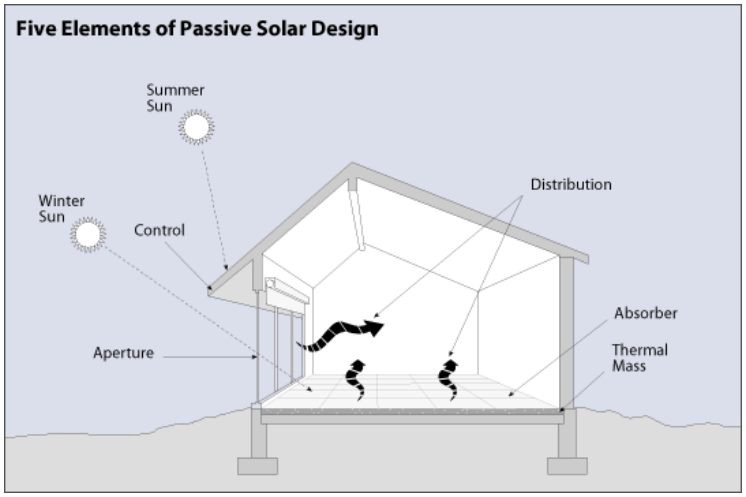


شکل (۳): انواع فناوری های مرتبط بهره گیری از انرژی خورشیدی. منبع:(Elam & Tiller, 2005)

[1] Direct system
[2] indiret
[3] Isolated

www.SID.ir

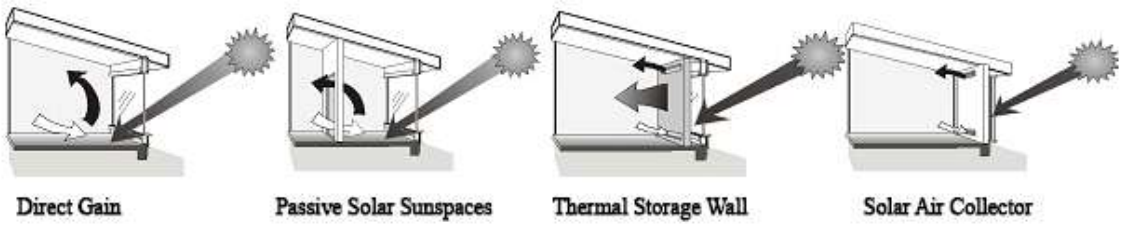
Archive



عناصر اصلی طراحی غیرفعال

- روزنه[1]
- جاذب[2]
- جرم حرارتی[3]
- توزیع[4]
- کنترل[5]

شکل(٤) : با هم کار کردن ، پنج عنصر طراحی غیرفعال خورشیدی یک طراحی کامل و موفقیت آمیز غیرفعال خورشیدی را تشکیل می دهند: دیافراگم / جمع کننده (پنجره های رو به جنوب) - جاذب (معمولاً) سطح سخت و تاریک مواد دیوار یا کف) - جرم حرارتی (واقعی موادی که گرما را نگه می دارد و ذخیره می کند) - توزیع (گردش گرما از طریق هدایت طبیعی ، همرفت و تابش) - کنترل (برآمدگی سقف ، پرده ، سایبان ، سایه بان). به زوایای مختلف خورشید بین زمستان و تابستان توجه کنید. (Energy, 2006)



شکل(۵) : تکنیک های بهره مندی از انرژی غیرفعال خورشیدی.منبع: (Mikler et al., 2008)

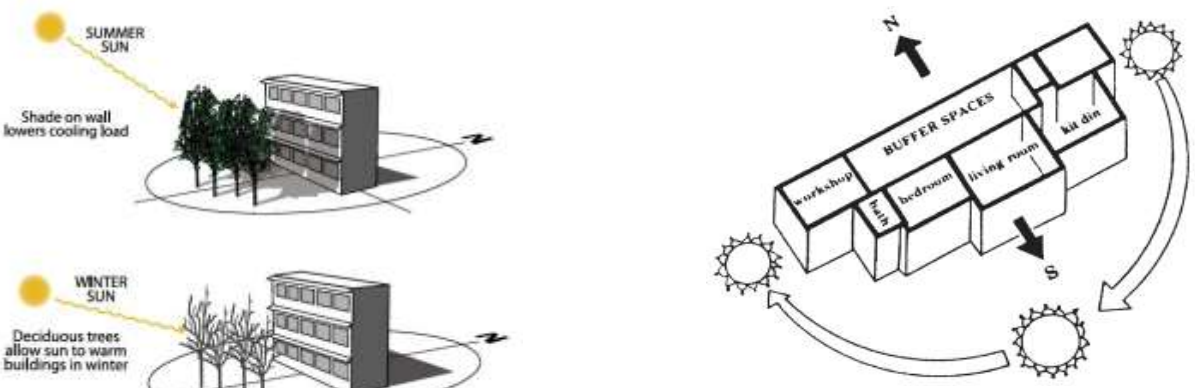
تکیک های ویژه عبارتند از :

- آغازکار با بکار گیری استراتژی طرح با بهینه مصرف انرژی
- جهت دهی را ستای محور طولی خانه به صورت شرقی / غربی
- ساختن سایه اندازهای جبهه جنوبی به نحوی که سایه اندازی پنجره را درتابستان تامین و اجازه دریافت خورشیدی در زمستان را بدهند.
- افزودن جرم حرارتی در دیوارها یا کف ها به منظور افزایش ذخیره گرمایی و عدم پوشش آن بامبلمان
- استفاده ازتهویه طبیعی جهت کاهش یا حذف نیازهای سرمایشی
- استفاده از نور روز جهت تامین نور پردازی طبیعی
- جهت یابی و برآورد نوع پنجره انتخابی جهت بهینه سازی کسب گرما در زمستان و کمینه کردن کسب گرما در تا بستان برای اقلیم مشخص در ادامه برخی موارد با نمودارها و اشکال مربوطه توضیح داده می شوند.
- فضاها با توجه به کاربری شان بایستی متناسب با مسیر خورشید باشند. (Energy, 2006)

