

مطالعات تکنولوژی در ساختمان های انرژی صفر



سیر انتخاب منبع انرژی

گذشته

بشر همواره بیشترین انرژی مورد نیاز خود را از منابع انرژی تجدید پذیر و پاک مانند **نور خورشید**، **باد و آب های روان** به دست می آورد و محل زندگی و یا خانه های خود را به گونه ای می ساخت که بیشترین استفاده را از این انرژی ها بنماید.

حال

در دوران اخیر به دلیل اکتشاف و فراوانی منابع انرژی فسیلی مانند **زغال سنگ**، **نفت و مشتقات آن و گاز طبیعی** و همچنین پایین بودن نسبی قیمت آن ها، به استفاده بی رویه و کم بازده از این منابع انرژی اقدام نمود و کم کم فرهنگ استفاده از انرژی های تجدید پذیر به فراموشی سپرده شد.

آینده

به دلایل

- کاهش شدید منابع انرژی فسیلی
- بالا رفتن قیمت آن ها
- مشکلات و معضلات زیست محیطی
- تولید زیاد گازهای گلخانه ای

دوباره استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر، به صورت جدی تر مطرح گردیده است.

۱

کاهش میزان اتلاف و هدر رفت انرژی

این امر معمولاً از طریق روش‌های مختلف از جمله استفاده از مصالح مناسب و عایق‌ها، پنجره‌های دو یا چند جداره و خاص، درزبندی کامل و مناسب و موارد دیگر صورت می‌گیرد.

۲

کاهش نیاز به مصرف انرژی در ساختمان

در این زمینه نیز راه‌کارهایی از جمله استفاده از نور خورشید در روز برای روشنایی، تهویه و جریان طبیعی هوا در ساختمان، بهره‌بردن از انرژی گرمایی خورشید در زمستان و موارد دیگر وجود دارد. شایان ذکر است که محدودیتی در طراحی و معماری ساختمان انرژی صفر وجود ندارد و حتی می‌تواند به صورت معماری سنتی، مدرن و ... طراحی و ساخته شود.

۳

تامین انرژی مورد نیاز ساختمان از منابع تجدید پذیر

جبران کمبود انرژی مورد نیاز و مواردی مانند روشنایی در شب، باید از تجهیزاتی که می‌توانند از منابع پاک و تجدید پذیر، انرژی تولید کنند استفاده نمود. این تجهیزات شامل سلول‌های فوتوولتائیک (که انرژی خورشیدی را به برق مستقیم تبدیل می‌کند)، توربین‌های بادی، آب گرم کن خورشیدی و مواردی از این دست می‌باشد.

```
graph TD; A((low energy house)) --- B((Today, there are FIVE main categories of energy efficient houses:)); B --- C((energy-plus-house)); B --- D((passive house (ultra-low energy house))); B --- E((autonomous building (house with no bills))); B --- F((zero-energy house (or net zero energy house)))
```

low energy house

energy-plus-house

Today, there are **FIVE** main categories of energy efficient houses:

passive house (ultra-low energy house)

autonomous building (house with no bills)

zero-energy house (or net zero energy house)

با در نظر گرفتن کلیه حالات، ۴ گروه برای ساختمان های ZE ارائه شده است:

- ❖ **Net Zero Site Energy**: یک ساختمان با مکان انرژی خالص صفر، انرژی بیشتری از میزان مصرفش در طی سال تولید می کند، وقتی که در آن مکان (سایت) محاسبه می شود.
- ❖ **Net Zero Cost Energy**: در یک ساختمان با هزینه انرژی صفر، مقدار پولی که شبکه سراسری به ازای انرژی صادر شده از ساختمان به شبکه به مالک ساختمان می پردازد، برابر است با پولی که مالک به شبکه برق به ازای خدمات انرژی و انرژی مصرفی خود در یک سال می پردازد.
- ❖ **Net Zero Source Energy**: یک ساختمان با منبع انرژی خالص صفر، انرژی بیشتری از میزان مصرفش در طی سال تولید می کند، وقتی که در آن منبع محاسبه شود. منبع انرژی اشاره دارد به انرژی اولیه استفاده شده برای تولید و تحویل انرژی به سایت.
- ❖ **Net Zero Emission Energy**: یک ساختمان که انرژی خود را از طریق منابع تجدیدپذیر تولید می کند و بیشتر از میزان مصرفش در طی سال است.

ساختمان های انرژی صفر (Off Grid)

ایده ال ترین نوع این ساختمان ها، ساختمان های انرژی صفر (Zero Energy Buildings) می باشد که باید بدون اتصال به شبکه برق و یا استفاده از سوخت فسیلی، کلیه احتیاجات خود به انرژی را از انرژی های پاک و تجدید پذیر مانند انرژی خورشیدی تامین کند که به این نوع طراحی Off Grid گفته می شود.

ساختمان های انرژی صفر (Net Zero Energy)

نوع دیگر این ساختمان ها، ساختمان های Net Zero Energy می باشند (NZEB). این ساختمان ها به شبکه متصل می باشند و در مواقعی که مازاد انرژی دارند، این انرژی را به شبکه انتقال می دهند و در زمانی که نیاز به جبران کمبود انرژی دارند، از شبکه انرژی می خردند ولی در یک دوره یک ساله میزان انرژی گرفته شده از شبکه، مساوی (و گاهی کمتر) از انرژی تحویلی به شبکه می باشد.

مطالعات ساختمان های انرژی صفر

به طور خلاصه می توان موارد کلی که باید در طراحی ساختمان انرژی صفر در نظر گرفت به شرح ذیل دسته بندی نمود:

- ۱- استفاده از سیستم های غیرفعال خورشیدی (استفاده طبیعی از نور خورشید بدون به کار بردن تجهیزات خاص)
- ۲- استفاده از تجهیزات با بازدهی بالا (از جمله چراغ های کم مصرف، یخچالهای پربازده)
- ۳- تولید انرژی برق از طریق باد، نور خورشید و ... (انرژی های تجدیدپذیر پاک)
- ۴- کنترل و مانیتورینگ مصارف انرژی در ساختمان
- ۵- اصلاح فرهنگ افراد در زمینه انرژی

در گزارش حاضر، ابتدا به انواع منابع انرژی تجدیدپذیر که برای تأمین انرژی مورد نیاز یک ساختمان انرژی صفر(برق، انرژی گرمایی) به کار می روند پرداخته می شود سپس راهکارهای استفاده از پدیده های طبیعی مانند نور خورشید در روز برای روشنایی، استفاده از مصالح جدید، پنجره های هوشمند، تهویه طبیعی هوای ساختمان و ... می باشد

منابع انرژی تجدیدپذیر

انرژی های تجدید پذیر، انرژی هایی هستند که منشاء طبیعی دارند و خود به خود بازتولید می شوند. انواع مختلفی از این انرژی ها در دسترس بشر می باشد ولی تاکنون تنها استفاده از بعضی از این انرژی ها به مرحله تجاری رسیده است. از جمله این انرژی ها می توان به انرژی خورشیدی و انرژی باد اشاره نمود. این انرژی ها را می توان با تجهیزات خاصی مانند سلولهای فوتوولتاییک و توربین های بادی به انرژی برق تبدیل نمود و یا از گرمای انرژی خورشیدی به صورت مستقیم (برای گرمایش و تهیه آب گرم) بهره برد. در گزارش ذیل انرژی های تجدید پذیری که بیشترین استفاده را در ساختمان های انرژی صفر دارند، توضیح داده شده است که شامل موارد ذیل می باشند:

تولید برق از نور خورشید و سلول های فوتوولتاییک

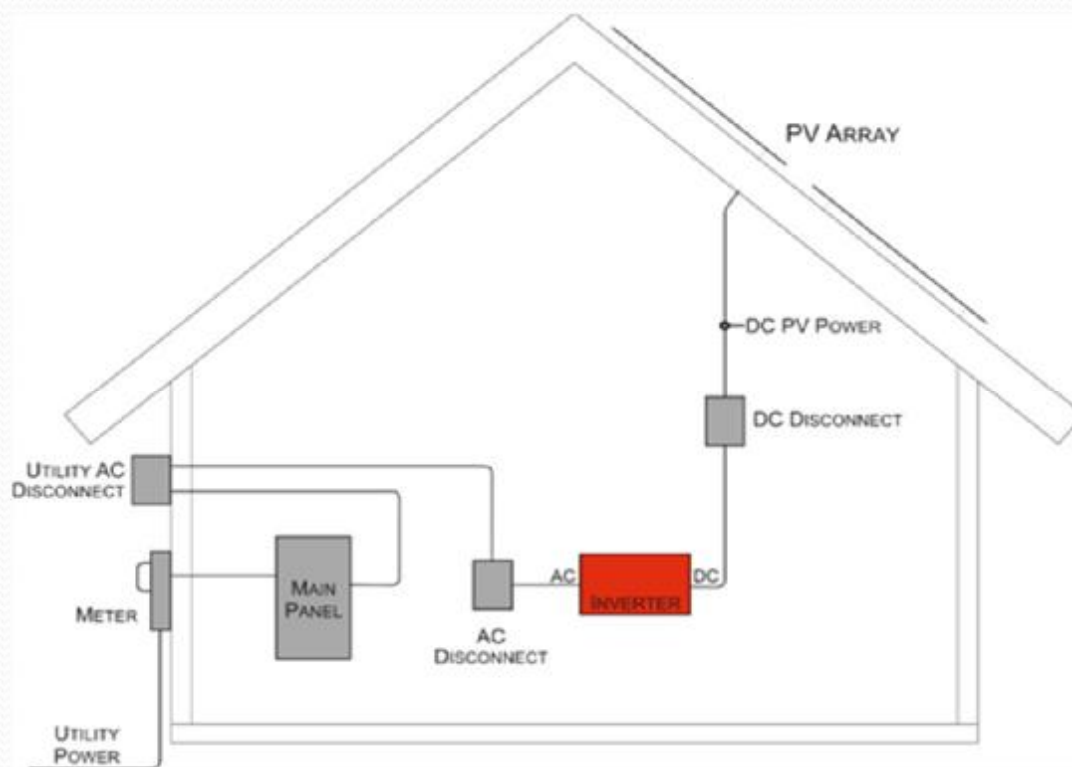
تولید برق از انرژی باد و توربین های بادی

تأمین انرژی گرمایی از نور خورشید



تولید برق از نور خورشید

یکی از راه های تولید انرژی برق در ساختمان های انرژی صفر استفاده از نیروی خورشیدی است. به این منظور می توان از سلول های فوتوولتاییک (PV) استفاده نمود. این سلولها نور خورشید را مستقیما به جریان مستقیم برق تبدیل می کنند و سپس این جریان توسط یک تبدیل کننده به جریان برق متناوب تبدیل می شود و در ساختمان توزیع می گردد.