[1] Aperture
[2] Absorber
[3] Thermal mass
[4] Distribution
[5] Control

www.SID.ir

Archive



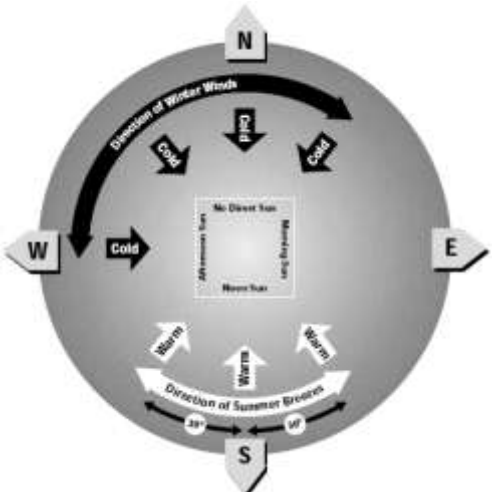
شکل(۶) : پیاده سازی تکنیک ها بروی یک طرح. منبع : (Energy, 2006)

شکل(۷): استراتژی های منظره برای گرمایش غیر فعال خورشیدی و کنترل نور روز منبع: (Mikler et al., 2008).

اتاق های با نیازهای گرمایش ، نور و کاربری پایین نظیر گاراژ اتاق انباری ، کارگاه راه پله جهت کاهش اثربارهای گرمایشی زمستان در جبهه شمالی ساختمان مستقر می شوند. این عمل به صورت نرمال اتلاف حرارتی بالای دیوارهای شمالی را مادامیکه مغایرتی با دسترسی خورشید ندارد کاهش می دهد اجزاء محوطه از قبیل درختان همیشه سبز می توانند جبهه های شمالی و غربی خانه را در برابر بادهای سرد زمستان وآفتاب شدید بعد از ظهر تابستان محافظت کنند. موارد قید شده بخشی از استراتژی های طراحی در رابطه با بهینه سازی مصرف انرژی هستند(Elam & Tiller, 2005 , Mikler et al., 2008) .

مصالح سبک وزن و با رنگ روشن ، تا زمانی که در اتاقی با مقدار زیادی از انرژی خورشیدی دریافتی باشند، آن انرژی را به مصالح سنگین و متراکم منتقل می کنند. همچنین توده های سطح قائمی که در معرض مستقیم نور خورشید نیستند می توانند نوسانهای دمایی را با جذب گرمایی زیادی هوا را تقلیل دهند. همینطور قالیچه ها وپرده های دیواری نقش دار می توانند اثر توده حرارتی را تا چند درجه کاهش دهند (Ferrante & Cascella, 2011)

فضاهاای خورشیدی فقط بایستی شامل شیشه های قائم باشند. شیشه های سطوح شیشه ای شیب دار می تواند گرمای مفرط فوق العاده ای را باعث شوند. دیاگرام اقلیمی جهت بادهای سرد زمستان و نسیم خنک تابستان و مهمتر از همه مسیر خورشید را از صبح زود تا حوالی عصر نشان می دهد که خطوط راهنمای جهت استقرار پنجره ها و محوطه سازی و غیره دراقلیم مربوطه به ما می دهد .



شکل (۸) : دیاگرام اقلیمی جهت بادهای سرد زمستان و نسیم خنک تابستان . منبع : (Energy, 2006).

www.SID.ir

Archive

ساختمان انرژی صفر

ساختمان انرژی صفر[1] که بصورت ساختمان انرژی شبکه صفر[2] یا ساختمان صفر شبکه شناخته می‌شود، ساختمانی با مصرف انرژی صفر یا الاینده کربن صفر سالیانه می‌باشد. ساختمانهایی که انرژی مضاعفی را در طول سال تولید می‌کنند ممکن است، ساختمانهای انرژی مضاعف و ساختمانهایی که انرژی نسبتاً بیشتری را نسبت تولید می‌شود مصرف می‌کنند، ساختمان انرژی نزدیک به صفر یا خانه‌های انرژی خیلی کم نامیده شوند(Sartori et al., 2012)

در دنیای امروز با توجه به محدود بودن منابع سوخت فسیلی ساختمان‌ها صنایع و دیگر ارگانها به سمت استفاده از دیگر انرژی‌های موجود در زمین مانندانرژی خورشیدی، بادی، بیولوژیکی و آبی حرکت نموده‌اند.

ساختمانهای قدیمی ۴۰ درصد کل انرژی سوخت فسیلی را در آمریکا اتحادیه اروپا مصرف می‌کنند و کمک کننده‌های مهمی از گازهای گلخانه‌ای محسوب می‌شوند. اصل مصرف انرژی شبکه صفر بعنوان یک ابزار برای کاهش آلایندگی کربن و وابستگی به سوخت‌های فسیلی در نظر گرفته می‌شوند. گرچه ساختمانهای انرژی صفر حتی در کشورهای توسعه یافته غیر متداول می‌باشند ولی روز به روز اهمیت و محبوبیت پیدا می‌کنند(Ferrante & Cascella, 2011).

اکثر ساختمانهای انرژی صفر از شبکه الکتریکی برای ذخیره انرژی استفاده می‌کنند ولی بعضی از آنها هم مستقل از شبکه می‌باشند. انرژی معمولاً در مکان از طریق ترکیب تکنولوژی تولید انرژی همچون تکنولوژی خورشیدی و باد تولید می‌شود، در حالیکه مصرف کل انرژی را با HVAC به شدت کارآمد و تکنولوژیهای روشنایی کاهش می‌یابد. هدف انرژی صفر با کاهش هزینه تکنولوژیهای انرژی جایگزین و افزایش هزینه سوخت‌های فسیلی کاربردی تر می‌شود.

ایجاد ساختمانهای مدرن انرژی صفر نه تنها از طریق پیشرفت صورت گرفته در تکنولوژیها و تکنیک‌های انرژی جدید و ساخت و ساز امکانپذیر شده است بلکه بوسیله تحقیقات دانشگاهی پیشرفت قابل توجه‌ای داشته است. این تحقیقات اطلاعات دقیق عملکرد انرژی را در ساختمانهای قدیمی و آزمایشی جمع آوری می‌کنند و پارامترهای عملکردی را برای مدلهای کامپیوتری پیشرفته جهات پیش بینی کارآمدی طراحی‌های مهندسی ارائه می‌دهند(Tedesco et al., 2019).

مفهوم انرژی صفر بعلت گزینه‌های زیاد برای تولید و نگهداری انرژی همراه با روش‌های متعدد اندازه‌گیری انرژی (مرتبط با هزینه، انرژی یا انتشار کربن) برای روش‌های متعددی پذیرفته می‌شود(Ferrante & Cascella, 2011).

ایده واصل مصرف انرژی خالص صفر به دلیل اینکه برداشت از انرژی‌های تجدیدپذیر وسیله و راهکاری برای حذف الاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ایاست توجه بسیاری را به خود معطوف داشته است امروزه طرحهای مرتبط با اصول انرژی صفر به دلیل افزایش هزینه‌های سوختهای فسیلی و تاثیرات مخرب انها بر روی محیط زیست و شرایط آب و هوایی و برهم زدن تعادل اکولوژیکبسیار کاربردی و از محبوبیت خاصی بر خوردار شده است.

این ساختمانها می‌توانند از شبکه تامین انرژی جدا ومستقل باشد بدین ترتیب انرژی به صورت محلی و از طریق ترکیبی ار فناوری‌های تولید انرژی‌های نو از قبیل خورشیدی، بادی و بیوسوختها تامین می‌گردد. آن در حالیست که با استفاده ازتکنولوزی‌های خاص برای سیستم‌های روشنایی و گرمایش و سرمایش فوق پربازده در مصرف هر چه کمتر انرژی تلاش شده است. به عبارت دیگر در یک ساختمان انرژی صفر قبل از تولید انرژی پاک به بهینه‌سازی مصارف انرزی در بخش‌های مختلف ساختمان پرداخته شده است و با استفاده هوشمندانه از تکنولوژی تجدیدپذیر تعادل میان تولید و مصرف انرژی برقرار می‌کند(حیدری و غفاری جباری، ۱۳۸۹).

در حال حاضربخش ساختمان‌های اداری و مسکونی در حدود ۴٪ از مصرف انرژی‌های فسیلی کشور را به خود اختصاص داده است اگر چه ساختمان‌های با مصرف انرژی صفر حتی در کشورهای پیشرفته امروز بسیار کمیاب و حتی نایاب می‌باشند اما به

[1] ZNE
[2] NZEB

www.SID.ir

Archive

دلیل مستقل بودن از سوخت‌های فسیلی و کمک در کاهش آلاینده‌های کربنی در حال رشد بوده وتوجه بسیاری را به خود جلب نموده است(Ferrante & Cascella, 2011).

طراحی ساخت

با صرفه ترین مراحل از لحاظ هزینه برای کاهش مصرف انرژی در یک ساختمان معمولاً در طول فرایند طراحی اتفاق می‌افتد. برای رسیدن به مصرف انرژی کارآمد، طراحی انرژی صفر بطور قابل ملاحظه‌ای از عملکرد قراردادی ساخت متفاوت می‌باشد. طراحان موفق ساختمان انرژی صفر معمولاً اصول انرژی خورشیدی غیرفعال آزمایش شده از لحاظ زمانی یا شرایط مصنوعی که با امکانات مکان کار می‌کنند را ترکیب می‌کنند(Elam & Tiller, 2005)

نور خورشید و گرمای خورشیدی، بادهای غالب و سرمای زمین در زیر یک ساختمان می‌تواند روشنایی روز و حرارت‌های ثابت درونی را با حداقل ابزارهای مکانیکی تامین کنند. ساختمانهای انرژی صفر معمولاً برای استفاده از گرمای انرژی غیرفعال خورشیدی بهینه‌سازی و با حجم گرمایی برای تثبیت گوناگونی درجه حرارت روزانه ترکی بمی شوند و در اکثر شرایط آب و هوایی به خوبی عایق بندی می‌شوند. تمام تکنولوژیهای مورد نیاز برای ایجاد ساختمانهای انرژی صفر امروزه بدون سفارش دادن در دسترس می‌باشند.

ابزارهای شبیه‌سازی کامپیوتری ۳ بعدی پیچیده برای طرح ریزی اینکه چگونه ساختمانی با یک سری متغیرهای طراحی عمل می‌کند در دسترس هستند. از جمله متغیرهای طراحی، جهت گیری ساختمان نسبت به موقعیت روزانه و فصلی خورشیدی) نوع پنجره و در و نحوهی قرارگیری، عمق بیرون زدگی، نوع عایق و مقادیر عناصر ساختمانی، هواگیری، بهره‌وری و بازده تجهیزات گرمایشی، سرمایشی روشنایی و تجهیزات دیگر و همچنین آب و هوای منطقه می‌باشند. این شبیه سازیها به طراحان برای پیش بینی اینکه چگونه ساختمان قبل از اینکه ساخته شود عمل خواهد کرد کمک می‌کنند و آنها را قادر می‌سازند تا مفاهیم اقتصادی و مالی را در آنالیز منفعت هزینه یا حتی ارزیابی مناسبتر چرخه زندگی الگو برداری کنند (Mikler et al., 2008)