تولید برق از نور خورشید

- تکنولوژی اکثر سلول های فوتوولتاییک بر مبنای مواد نیمه رسانا می باشد.
- طول عمر این سلولها معمولا زیاد و در حدود ۳۰ سال می باشد و نیاز به تعمیر و نگهداری ندارد. اما عمر دستگاه های تبدیل کننده حدود ۵ تا ۱۰ سال است.
- سلول های فوتوولتاییک را می توان به صورت متحرک، به گونه ای که در جهت تابش نور خورشید حرکت کند، طراحی نمود. این سیستم قیمت و پیچیدگی بیشتری دارد ولی بیش از ۲۰ درصد برق بیشتری تولید می کند.

تولید برق از نور خورشید

هم اکنون انواع زیادی از سلول های فوتوولتاییک با قابلیت ها و خصوصیات مختلف تولید می شود که می توان در ۳ نسل آن ها را دسته بندی نمود:

نسل اول) ویفر سیلیکونی

که لایه ضخیم می باشد و برق بیشتری تولید می کند و تکنولوژی آن جا افتاده است و لی قیمت آن بالاتر است.

نسل دوم) لایه نازک

که نازکتر بوده و قابل انعطاف نیز می باشد و در نتیجه امکان کاربرد آن در قسمت های بیشتری از ساختمان است. از نظر قیمت ارزان تر است ولی برق کمتری تولید می کند.

نسل سوم)

هدف از تولید این سلول ها، قیمت کم و بازده بالا می باشد. این سلولها نیز انعطاف پذیر و سبک می باشند ولی تکنولوژی آنها هنوز به مرحله بلوغ نرسیده است.

تولید برق از نور خورشید



تولید برق از نور خورشید



تولید برق از نور خورشید

استفاده از سطوح فرعی و جانبی ساختمان مانند سقف پارکینگ ها برای نصب سلولهای PV



تولید برق از نور خورشید

سلولهای فوتوولتاییک در کنار سیستم روشنایی طبیعی



تولید برق از باد

● یکی از منابع انرژی تجدید پذیر که از زمان های قدیم نیز توسط انسان استفاده می شده است، نیروی باد است. امروزه با کمک ژنراتورها می توان حرکت دوار ایجاد شده توسط باد را به انرژی برق تبدیل نمود. هرچند بهره گیری از این نوع انرژی بیشتر در مناطقی که بادهای دائمی و یکنواخت دارند، بازدهی مناسب دارد.

● در حال حاضر توربین های بادی و ژنراتورهای مختلفی وجود دارد که توان تولید برق از چند صد وات تا چندین مگاوات را از انرژی باد ممکن ساخته است.



تولید برق از باد



یکی از موارد مهم مربوط به انرژی باد، محل قرار گیری و ارتفاع نصب توربین است. به گونه ای که حتی برای ژنراتورهای کوچک که تا چند کیلووات برق تولید می کنند، توربین باید حدود ۱۰ تا ۱۵ متر بالاتر از تمام سازه ها و موانع طبیعی (مانند درختان) موجود در شعاع حدود ۱۵۰ متری باشد. توربین های بزرگ را نیز باید حداقل در ارتفاع ۳۳ متری و بیشتر از سطح زمین نصب نمود. چراکه در ارتفاع بالاتر، باد با سرعت بیشتر و یکنواخت تر می وزد.

تولید برق از باد

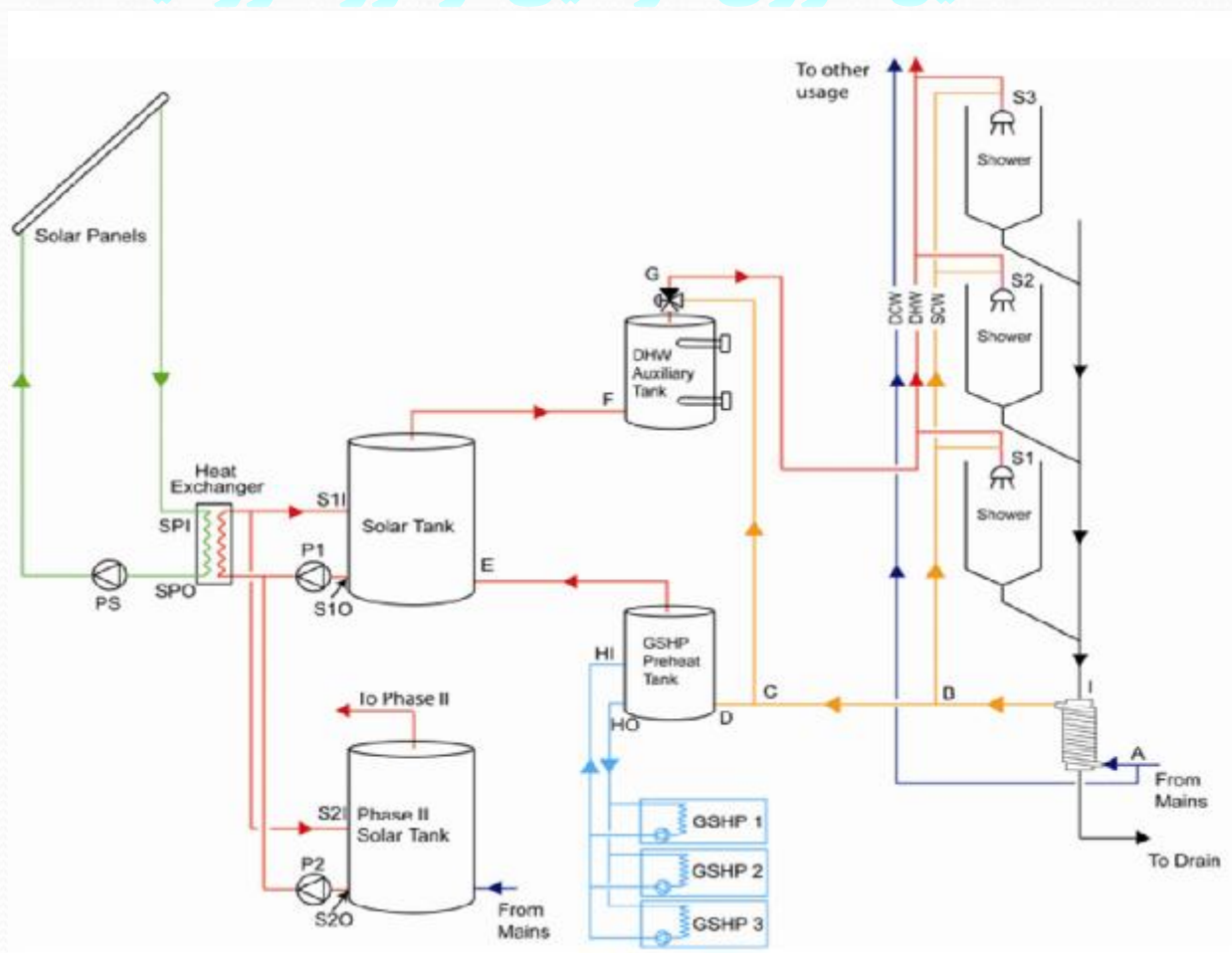


بعضی طراحان ساختمان های انرژی صفر ترجیح می دهند از ژنراتورهای خیلی کوچک که روی سقف ساختمان قابل نصب باشد استفاده کنند. این ژنراتورها کمتر از ۲ کیلووات برق تولید می کنند.

تأمین انرژی گرمایی از نور خورشید

- یکی دیگر از موارد استفاده انرژی خورشیدی، تهیه آب گرم بهداشتی می باشد. آب گرم بهداشتی برای مصارفی مانند حمام، شستشو و گرم کردن آب استخر به کار می رود.
- برای گرم کردن آب با کمک نور خورشید، نیاز به یک جمع کننده انرژی می باشد که به آن Collector گفته می شود. این تجهیز، بر خلاف سلول های فوتوولتاییک که نور را به انرژی برق تبدیل می کند، مستقیماً از گرمای خورشید برای گرم کردن استفاده می کند.
- در مناطق گرم، می توان تقریباً در تمام فصول سال از گرمای خورشید استفاده نمود. حتی در مناطق سردسیر نیز در ماههای زیادی می توان از این انرژی استفاده کافی نمود.
- یکی از سیستم های تهیه آب گرم با کمک انرژی خورشیدی، مدعی است که در کشور انگلیس (که آب و هوای سرد و ابری دارد) می تواند با یک کلکتور ۲ تا ۵ متر مربعی، ۴۰ تا ۵۰ درصد از انرژی سالیانه مورد نیاز برای تهیه آب گرم ۶۰ درجه سانتیگراد را تأمین کند. این سیستم می تواند ۸۰۰ تا ۱۷۵۰ کیلووات ساعت انرژی در سال تأمین کند.

تأمین انرژی گرمایی از نور خورشید

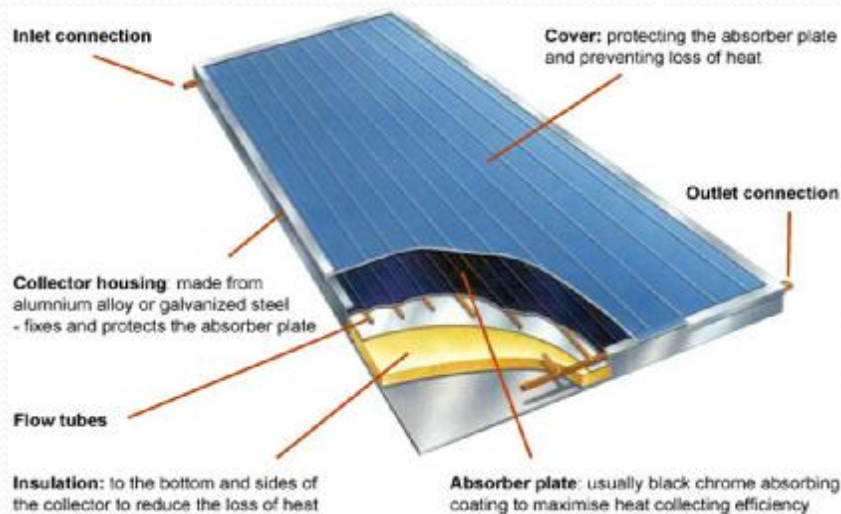


نمودار جریان سیستم خورشیدی آب گرم بهداشتی برای ساختمان ۳ طبقه

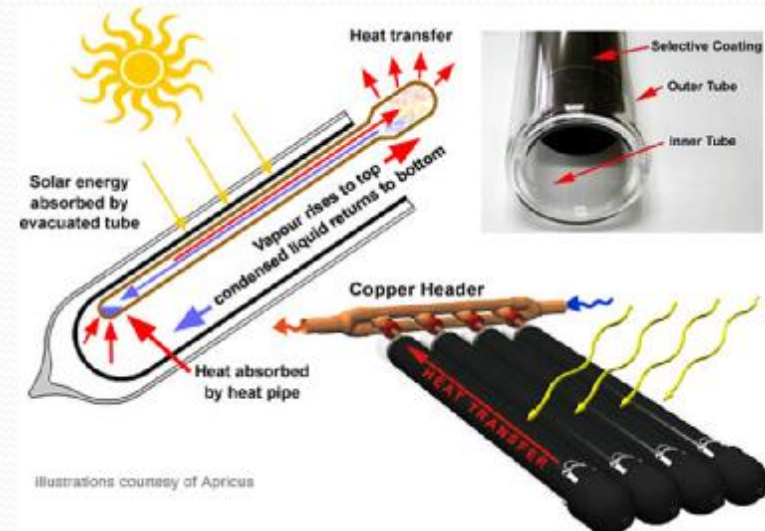
تأمین انرژی گرمایی از نور خورشید

کلکتورها

کلکتورها که انرژی خورشید را جذب و گرمای مورد نیاز برای گرم کردن آب تبدیل می کنند، انواع مختلفی دارند ولی دو نوع اصلی آن عبارت است از :