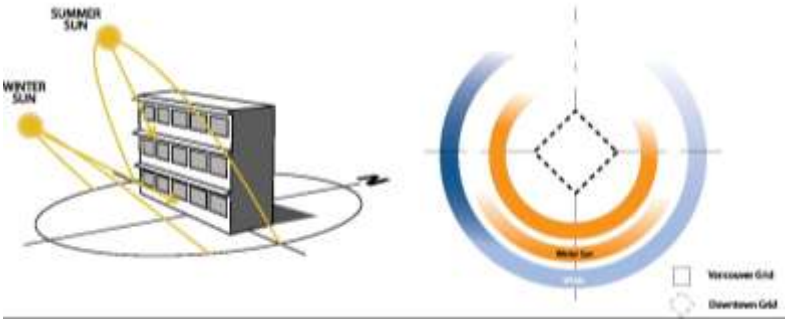
ساختمانهای انرژی صفر با ویژگیهای قابل توجه صرفه جویی انرژی ساخته می‌شوند. بارهای گرمایشی و سرمایشی با استفاده از تجهیزات بسیار کارآمد عایق مضاعف پنجره‌هایی با کارایی بالا، تهویه طبیعی و دیگر تکنیک‌ها تخفیف پیدا می‌کنند. این ویژگیها بسته به مناطق آب و هوایی که در آن ساخت و ساز اتفاق می‌افتد متفاوت می‌باشند. بارهای گرمایشی آب را می‌توان با استفاده از لوازم ثابت نگهداری آب، واحدهای بازیافت گرمایی در فاضلاب و با استفاده از گرمای خورشیدی آب و تجهیزات بسیار کارآمد گرمایشی آب کاهش داد. بعلاوه روشنایی روز با پنجره‌های سقفی یا لوله‌های خورشیدی می‌توانند ۱۰۰ درصد روشنایی روزانه در خانه را تامین سازند. روشن سازی شبانه معمولاً با روشنایی لامپ‌های مهتابی و LED که ۱/۳ یا کمتر نسبت به لامپ‌های رشته‌ای برق مصرف می‌کنند و گرمای ناخواسته هم تولید نمی‌کنند تامین می‌شود. و بارهای الکتریکی متفرقه را می‌توان با انتخاب وسایل کارآمد و به حداقل رسانیدن بارهای خیالی یا نیروی انتظار تقلیل کرد. تکنیک‌های دیگر برای رسیدن به شبکه صفر (بستاه به آب و هوا) اصول ساخت پناهگاه زمینی، دیوارهایی با عایق خوب با استفاده از ساخت بلوک کاه، پانل‌های ساختمانی از قبل ساخته شده و المان‌های سقفی علاوه بر منظر بیرونی برای سایه انداختن فصلی می‌باشند(Porteous & MacGregor, 2005).

ساختمانهای انرژی صفر معمولاً برای استفاده دو جانبه از انرژی از جمله کالاهای بادوام طراحی می‌شوند. به عنوان مثال استفاده از نیروی یخچال برای گرم کردن آب خانگی، مبدل‌های گرمایی فاضلاب، دستگاههای اداری و خدمات رسان‌های کامپیوتری و گرمایی بدن برای گرم کردن ساختمان. این ساختمانها از انرژی گرمایی که ساختمانهای قدیمی ممکن است به بیرون دفع کنند استفاده می‌کنند. آنها ممکن است از تهویه بازیافت گرما، چرخهی گرمایی آب داغ، ترکیب گرما و برق و واحدهای سرماساز جذب استفاده کنند(Mikler et al., 2008) .

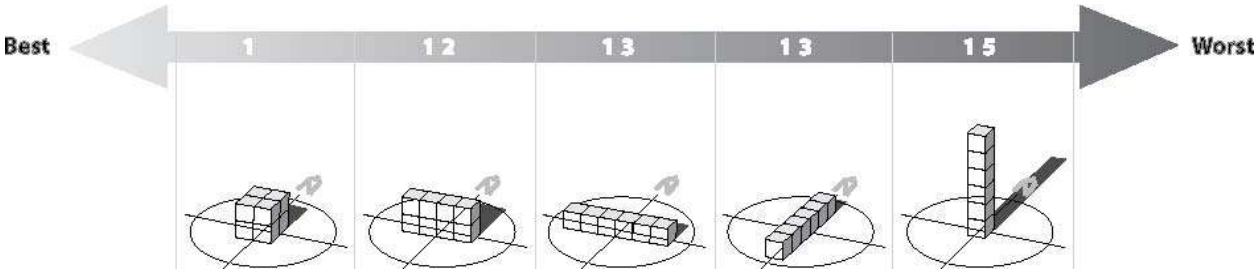
www.SID.ir

Archive

روش های پیشنهادی طراحی



شکل (۹) : جهت گیری بهینه ساختمان.منبع: (Mikler et al., 2008).



شکل (۱۰) : نحوه گسترش بهیته در راستای عمود و افق . منبع: (Mikler et al., 2008).