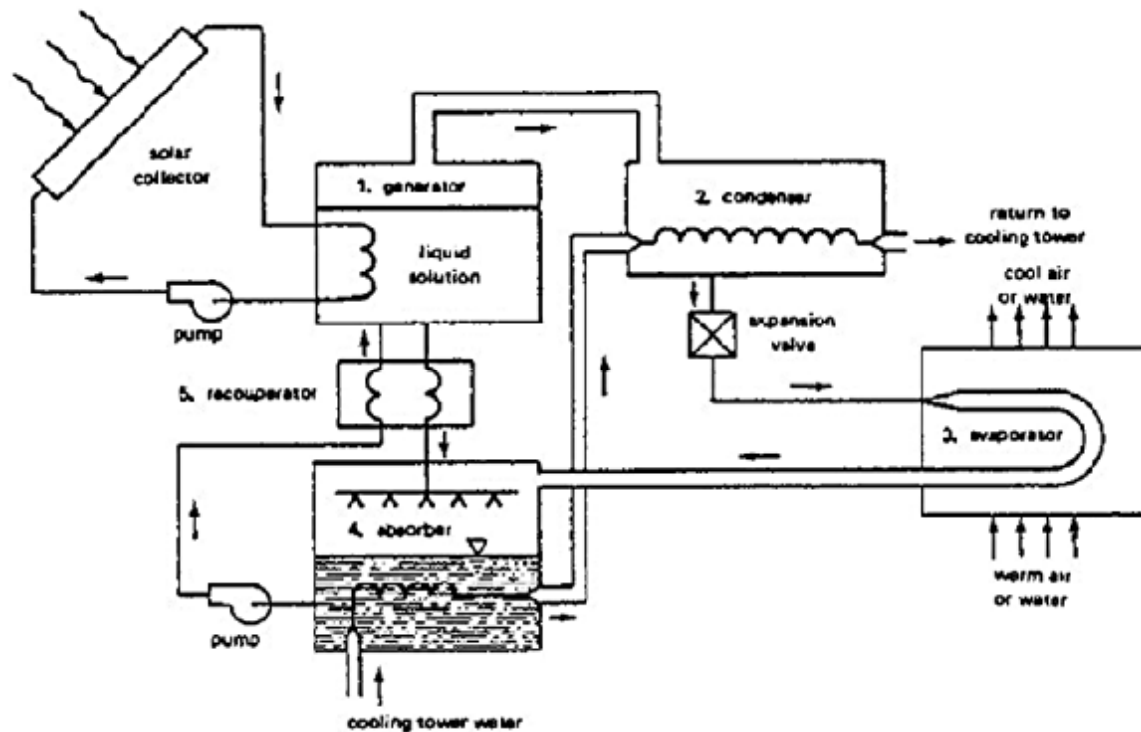
کلکتور مسطح (Flat Plate Collectors)



کلکتور لوله ای (Evacuated Tube Collectors)

سیستم سرمایش خورشیدی با کمک چیلر جذبی

به دلیل وجود آفتاب فراوان در تابستان، می توان از انرژی نور خورشید برای راهبری سیستم سرمایشی استفاده نمود. روش های مختلفی برای این کار موجود است. روش اول **تبدیل نور خورشید به برق** و استفاده از برق برای سرمایش می باشد. در روش دیگر با **استفاده از کلکتورهای خورشیدی و چیلرهای جذبی** می توان سیستم سرمایشی برای ساختمان های انرژی صفر طراحی نمود که در ادامه ارائه شده است.



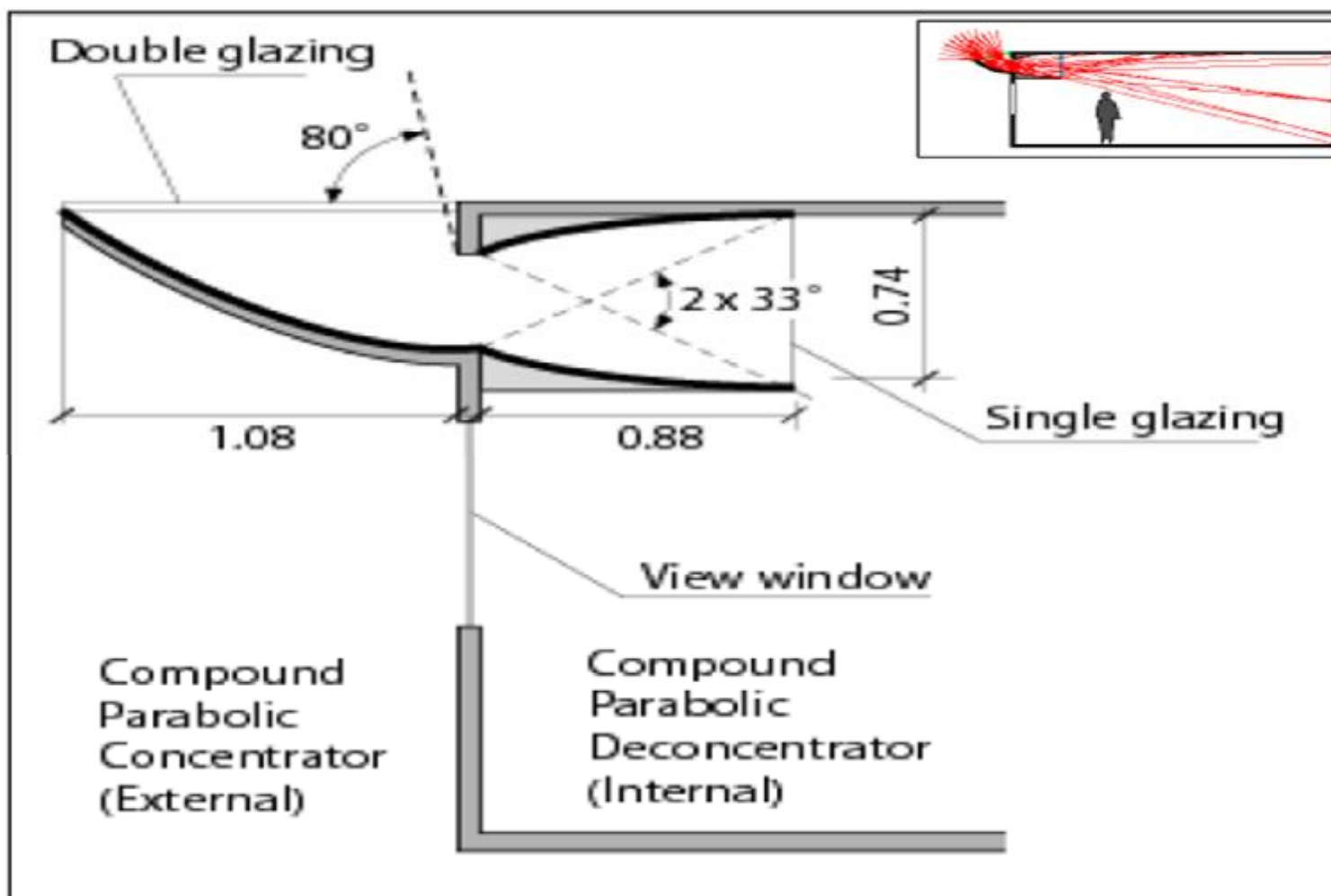
روشنایی

تامین روشنایی در ساختمان به دو قسمت روشنایی در هنگام روز و روشنایی در شب تقسیم می گردد.

● برای تامین روشنایی در شب باید از سلول های فوتوولتاییک و باتری های مربوطه استفاده نمود که نور خورشید را در طول روز جذب کرده و ضمن تبدیل به نیروی برق آن را ذخیره می نمایند و در شب به مصرف چراغ ها می رسد.

● اما برای تامین روشنایی لازم در طول روز (روشنایی طبیعی)، می توان با پیش بینی نکاتی در نما و معماری ساختمان به نور کافی بدون نیاز به مصرف انرژی و تنها با استفاده از نور طبیعی خوشید دست یافت. شایان ذکر است نور خورشید حتی هنگام ابری بودن آسمان در فصل زمستان نیز تا ۷،۰۰۰ لوکس (LUX) روشنایی دارد (به غیر از زمان طلوع و غروب). و این در حالی است که نیاز فضاهای عمومی مانند کلاس ها و ادارات تنها بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ لوکس می باشد.

سیستم روشنایی آنیدولیک



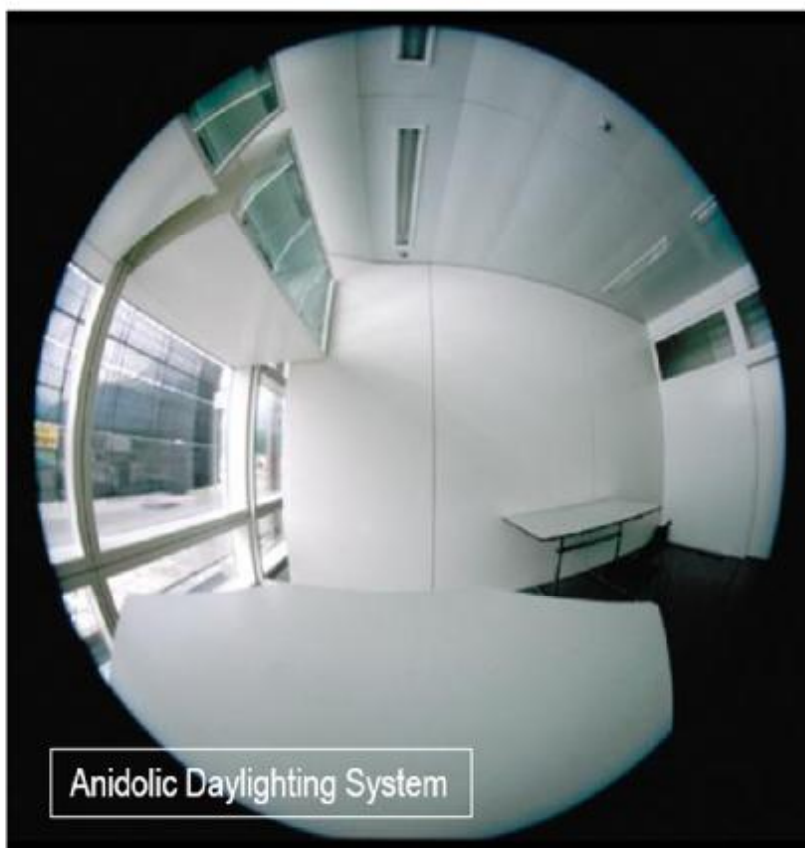
سیستم روشنایی آنیدولیک که با کمک سطوح بازتاب دهنده، نور را به فضای داخل اطاق هدایت می کند

سیستم روشنایی آیدولیک

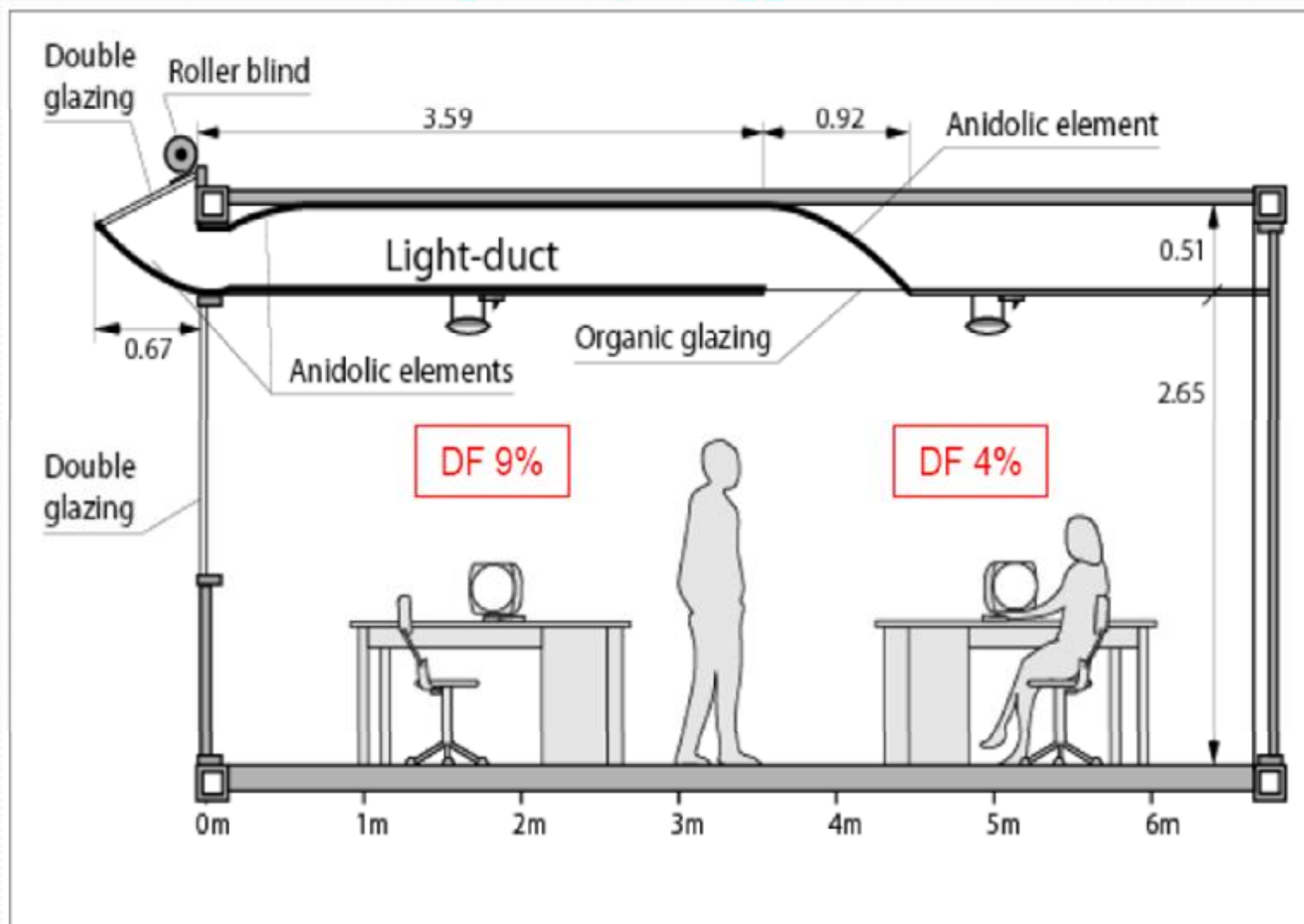


سیستم روشنایی آنیدولیک

مقایسه تفاوت میزان نور در یک اتاق در دو حالت نوردهی
بیشتر بودن نور در سیستم نوردهی آنیدولیک نسبت به حالت متداول شیشه دو جداره واضح می باشد



سیستم روشنایی آنیدولیک



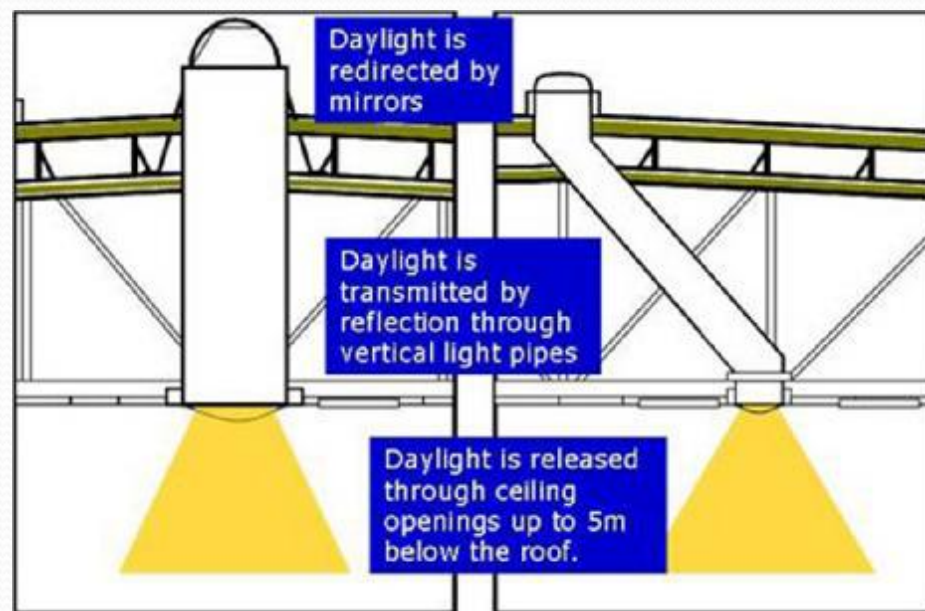
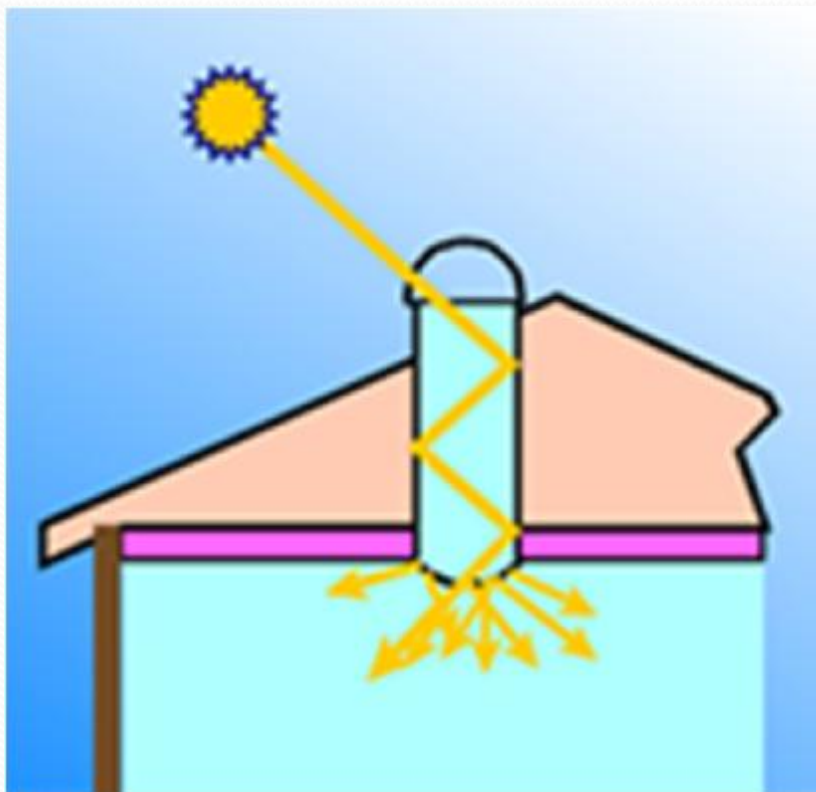
سیستم آنیدولیک کامل تر برای هدایت نور در اطاق با عمق زیاد

سیستم روشنایی آینده‌ولیک



لوله های نوری

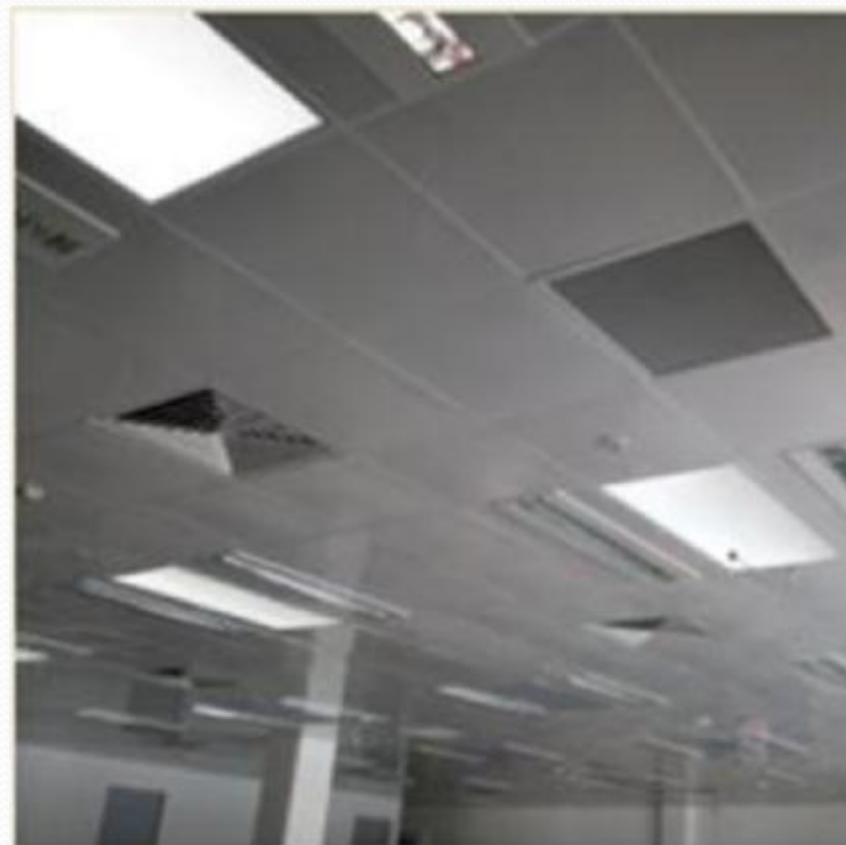
استفاده از نورگیر ها نیز برای روشنایی از قدیم مرسوم بوده است و اکنون نیز یکی از روش های تأمین روشنایی ساختمان در طول روز می باشد. اما برای نوردهی به فضاهایی که دسترسی به پنجره یا نورگیر ندارد، می توان از **لوله های نوری (Light Pipes or Light Tubes)** استفاده نمود که نور را از سقف ساختمان با کمک صفحات شفاف منتقل کننده نور و همچنین بازتاب دهنده ها به داخل اطاق هدایت می کند.