استفاده از انرژی

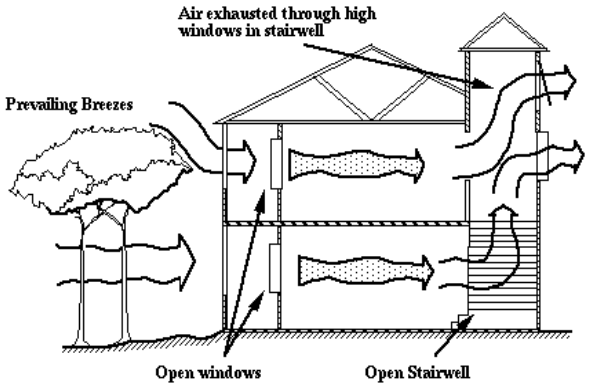
ساختمانها انرژی صفر، انرژی در دسترس را برای تامین نیازهای الکتریسیته، گرمایشی یا سرمایشی مورد استفاده قرار می‌دهد. در مورد هر خانه تکنولوژیهای ریز تولید مختلف ممکن است برای تامین گرما و الکتریسیته برای ساختمان بوسیله سلول‌های خورشیدی یا توربین‌های بادی برای ا لکتریسیته و سوخت‌های فسیلی یا جمع‌کننده‌های گرمای خورشیدی مرتبط با مخزن انرژی گرمایی فصلی (STES) برای گرم کردن فضای آزاد مورد استفاده قرار بگیرد(طاهباز و جلیلیان, ۱۳۹۰). یک مخزن انرژی گرمایی فصلی را می‌توان برای سرما سازی در تابستان بوسیله ذخیره کردن سرمای زیرزمین در زمستان مورد استفاده قرار داد. برای سرو کار داشتن با نوسانات مورد نیاز، ساختمانهای انرژی صفر غالباً به شبکه الکتریسیته متصل می‌شوند و الکتریسیته را به شبکه منتقل می‌کند البته در زمانیکه مازاد باشد و زمانیکه الکتریسیته کافی تولید نمی‌شود الکتریسیته را به طرف خود می‌کشد. ساختمانهای دیگر ممکن است به طور کامل خودکار باشند. مصرف انرژی غالباً زمانی موثرتر می‌باشد که در یک منطقه ولی در مقیاس ترکیبی به عنوان مثال یک گره خانه‌ها، مسکن‌های گروهی، منطقه، روستا و غیره. به جای خانه به خانه انجام شود. یک بهره ی انرژی از چنین مصرف منطقه‌ای از انرژی، حذف مجازی افت انتقال و توزیع الکتریسیته می‌باشد. مقدار این اتلاف‌ها در حدود ۷/۲ تا ۷/۴ درصد از انرژی منتقل شده می‌باشد. مصرف انرژی در کاربردهای تجاری و صنعتی بایستی از نقشه برداری هر منطقه بهره‌مند شود. تولید کالا تحت مصرف انرژی فسیلی صفر به موقعیت منابع حرارت مرکزی زمین، نیروی میکرو محرکه آب، خورشیدی و باد برای حفظ این مفهوم نیازمند می‌باشد(حیدری و غفاری جباری, ۱۳۸۹)

مجاورت‌های انرژی صفر، همچون ایجاد Bed ZED در انگلستان و آنهایی که به سرعت در کالیفرنیا و چین در حال گسترش می‌باشند ممکن است از طرح‌های تولید توزیع شده استفاده کنند. این ممکن است در بعضی موارد شامل گرمای منطقه، آب

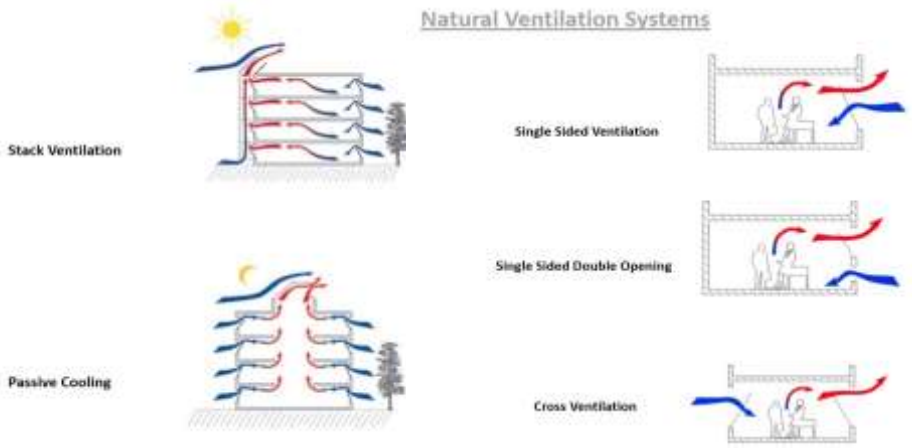
www.SID.ir

Archive

سرد برای مردم، توربین‌های باد مشترک و غیره باشد. طرحهای حاضر برای استفاده از تکنولوژیهای ZEB برای ساخت کل شهرهایی که از انرژی صفر یا مستقل از شبکه استفاده می‌کنند وجود دارد(Thomas & Duffy, 2013) .



شکل (۱۱) : جریان طبیعی و سیرکوله شده جریان هوا در ساختمان.منبع: (Mikler et al., 2008).



شکل (۱۲) : سیستم جریان طبیعی هوا در ساختمان و اثر دودکشی . منبع: .(Mikler et al., 2008).

مطالعات اصفهان

جلگه حاصلخیز و پر برکت اصفهان و تاریخ درخشان آن، با موقعیت آن در فلات ایران ارتباط مخصوص دارد. ازهنگام وجود فلات ایران، اصفهان نیز وجود داشته است و تاریخ آن با تاریخ ایران همزمان است.با توجه به فراهم بودن شرایط زندگی و مهمتر از همه داشتن رودخانه زاینده رود که در سرزمین خشک ایران اهمیت حیاتی آن محسوس است ، از زمانهای قدیم این منطقه مرکز تجمع نژادی بوده است که در این سرزمین سکنی گزیده و نام خود را به این فلات داده اند(هنرفر, ۱۳۷۶).