لوله های نوری



روشنایی طبیعی



عایق کاری

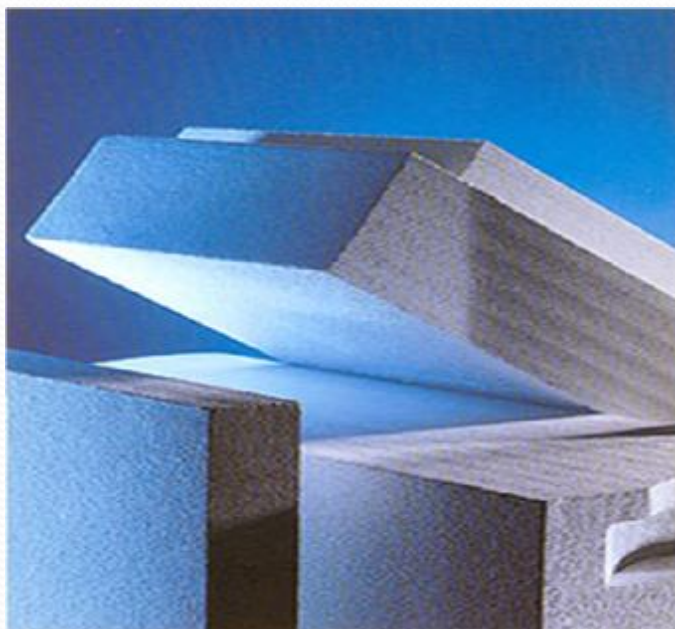
● جداره های خارجی شامل **دیوارها، بام و کف ساختمان**، چه در تابستان و چه در زمستان بیشترین سهم را در اتلاف انرژی ساختمان ها دارند. به خصوص اگر از پنجره های عایق استفاده شود، عامل باقی مانده اصلی اتلاف انرژی در ساختمان، جداره های خارجی می باشد. از اینرو عایق کاری جداره های خارجی ساختمان از اهمیت بسزایی برخوردار است و لذا در ساختمان های انرژی صفر حتما باید از عایق کاری مناسب برای دیوار ها و سقف استفاده نمود.

● نکته مهم در انتخاب عایق میزان **مقاومت حرارتی** آن است. هر قدر که این مقاومت بالاتر باشد حرارت کمتری از لایه های عایق عبور می کند و صرفه جویی بیشتری به همراه دارد. شایان ذکر است که سفید کردن رنگ جداره های بیرونی ساختمان در مناطق گرم، باعث کاهش اتلاف انرژی در تابستان شده و به نوعی مانند یک عایق عمل می کند. بعضی **مصالح جدید نیز ضریب انتقال حرارت پایینی دارند** و استفاده از آن ها به عایق شدن ساختمان کمک می کند.

عایق کاری

بتن هوادار اتوکلاو شده (AAC)

بتن هوادار اتوکلاو شده که بطور اختصار AAC و یا بتن گازی نامیده می شود، بتنی است که دارای ساختار متخلخل می باشد. بلوک های AAC به عنوان پرکننده در قاب های سازه ای، دیوارهای جداکننده داخلی غیرباربر، دیوارهای جداکننده مابین واحدها، دیوار محافظ در برابر انتشار آتش بکار برده می شود. این محصول قابلیت پانل شدن در کارخانه را دارد. پانل های دیواری به دو صورت افقی و عمودی قابل کاربرد می باشند. پانل های سقفی نیز باید روی دیوار باربر و یا سازه فلزی یا بتنی نصب شود.



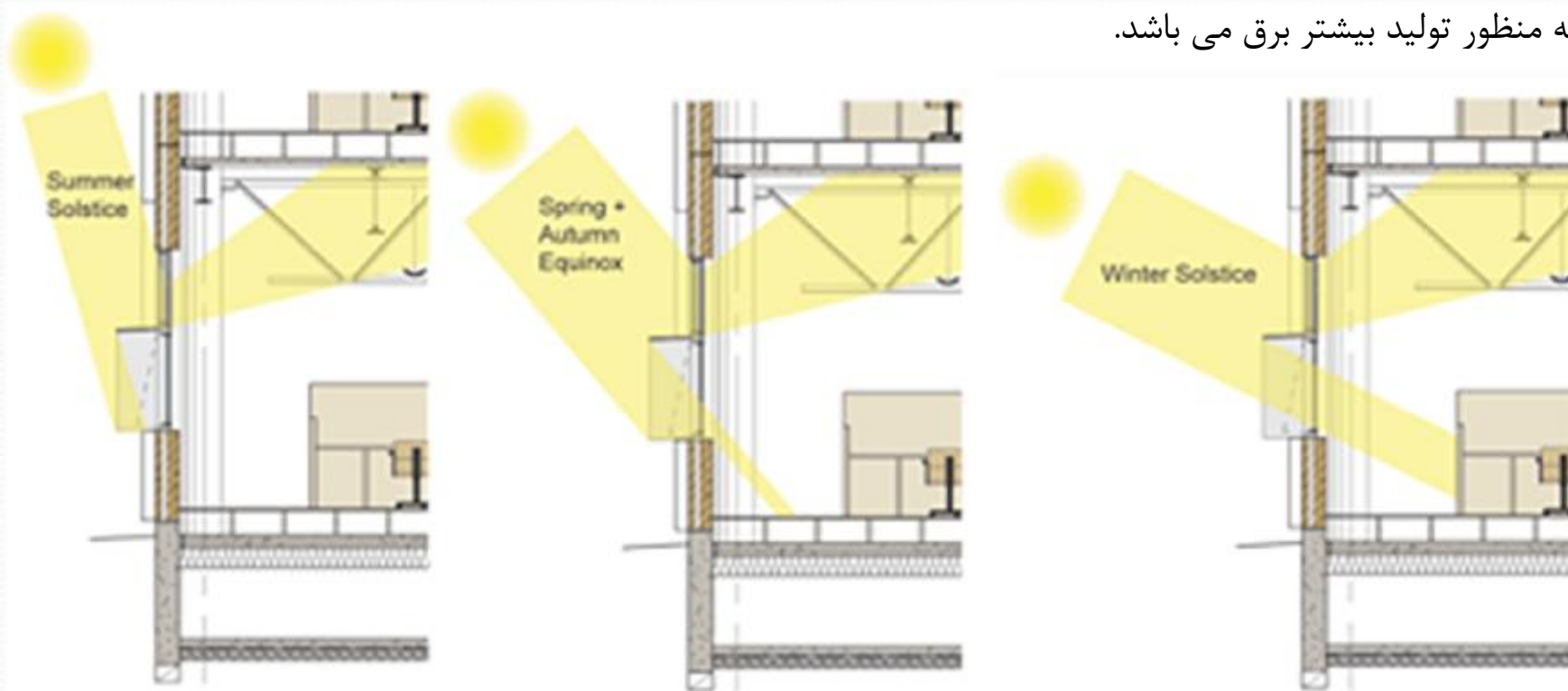
این محصول ضمن سبک بودن و مصرف کمتر سیمان، مزایای زیادی دارد که یکی از این خواص که می تواند در ساختمان های انرژی صفر مفید باشد، پایین بودن ضریب انتقال حرارت است که باعث کاهش از دست رفت انرژی و در نتیجه کم شدن انرژی مورد نیاز برای گرمایش و سرمایش ساختمان می شود.

ضریب هدایت حرارتی بتن هوادار اتوکلاو شده

ضریب هدایت حرارتی (w/mk)	مشخصات جداره
۲/۷۷	دیوار بتنی به ضخامت ۱۵ سانتیمتر
۱/۸۱	دیوار آجری به ضخامت ۳۵ سانتیمتر با ۵/۲ سانتیمتر اندود گچی
۰/۸۵	سقف با ۱۵ سانتیمتر بتن و ۳ سانتیمتر پلاستوفوم و ۵ سانتیمتر بتن پوششی
۰/۴۸	دیوار بتنی به ضخامت ۱۵ سانتیمتر و با ۴ سانتیمتر هوای محبوس و ۴ سانتیمتر پانل گچی
۰/۲۴	سقف تیرچه بلوک با پلاستر زیرسقف و پوکه ملات و آسفالت
۰/۱۷	دیوار با بلوک های AAC به ضخامت ۲۰ سانتیمتر

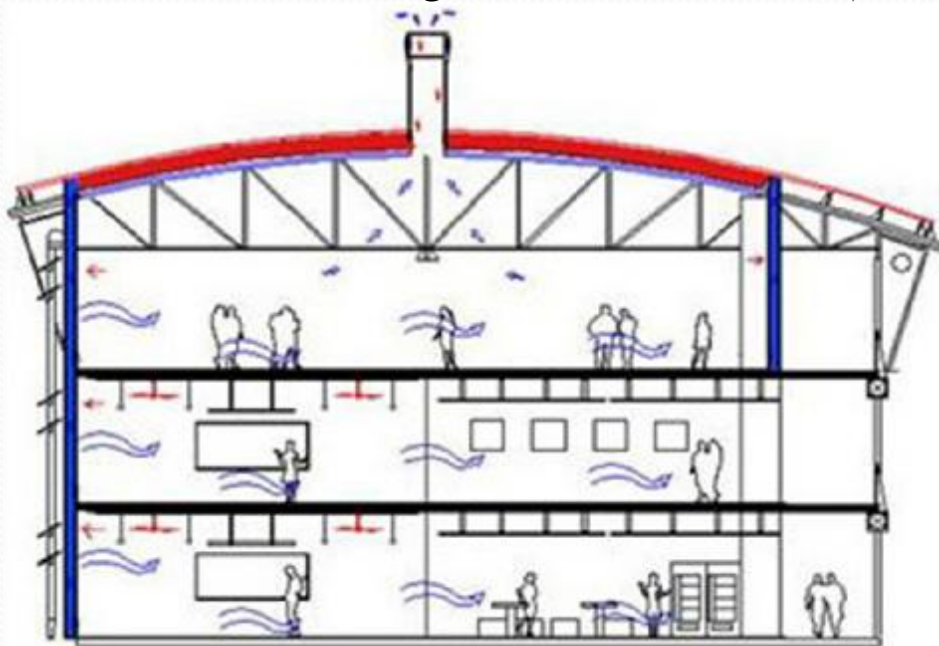
استفاده از آفتابگیر در ساختمان

استفاده از آفتابگیر بالای پنجره ها باعث کاهش ورود گرمای ناخواسته به درون ساختمان در فصل تابستان شده و در نتیجه باعث کم شدن انتقال حرارت بین ساختمان و هوای محیط می گردد. این امر باعث کاهش نیاز به مصرف انرژی برای خنک نگه داشتن هوای ساختمان می شود. یکی دیگر از مزایای آفتابگیر، امکان نصب سلولها فتوولتائیک روی آن، به منظور تولید بیشتر برق می باشد.