پیدایش شهراصفهان

چرا اصفهان در محل فعلی بوجود آمده و آیا محل فعلی مناسب و مساعد برای ایجاد شهر بوده است، انسان های اولیه که فرهنگ و تمدن ابتدایی داشته برای سکونت خویش در هر محلی چند عامل جغرافیایی را در نظر می گرفتند که عبارت بودند از: آب، خاک، موقعیت جغرافیایی. ریشه گیری شهر بزرگ و باستانی اصفهان را در درجه اول باید در وجود آب کافی این منطقه دانست. آب فراوان و خاک حاصلخیز، عوامل طبیعی بوجود آورنده شهر اصفهان بوده اند.همچنین وجود یک طبقه غیرقابل نفوذ و شیستهای لیاس در طبقات فوقانی، دسترسی به آبهای تحت الارضی را در اعماق کم میسر ساخته است. جی نیز که از هسته

www.SID.ir

Archive

های قدیمی شهر اصفهان محسوب می گردد، در کنار زاینده رود قرار دارد. در زمین های زراعتی آن در حال حاضر سطح آبهای تحت الارضی بطور متوسط در ۶ متری قرار دارد و احتمالاً در بدو ایجاد شهر جی که قبل از دوره هخامنشی و به دوره یخچالی (عهد چهارم زمین شناسی) نزدیکتر بوده است آب رودخانه بدون شک از امروز بالاتر و آبهای زیرزمینی در عمق کمتری قرار داشته اند(صادقی, ۱۳۹۱).

ویژگی های جغرافیای طبیعی

شرایط اقلیمی یک مکان در طرح های معماری و شهرسازی از ارکان اصلی مطالعات جغرافیایی به شمار می آید.چرا که عناصری چون میزان بارندگی، درجه حرارت، باد و رطوبت هرگونه عملکردی را چه مصنوعی و چه طبیعی تحت تاثیر قرار می دهند.

به طور کلی اقلیم شهر اصفهان در مقیاس کلان از عوامل متعددی چون عرض جغرافیایی، ارتفاع سیستم های کم فشار و پر فشار، توده های هوا، دوری و نزدیکی به منابع رطوبتی، همجواری با بیابان های داخلی، ارتفاعات و روند جهت گیری آنها موثر است.این عوامل به نوبه خود بر روی عناصر اقلیمی یعنی بارش، دما، رطوبت، باد و ... اثر میگذارند.

در مقیاس کوچکتر نیز اقلیم شهر متاثر از عوامل میکرو کلیماتولوژی است که از جمله آنها می توان به فضای سبز، رودخانه، وجود کارخانجات، صنایع، جهت گیری خیابان ها و... اشاره کرد. بستر زاینده رود نیز با توجه به وجود فضای سبز، رودخانه، باغ ها و درختان دارای یک اقلیم محلی است که در میان این اقلیم محلی نیز خرد اقلیم های متنوعی قابل شناسایی است که با توجه به موضوع اصلی و هدف طرح معماری و مطالعات وسیع و دقیقی که باید در این مورد انجام شود ، از آن گذشته و به عناصر اقلیمی پرداخته خواهد شد که طرح را تحت تاثیر قرار میدهند.

شکل (۱۳) : عناصر جغرافیایی شهر اصفهان منبع: (اهری و حبیبی, ۱۳۸۱).

اصفهان در مرکز ایران و در دشت سبز و خرم زاینده رود واقع شده و از شمال به شهرستانهای اردستان، نطنز و کاشان، از جنوب به شهرستان قمشه و استان فارس، از شرق به نائین و استان یزد، از غرب به نجف آباد، خمینی شهر، فلاورجان، گلپایگان، دلیجان و محلات محدود است.

اصفهان بین ۳۲ درجه و ۳۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ واقع و ارتفاع متوسط آن ۱۵۷۰ متر است. این شهرستان دارای ۶ بخش به نام های مرکزی، کوهپایه، جرقویه سفلی، جرقویه علیا، جلگه بن رود و ۸ نقطه شهری و ۱۹ دهستان می باشد(جعفری جبلی و شهابی نژاد, ۱۳۹۵).

www.SID.ir

Archive

مشخصات گروه اقلیمی اصفهان

مطابق تقسیمات کتاب پهنه بندی اقلیمی در ایران، اصفهان در اقلیم نیمه گرم و خشک- نسبتآ سرد- واقع شده است. محدوده جغرافیایی این اقلیم چنان که در شکل مشاهدا می شود، عمدتآ در بخش های مرکزی کشور و بصورت نوار باریکی در جنوب غربی کشور (در دامنه های جنوب غربی رشته کوه های زاگرس) گسترش یافته است.

تنوع عرض جغرافیایی و ارتفاع نقاط مختلف واقع در این پهنه اقلیمی بسار زیاد است. شرایط آب و هوایی در این اقلیم، زمستان نسبتآ سرد و تابستان نیمه گرم تا گرم می باشد. شرایط حرارتی هوا در فصل زمستان امکان بسیار زیادی را جهت استفاده از انرژی خورشیدی در گرمایش ساختمان بوجود می آورد و به همین دلیل تقریبآ در این پهنه اقلیمی درصد سالانه امکان بهره گیری از انرژی خورشید بالاتر از درصد سایر نیازهاست. در این گروه به دلیل پائین بودن رطوبت نسبی هوا بخصوص در فصل گرم می توان با بهره گیری از عملکرد مصالح ساختمانی سنگین در بخشی از فصل گرم سال، شرایط حرارتی فضاهای داخلی را کنترل نمود اما شدت گرمای هوا در گرم ترین ماه های سال درحدی است که سرمایش مکانیکی را ضروری می سازد. نوع سیستم مکانیکی مورد نیاز بسته به بالا بودن رطوبت هوا یا پائین بودن آن کولر گازی، سیستم تهویه مطبوع و یا کولر آبی است. در هر صورت بهره گیری از انرژی خورشیدی، کاهش اتلاف حرارت ساختمان و جلوگیری از تأثیر هوای گرم خارج، تابش شدید آفتاب بر ساختمان، از اهداف عمده طراحی اقلیمی در کلیه زیر گروه های واقع در این اقلیم به شمار می رود (کسمائی, ۱۳۹۲).

شکل(۱۴) : پهنه بندی اقلمی ایران. منبع: (کسمائی, ۱۳۹۲).

با توجه به شرایط بد آلودگی هوای ناشی از صنایع ، خودروها ، منازل ، ادارات دولتی ، وغیره بهتر است تا حدممکن در منابعی که برای اسایش خود استفاده می کنیم تجدید نظر کرده و با توجه به غیرقابل تجدید بودن آنی سوخت های فسیلی بهتر از منابع خدادای بهره مند شویم و سعی در حفظ و نگهداری میراث نسل های اینده و کاهش وایستگی به سوخت های فسلی را در سرلوحه هر گونه اقدام در ضمینه طراحی و اسایش اقلیمی مطلوب ،لحاظ نموده و با تمام جدیدت بسوی اینده ای بهتر و پاک تر قدم بر داریم تا هم دین خود را به آیندگان ادا کنیم هم به سلامت خود و دیگران اهمیت دهیم تمامی مراحلی که در مطالب این مقاله بیان شده است شاید در وهله اول کمی هزینه بر باشند اما قابل ملاحظه با بازگشت سرمایه در دراز مدت نیست که بوسیله حذف قیمت های ناشی از استفاده از سوخت برای روشنایی ، گرمایش،سرمایش و ... می نماید در گوشه کنار دنیا مکان هایی هستند که مردم بفکر اینده ای بهتر برای خود و کودکان خود هستند و این اینده بهتر رو با مصرف بی رویه

www.SID.ir

جبران نکردند بلکه با استفاده از منابع تجدید پذیر و پاک بدست اوردند بدون انکه هیچ گونه ریاضتی بخواهند در نوع زندگی خود داشته باشند یکی از موفق ترین این نمونه ها شهر Vauban در حومه فرایبورگ در کشور آلمان است.

فرایبورگ: مدل توسعه پایدار

در نظر بسیاری از مردم محلی، سیاتل را یک شهر "سبز" می پندارند و در مقایسه با بسیاری از ایالات های امریکا (متاسفانه) در این شهر شاید تنها گونه موجود از این حیث باشد.متاسفانه، در بیشتر محلهای سکونت مراحل مورد نیاز برای رسیدن به کربن خنثی مورد توجه واقع نمی شود و کیفیت زندگی اهمیتی ندارد .پس از آن دیدن یک شهر مانند فرایبورگ بسیار دلگرم کننده است برای دیدن توسعه ، که در آن کاهش CO_2 از طریق حمل و نقل عمومی انجام می شود و طور موثر و کارآمد بوده است(de Pommereau, 2006) علاوه بر حمل و نقل عمومی، مسکن کم انرژی هم بسیارجدی گرفته شده است و میزان کربن تولیدی این بخش نزدیک به صفر است برای توسعه ساختمان های عمومی حتی موظف هستند بصورت کامل به صفر برسانند کربن تولیدی این نوع ساختمان ها را. اگر چه فرایبورگ ممکن است سبزترین شهر و یا حتی اولین موردی نباشد که تا سال ۲۰۳۰ به کربن خنثی برسد، اما یک مدل قوی برای سیاست سبز را فراهم می کند(Little, 2005).در حالی که Vauban،ضعف های موجودش در سال گذشته نشان داد شده توسط بسیاری از مطبوعات که نسبت به بقیه شهر در توسعه از نظر eco-neighborhood, Rieselfeld بی توجهی صورت گرفته است.این پست تلاش برای تغییر تمرکز به برخی از این ویژگیهاست که فرایبورگ قابل زندگی و سبز "شهر خورشیدی" باشد(Little, 2005).

شکل(۱۵): توسعه مناطقی از فرایبورگ در آلمان . منبع: (Little, 2005)

چالش های کلیدی در اجرای اولیه و پیاده سازی

دلایل اصلی موفقیت فرایبورگ را می توان در تعامل شهروندان آن و سیاست های جامع در شهر با هدف پایداری جستجو کرد. تعامل شهروندان در سیاست های زیست محیطی در دهه های گذشته سودمند بوده است هم در مورد محیط زیست و هم از لحاظ اقتصادی(de Pommereau, 2006).

سیاست ها و اقدامات در شهرشامل : هدف در سال ۱۹۹۶ ،کاهش انتشار و تولید گازهای گلخانه ای(CO_2) به میزان ۲۵٪ پایین تر از سطح ۱۹۹۲ تا سال پایان ۲۰۱۰. علاوه بر این، این شهر دارای یک برنامه پشتیبانی از عایق به خانه و انرژی کارایی آنها و بازبینی و درخواست این مسئله که تمام خانه های جدید ساخته شده بر روی زمین شهر، باید از یک استاندارد جدید

www.SID.ir

Archive

طراحی، در زمینه بهره وری مطلوب از انرژی استفاده کنند که دو سوم از آنها بصورت محدودیت برای بررسی و سرکشی و نظارت بصورت مستمر انتخاب می شوند(Little, 2005).

در سال ۲۰۰۲، شورای شهر یک هدف برای سال ۲۰۱۰ تعیین کرد که مجموعه ای از ۱۰٪ کل انرژی مصرف شده در شهر باید از منابع انرژی تجدید پذیر استفاده شود. علاوه بر این، فرایبورگ در تلاش است که ۱۰ درصد از کل انرژی مصرفی خود را کاهش دهد. به منظور کاهش مصرف انرژی خود و ادامه فشار برای متوقف کردن گرمایش جهانی، فرایبورگ چندین طرح ابتکاری در زمینه بهره وری انرژی معرفی کرده است(de Pommereau, 2006)..