تهویه طبیعی هوای ساختمان

یکی دیگر از راه های کاهش مصرف انرژی به خصوص در فصولی از سال که هوای بیرون از ساختمان مناسب می باشد، استفاده از یک سیستم تهویه طبیعی هوای درون ساختمان است. در واقع این سیستم ایده جدیدی نمی باشد و در طول تاریخ، توسط معماران خلاق در سراسر دنیا طرح و اجرا می شده است. در این سیستم هوا باید از محل های مشخصی وارد ساختمان شده و پس از طی مسیر مشخص در ساختمان از محل دیگری خارج شود. با اجرای این سیستم هوای داخل ساختمان مطبوع شده و نیاز کمتری به مصرف انرژی برای تهویه مطبوع می باشد.

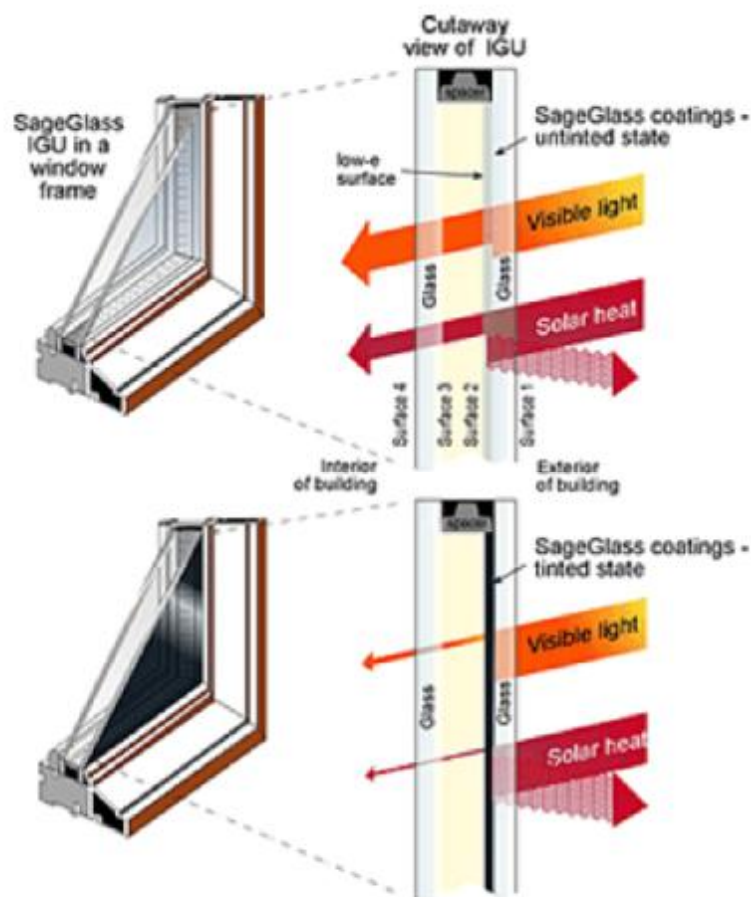


تهویه طبیعی ساختمان



ترکیب سیستم تهویه طبیعی و سلولهای فوتوولتائیک

پنجره ها (یا شیشه های) هوشمند (Smart Glasses)



استفاده از پنجره های دو یا چند جداره با روکش هایی که میزان عبور نور خورشید را کاهش می دهد، مدتی است که ساختمان ها رواج یافته است ولی یک نوع جدید از پنجره ها که به پنجره ها (یا شیشه های) هوشمند معروف هستند، قابلیت بیشتری برای استفاده در ساختمان های انرژی صفر دارند. این پنجره ها ضمن اینکه از عایق بندی بسیار خوبی دارند، می توانند میزان عبور نور، تشعشع و حرارت را از پنجره کنترل و تنظیم کنند.

پنجره ها (یا شیشه های) هوشمند (Smart Glasses)

انواع مختلفی از تکنولوژی ها که در پنجره های هوشمند به کار می رود که هرکدام مزایا و معایبی دارد. بعضی از این تکنولوژی ها شامل موارد ذیل می باشد:

■ **فوتوکرومیک یا فوتو کروماتیک:** (شیشه با برخورد نور UV تیره می شود. قابل کنترل نمی باشند).

■ **کریستال مایع:** (LCD ، مایعاتی که خواصی بین مایع و کریستال دارند و باعث می شود بتوان شیشه را کاملاً مات یا کاملاً شفاف نمود).

■ **آشکارسازی ذرات معلق:** (پنجره هایی که حاوی ذرات معلق میکروسکوپی بوده و با اتصال جریان برق شفاف می گردد. با کنترل میزان ولتاژ برق، می توان میزان نور، تشعشع و گرمای عبوری را کنترل نمود).

■ **الکتروکرومیک:** (تکنولوژی پیچیده تری نسبت به ذرات معلق دارد و حاوی چند لایه ماده با خواص یونی است ولی مانند آن با جریان برق قابل تنظیم در برابر عبور نور، تشعشع و گرمای خورشید می باشد. می توان آن را برای حذف طول موج های خاص (مانند ماودن قرمز که تولید گرما می کند) تنظیم نمود).

نمونه های اجرا شده ساختمان انرژی صفر

■ ساختمان انرژی صفر موسسه BCA در سنگاپور

عنوان	توضیحات
محل اجرای طرح	کشور سنگاپور
مساحت ساختمان	۴۵۰۰ متر مربع
کاربری	ساختمان اداری و آموزشی
منبع تامین انرژی	خورشید
سطح سلولهای خورشیدی	۱۵۴۰ مترمربع روی سقف ساختمان و سقف پارکینگ ها و ...
انرژی استحصال شده خورشیدی	۲۰۷۰۰۰ کیلووات ساعت در سال
هزینه اجرای طرح	۷.۸۶ میلیون دلار
هزینه اجرای طرح به ازاء هر متر مربع	۱۷۴۳ دلار
زمان بهره برداری	۲۰۰۹ م
مصرف واقعی انرژی در سال	۱۸۳۰۰۰ کیلووات ساعت در سال

ساختمان انرژی صفر موسسه BCA در سنگاپور

سیستم های مختلفی در این ساختمان به کار گرفته شده است تا هم مصرف انرژی را کاهش یابد و هم به جای انرژی حاصل از سوخت های فسیلی، از انرژی خورشیدی استفاده شود. در ذیل به این سیستم ها اشاره می شود:

سیستم روشنایی

- لامپ های کم مصرف
- کلید های روشن و خاموش کنترل شونده توسط سنسور های نوری
- داکت ها و لوله های نور

سیستم تهویه مطبوع

- چیلرهای با تکنولوژی های پیشرفته
- موتورهای محرک با سرعت متغیر
- سیستم گردش و تهویه هوای طبیعی (دودکش خورشیدی)
- سیستم تهویه مختص افراد (در مجموع باعث کاهش ۴۰ درصدی در مصرف انرژی شده است)
- سنسور برای تشخیص تعداد افراد حاضر (تنظیم میزان تهویه هوا و دمای اطاق بر اساس آن)

ساختمان انرژی صفر موسسه BCA در سنگاپور

❖ سیستم فعال کنترل و مدیریت

در این ساختمان یک سیستم مانیتورینگ، کنترل و مدیریت برای کلیه تجهیزات و فضاها و میزان مصرف انرژی در نظر گرفته شده است.

❖ پنجره های خاص

در این ساختمان ۴ نوع پنجره امتحان شده است که شامل پنجره های الکتروکرومیک، شیشه های فوتوولتائیک، پنجره های دو جداره دارای یک صفحه کدر برای استفاده در زمان شدید بودن نور، و پنجره های دو جداره معمولی که بین جداره ها هوای خشک وجود دارد.

❖ آفتابگیر

در ساختمان از آفتاب گیرها برای کاهش ورود حرارت ناخواسته به داخل ساختمان استفاده شده است.

ساختمان انرژی صفر موسسه BCA در سنگاپور



ساختمان انرژی صفر موسسه BCA در سنگاپور



مرکز میراث آلدو لئوپولد

عنوان	توضیحات
محل اجرای طرح	در ایالت ویسکانسین آمریکا (آب و هوای سرد و مرطوب)
مساحت ساختمان	۱۱۰۰ متر مربع
کاربری	ساختمان اداری و آموزشی
منبع تامین انرژی	خورشید
توان انرژی الکتریکی نصب شده	حدود ۳۷ کیلووات
انرژی استحصال شده خورشیدی	۶۱،۲۵۰ کیلووات ساعت در سال
هزینه اجرای طرح	۳/۹ میلیون دلار
هزینه اجرای طرح به ازاء هر متر مربع	۳۵۰۰ دلار
زمان بهره برداری	۲۰۰۷ م
این ساختمان ها به گونه ای طراحی شده اند که حدود ۷۰ درصد نسبت به ساختمان ها استاندارد معمول در آمریکا، کمتر انرژی مصرف کنند	