با توجه به ارائه ی راهکارها و سیاست های مطلوب و کارا در زمینه کاهش وابستگی به انرژی های غیرقابل تجدید پذیر و کاهش الودگی،فرایبورگ به عنوان نمونه موفق در تنظیم راهکارهایی که با مشارکت ساکنین به سرمنزل مقصود رسیدند و باعث شده است کلیه طرحها که روزی ارزوی مسئولین و مردم بود با تاکید بر مشارکت خود اهالی به پایان برسد و فرایبورگ را بعنوان یک مکان موفق در اجرای پروژه های پایداری و حذف کربن در جهان معرفی نماید (Little, 2005).

نتیجه‌گیری

با توجه با انچه در کلیات این مقاله بیان شده است با توجه به ویژگی های طبیعی هر مکان و با توجه با این مسئله که ما باید سعی در تعامل یا طبیعت داشته باشیم و هرگز قصدی بر ارائه قدرت و برتری خویش به طبیعت نداشته باشیم تا با راهکار هایی که در بطن خود طبیعت موجود است راه خود را شناسایی کرده و بسوی زندگی بهتر قدم برداریم شاید در ابتدای راه با موانع و مقاومت مسئولین و یا ساکنین مواجهه بشیم اما خاصیت اینگونه طرحها در بازگرداندن سرمایه در دراز مدت است که هم از لحاظ اقتصادی این سرمایه رو قابل لازیابی کرده و هم از لحاظ زیست محیطی سعی در تعامل با طبیعت بجای تخریب ان برمیاییم که خود موجب سلامت خود و خانواده خود و نسلهای آینده می شود و این مسئله مهم که روزی انرژی های فسیلی و غیرقابل تجدید به پایان خواهند رسید از دغدغه ذهنی ما خارج شده و ما نیاز خود را از خارج از محدوه سوخت های فسیلی می جوییم که علاوه بر اقتصادی بودن و پاک بودن باعث می شود نسلهای اینده هم در تامین نیازهای خویش به هیچ مشکلی بر نخورند که این یکی از اصول بسیار مهم و مطروحه در بحث توسعه پایدار است.

منابع:

۱. اهری, ز., و حبیبی, س. م. (۱۳۸۱). تحلیل دستور زبان طراحی در شالوده شهری اصفهان: ۱۱-۱۳ ه.ق زبان طراحی شهری در مکتب شهرسازی اصفهان .*شهرسازی:دکتری تخصص*. دانشگاه تهران.

۲. بنتلی, ا. ی., الکک, آ., مورین, پ., مک گلین, س., و اسمیت, گ. (۱۳۹۸). *محیط های پاسخده* (چهاردهم). دانشگاه علم و صنعت ایران .

۳. جعفری جبلی, ح. ;, و شهابی نژاد, ع. (۱۳۹۵). *میدان‌های شهری تاریخی با نگاهی ویژه به میدان امام علی (ع) (عتیق) اصفهان*. سازمان فرهنگی تفریحی شهرداری اصفهان.

٤. حیدری, ش., و غفاری جباری, ش .(۱۳۸۹) .منطقه راحتی حرارتی در اقلیم سرد و خشک ایران. *نشریه هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی*, ۲ (۴۴), ۳۷–۴۲.

٥. رازجویان, م. (۱۳۸۶). *کتاب آسایش در پناه باد* (دوم). دانشگاه شهید بهشتی . کتاب-آسایش-در-پناه-باد

٦. صادقی, س. (۱۳۹۱). *بازشناسی نقش تاریخی- فرهنگی میدان کهنه و بافت پیرامون آن در ساختار شهر اصفهان با رویکرد گردشگری- پیاده مداری*. هنر اصفهان.

۷. طاهباز, م., و جلیلیان, ش. (۱۳۹۰). *اصول طراحی معماری همساز با اقلیم در ایران با رویکرد به معماری مسجد*) ف. کاظمی ویرایش ;دوم .(دانشگاه شهید بهشتی.

www.SID.ir

Archive

۸. علیزاده, ا., کمالی, غ., موسوی, ف., و موسوی بایگی, م. (۱۳۹۴). *هوا و اقلیم شناسی* (شانزدهم). دانشگاه فردوسی مشهد .

۹. کسمائی, م. (۱۳۹۲). *اقلیم و معماری*. نشر خاک.

۱۰. هنرفر, لطف‌الله. (۱۳۷۶). تصویری از اصفهان پیش از اسلام. *وقف میراث جاویدان*, ۱۹—۲۰(۵), ۱۳ .

11. de Pommereau, I. (2006). New German community models car-free living . *Christian Science Monitor*.
12. Elam, L., & Tiller, J. (2005). *Affordable passive solar planbook for North Carolina*.
13. Energy, U. S. D. of. (2006). *Great Homes Checklist - Passive Solar Design*.
14. Ferrante, A., & Cascella, M. T. (2011). Zero energy balance and zero on-site CO2 emission housing development in the Mediterranean climate. *Energy and Buildings*, *43*(8), 2002–2010.
15. Little, J. (2005). Lessons from Freiburg on cooperative housing. *Building Life*.
16. Mikler, V., Bicol, A., & Breisnes, B. (2008). *City of Vancouver :Passive Design Toolkit*.
17. Porteous, C., & MacGregor, K. (2005). *Solar Architecture in Cool Climates* (First). Routledge.
18. Sartori, I., Napolitano, A., & Voss, K. (2012). Net zero energy buildings: A consistent definition framework. *Energy and Buildings*, *48*, 220–232.
19. Tedesco, F. C., Buhler, A. J., & Wortmann, S. (2019). Design, construction, and analysis of a passive indirect solar dryer with chimney. *Journal of Solar Energy Engineering, Transactions of the ASME*, *141*(3).
20. Thomas, W. D., & Duffy, J. J. (2013). Energy performance of net-zero and near net-zero energy homes in New England. *Energy and Buildings*, *67*, 551–558.

www.SID.ir