مرکز میراث آلدو لئوپولد



EXHIBIT L

ALDO LEOPOLD LEGACY CENTER
Overall Courtyard View

مرکز میراث آلدو لئوپولد

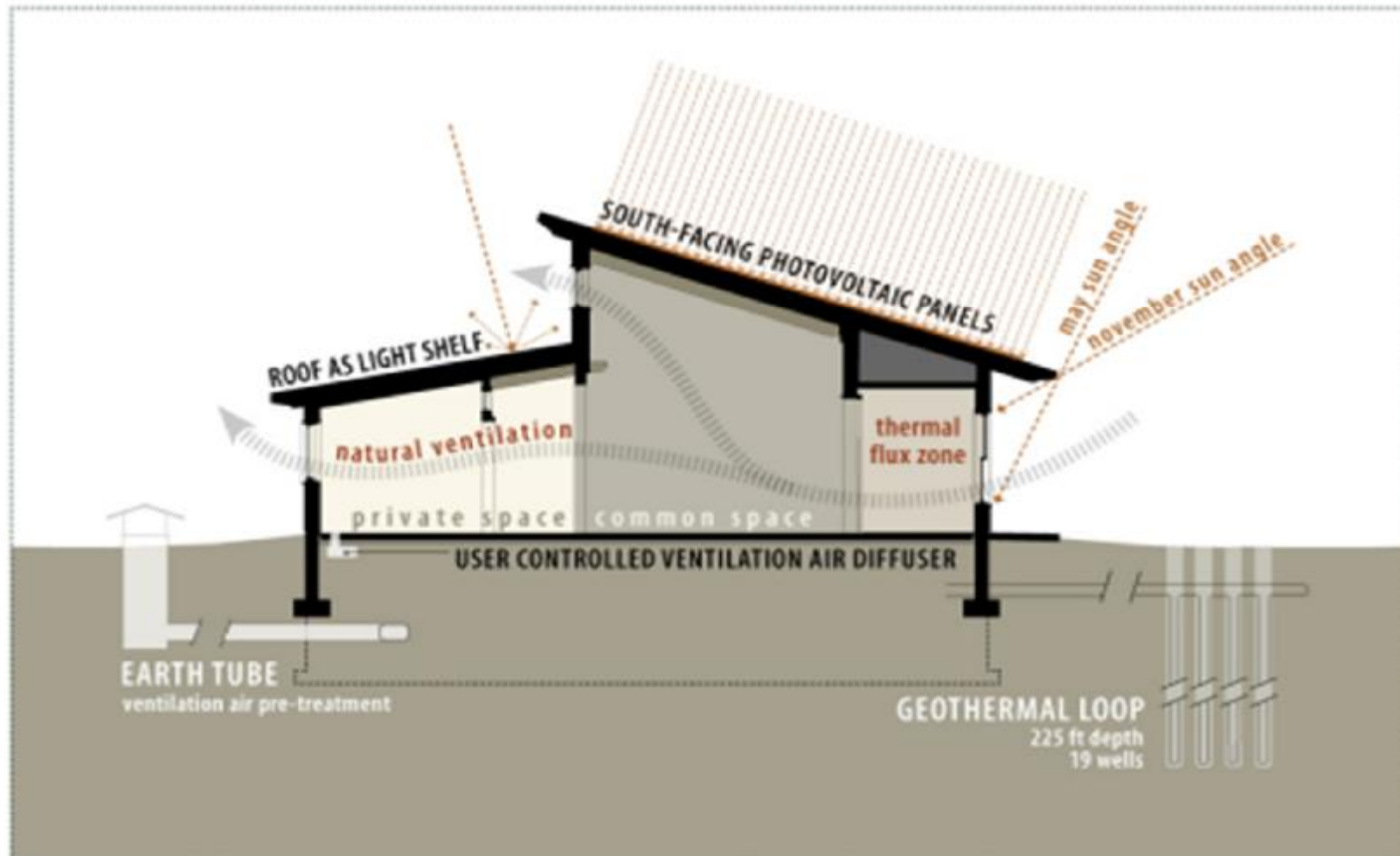


EXHIBIT F

ALDO LEOPOLD LEGACY CENTER
Building Section

مرکز تکنولوژی زیست محیطی

عنوان	توضیحات
محل اجرای طرح	ایالت کالیفرنیا آمریکا
مساحت ساختمان	۲۰۰ متر مربع
کاربری	ساختمان اداری و آموزشی
منبع تامین انرژی	خورشید
هزینه اجرای طرح	۱/۱ میلیون دلار
هزینه اجرای طرح به ازاء هر متر مربع	۵۵۰۰ دلار
زمان بهره برداری	۲۰۰۱ م

این ساختمان ها به گونه ای طراحی شده اند که حدود ۸۰ درصد نسبت به ساختمان ها استاندارد معمول در آمریکا، کمتر انرژی مصرف کنند

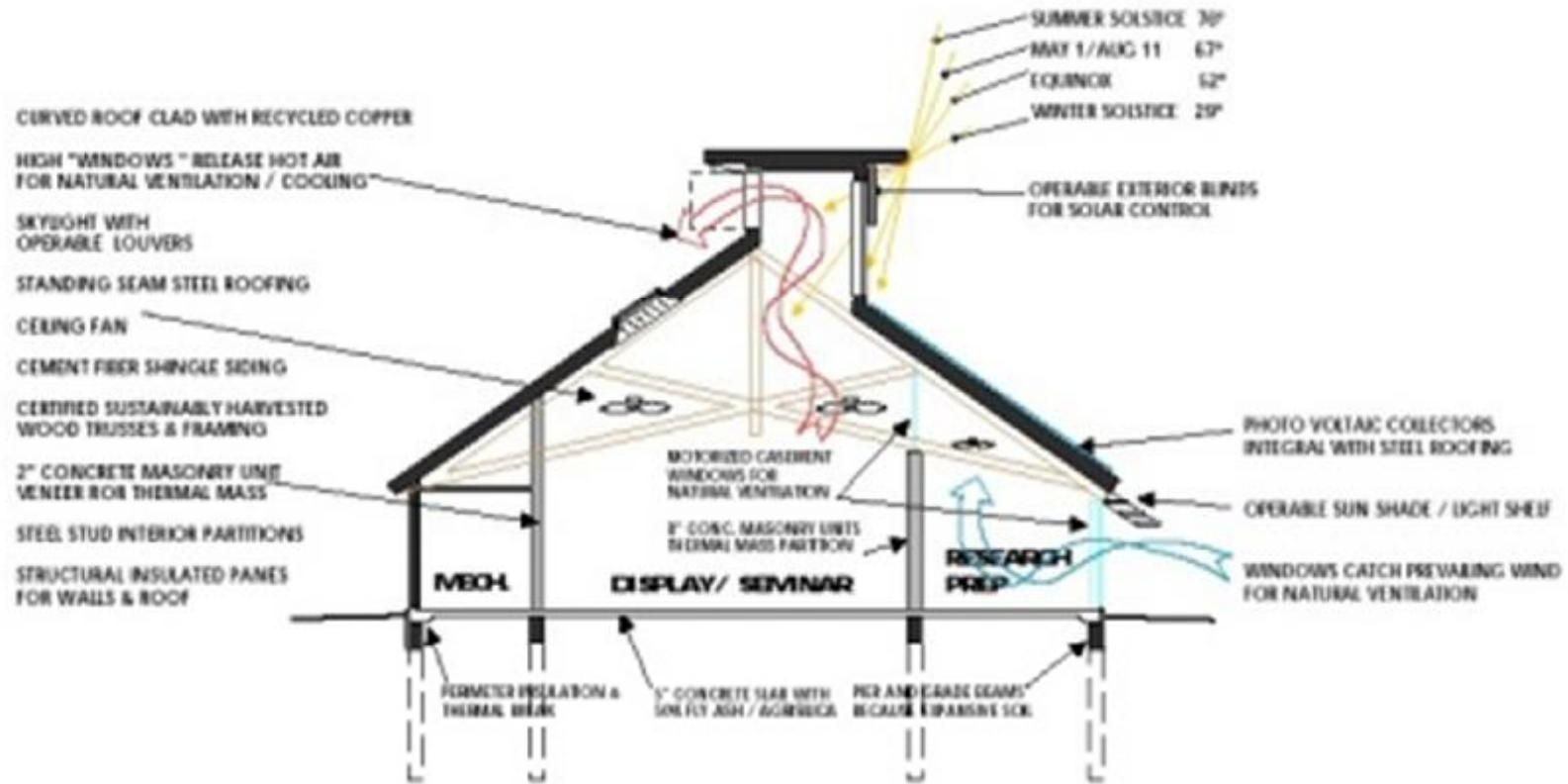
مرکز تکنولوژی زیست محیطی Case Study

Environmental Tech. Center Sonoma State, Rohnert Park, California



مرکز تکنولوژی زیست محیطی Case Study

Environmental Tech. Center Sonoma State, Rohnert Park, California



BUILDING SECTION A

19 FEB 2000

AIM 1 5 5 0 0 1 0 1 1 5
 10000 10000 10000 10000 10000 10000 10000 10000 10000 10000

ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CENTER
 ENVIRONMENTAL STUDIES AND PLANNING

SONOMA STATE UNIVERSITY
 1801 EAST COLONY AVE., ROHNERT PARK, CA. 94920-3633

مرکز تکنولوژی زیست محیطی Case Study

Environmental Tech. Center Sonoma State, Rohnert Park, California



ساختمان انرژی دانشگاه امیر کبیر

ساختمان انرژی پلاس در زمینی به مساحت ۱۱۶ متر مربع در سه طبقه در خیابان ویلا در تهران احداث شده است و کلیه انرژی مورد نیاز خود را از خورشید جذب و تامین می کند.

این ساختمان دارای پوشش های عایق در سقف و جداره ها، شیشه های دو جداره با پوشش ضد UV (اشعه ماوراء بنفش)، پوشش سبز گیاهی، سیستم آبگرم خورشیدی و برق خورشیدی است.

این ساختمان با پوشش های گیاهی و لایه های پوششی شیشه ها از ورود اشعه UV تا میزان ۹۹ درصد ممانعت می کند. این ساختمان به گونه ای طراحی و ساخته شده است که به میزان ۵۷ درصد مقدار انرژی سرمایشی مورد نیاز در تابستان را کاهش می دهد.

طراحی ساختمان انرژی صفر

با در نظر گرفتن کلیه حالات، ۴ گروه برای ساختمان های ZE ارائه شده است:

- ❖ **Net Zero Site Energy**: یک ساختمان با مکان انرژی خالص صفر، انرژی بیشتری از میزان مصرفش در طی سال تولید می کند، وقتی که در آن مکان (سایت) محاسبه می شود.
- ❖ **Net Zero Cost Energy**: در یک ساختمان با هزینه انرژی صفر، مقدار پولی که شبکه سراسری به ازای انرژی صادر شده از ساختمان به شبکه به مالک ساختمان می پردازد، برابر است با پولی که مالک به شبکه برق به ازای خدمات انرژی و انرژی مصرفی خود در یک سال می پردازد.
- ❖ **Net Zero Source Energy**: یک ساختمان با منبع انرژی خالص صفر، انرژی بیشتری از میزان مصرفش در طی سال تولید می کند، وقتی که در آن منبع محاسبه شود. منبع انرژی اشاره دارد به انرژی اولیه استفاده شده برای تولید و تحویل انرژی به سایت.
- ❖ **Net Zero Emission Energy**: یک ساختمان که انرژی خود را از طریق منابع تجدیدپذیر تولید می کند و بیشتر از میزان مصرفش در طی سال است.

معرفی ساختمان های زیرو انرژی

ساختمان های انرژی صفر (Off Grid)

ایده ال ترین نوع این ساختمان ها، ساختمان های انرژی صفر (Zero Energy Buildings) می باشد که باید بدون اتصال به شبکه برق و یا استفاده از سوخت فسیلی، کلیه امتیاجات خود به انرژی را از انرژی های پاک و تجدید پذیر مانند انرژی خورشیدی تامین کند که به این نوع طراحی Off Grid گفته می شود.

ساختمان های انرژی صفر (Net Zero Energy)

نوع دیگر این ساختمان ها، ساختمان های Net Zero Energy می باشند (NZEB). این ساختمان ها به شبکه متصل می باشند و در مواقعی که مازاد انرژی دارند، این انرژی را به شبکه انتقال می دهند و در زمانی که نیاز به جبران کمبود انرژی دارند، از شبکه انرژی می فرند ولی در یک دوره یک ساله میزان انرژی گرفته شده از شبکه، مساوی (و گاهی کمتر) از انرژی تمویلی به شبکه می باشد

به طور خلاصه می توان موارد کلی که باید در طراحی ساختمان انرژی صفر در نظر گرفت به شرح ذیل دسته بندی نمود:

- ۱- استفاده از سیستم های غیرفعال خورشیدی (استفاده طبیعی از نور خورشید بدون به کار بردن تجهیزات خاص)
- ۲- استفاده از تجهیزات با بازدهی بالا (از جمله چراغ های کم مصرف، یخچالهای پربازده)
- ۳- تولید انرژی برق از طریق باد، نور خورشید و ... (انرژی های تجدیدپذیر پاک)
- ۴- کنترل و مانیتورینگ مصارف انرژی در ساختمان
- ۵- اصلاح فرهنگ افراد در زمینه انرژی

در گزارش حاضر، ابتدا به انواع منابع انرژی تجدیدپذیر که برای تأمین انرژی مورد نیاز یک ساختمان انرژی صفر(برق، انرژی گرمایی) به کار می روند پرداخته می شود سپس (اهکارهای استفاده از پدیده های طبیعی مانند نور خورشید در روز برای روشنایی، استفاده از مصالح جدید، پنجره های هوشمند، تهویه طبیعی هوای ساختمان و ... می باشد

معرفی ساختمان های زیرو انرژی

انرژی های تجدید پذیر، انرژی هایی هستند که منشأ طبیعی دارند و خود به خود بازتولید می شوند. انواع مختلفی از این انرژی ها در دسترس بشر می باشد ولی تاکنون تنها استفاده از بعضی از این انرژی ها به مرحله تجاری رسیده است. از جمله این انرژی ها می توان به انرژی خورشیدی و انرژی باد اشاره نمود. این انرژی ها را می توان با تجهیزات خاصی مانند سلولهای فوتوولتاییک و توربین های بادی به انرژی برق تبدیل نمود و یا از گرمای انرژی خورشیدی به صورت مستقیم (برای گرمایش و تهیه آب گرم) بهره برد.

در گزارش ذیل انرژی های تجدید پذیری که بیشترین استفاده را در ساختمان های انرژی صفر دارند، توضیح داده شده است که شامل موارد ذیل می باشند:

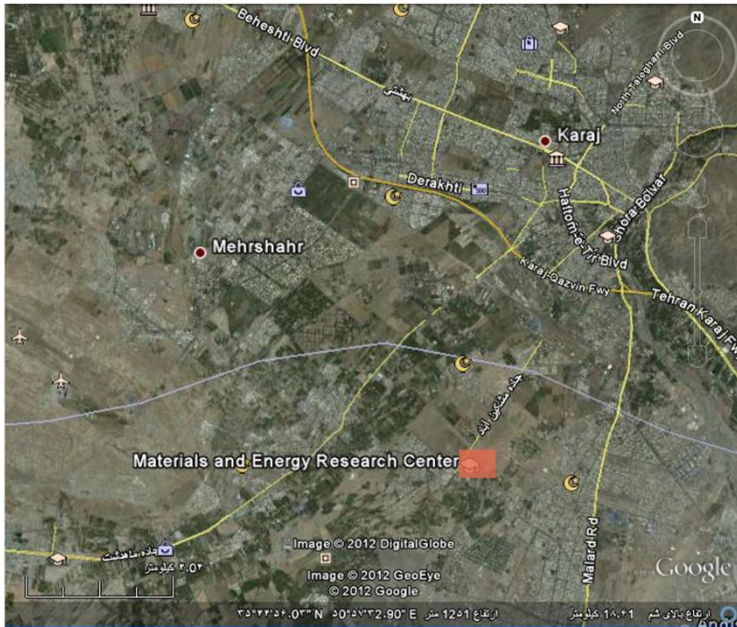
تولید برق از نور خورشید و سلول های فوتوولتاییک

تولید برق از انرژی باد و توربین های بادی

تأمین انرژی گرمایی از نور خورشید

سایت مورد نظر در منطقه مشکین دشت کرچ و در ناحیه شمالی محوطه پژوهشکده مواد و انرژی قرار دارد که دارای طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۹ دقیقه و ۳۸ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه و ۴۲ ثانیه شمالی می باشد .





درجه حرارت

براساس اطلاعات ایستگاههای هوا شناسی منطقه کمترین میزان متوسط ماهانه درجه حرارت ثبت شده در ایستگاه کرچ ۹/۱ درجه و در ایستگاه فرودگاه پیام ۷/۵ درجه سانتی گراد در دی ماه و بیشترین میزان متوسط ماهانه ۸/۲۸ درجه در ایستگاه کرچ و ۲۹ درجه سانتیگراد در ایستگاه فرودگاه پیام در مرداد ماه بوده است

پهنه بندی اقلیمی

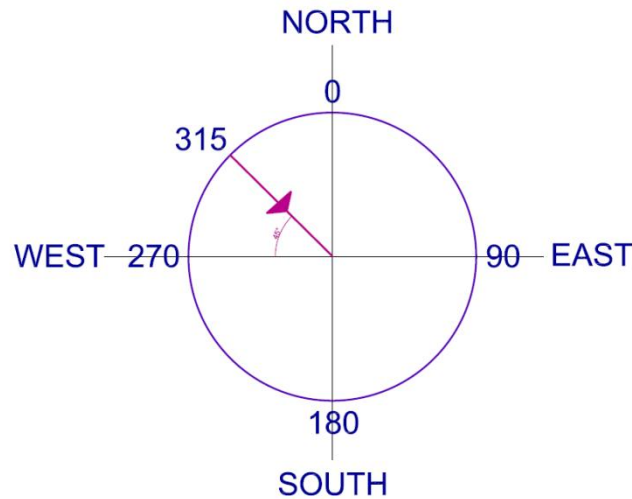
با توجه به اطلاعات گرد آوری شده در رابطه با اقلیم سایت مورد نظر ، منطقه مشکین دشت کرچ (با در نظر گرفتن اقلیم ۹ گانه کشور ایران) در تقسیمات زمستان، در اقلیم سرد و در تقسیمات اقلیمی تابستان در محدوده گرم و خشک قرار دارد. بنابراین جهت طراحی سافتمان اداری آموزشی خصوصیات هر دو اقلیم برای طراحی سایت مد نظر قرار گرفته است

میزان بارندگی و رطوبت نسبی

میزان نزولات سالیانه در منطقه ۳۰۰ تا ۳۲۰ میلیمتر و مداخل و مداخلتر میزان رطوبت نسبی ثبت شده در ایستگاههای کرچ ۷۰ و ۳۳ درصد و فرودگاه پیام به ترتیب ۷۳ و ۳۵ در صد بوده است .

جهت باد غالب :

توده های هوایی منطقه در زمستان عمدتاً مدیترانه ای از غرب ، قطبی بری و قطبی شمالی از سمت شمال غربی و شمال و قطبی بمری از شمال غرب . و در تابستان بمری تر و نشئات گرفته از کویر ایران یا صحرای عربستان می باشد. همچنین جریان توده های هوایی بمری تر و پیکان گرم و مرطوب در تابستانها از سمت شمال غرب و یا جنوب شرق بصورت اتفافی گزارش شده است. جهت باد غالب سالانه (گلباد) شمال غربی است.



همچنین اطلاعات جمع آوری شده در مورد جهت و سرعت باد در شهرستان کرچ که صورت مدوت از ایستگاه هواشناسی تهیه گردیده است ، گلباد شمال غربی را در این منطقه تأیید می کند

جهت قبله

همان طور که اشاره شد سایت مورد نظر دارای طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۷ دقیقه و ۳۰ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۴ دقیقه و ۵۵ ثانیه شمالی است. بر همین اساس جهت قبله بر اساس طول و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه از جنوب (در جهت عقربه ساعت) می باشد .

□ طراحی غیر فعال

در این طراحی ساختمان و تجهیزات عواملی هستند برای ایجاد آسایش ساکنین در واقع ساده ترین و کم خرج ترین روش فراهم آوردن شرایط مناسب زیست اقلیمی در ساختمان، استفاده از سیستم های غیر فعال خورشیدی است که تنها با سیاستگذاری های مناسب در طراحی، در دسترس قرار می گیرند.

□ سیاستگذاری ها در طراحی :

- سایه اندازی
- جهت گیری
- طراحی نما ، پنجره بندی
- جرم حرارتی
- تهویه طبیعی ساختمان
- مبدل های حرارتی مدفون به صورت زیر زمینی
- بادگیر
- گلخانه

- مصالح باید به نحوی شود که در کنترل دمای داخل ساختمان از طریق پایین آوردن میزان تبادل انرژی گرمایش و سرمایش، کمک نماید.
- مصالح با عمر مفید بالا که باعث افزایش عمر استفاده از ساختمان می شوند و مصالحی با انرژی نهان پائین (میزان انرژی مورد مصرف در فرآیندهای تولید و حمل به کارگاه ساختمانی)، سازگار با محیط زیست و غیر مضر برای سلامتی ساکنین مورد مصرف قرار گیرند.
- جرم اصلی ساختمان، اعم از اسکلت ساختمان و پوشش سقف ها، بتن مسلح انتخاب شد تا قابلیت ذخیره حرارتی ساختمان را افزایش دهد. مصالح پر کننده جداره ها، ترکیبی از بلوک های سیمانی سبک و عایق حرارتی می باشند.
- در نازک کاری داخل فضاها مصالح با قابلیت پایداری بیشتر و غیر سمی و سازگار با محیط زیست انتخاب گردیده اند. به عنوان مثال، رنگ جداره های داخلی از نوع رنگ های با پایه آب Water Based بهره گرفته شده چرا که سایر انواع آن، سمی بوده و طبق آفرین یافته ها، سبب بروز بیماری های دستگاه تنفسی در ساکنین می شود.

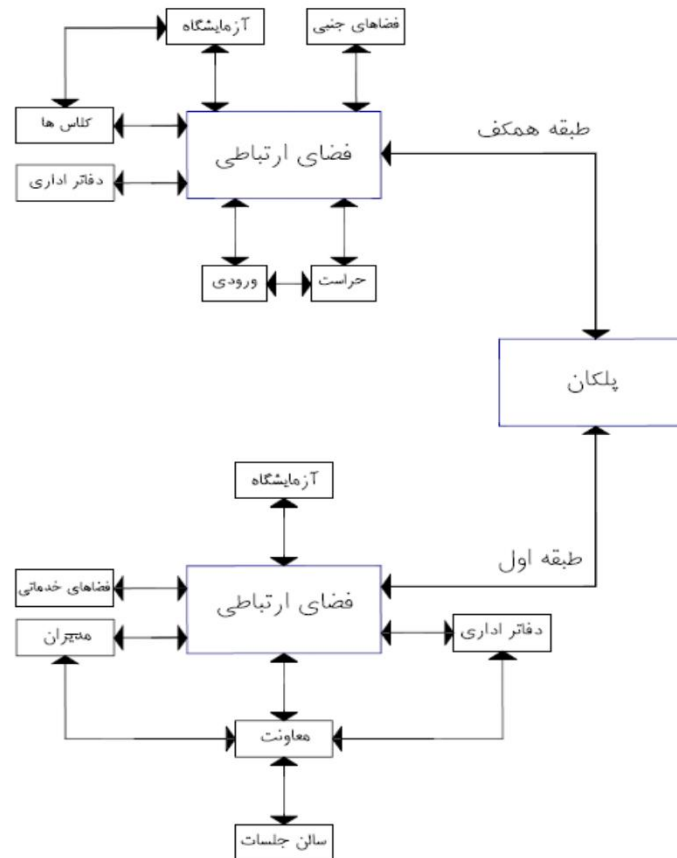
- در مورد برنامه ریزی فضایی و نیز برنامه تفصیلی فیزیکی اجراء پروژه، فضاها و میزان سطوح لازم زیر بنا نحوه کاربری زمین و نحوه توزیع آنها در ساختمان توسط کارفرمای محترم ارائه شده است.
- نحوه استقرار ساختمان مورد نظر نیز با در نظر گرفتن ویژگی های اقلیمی
- وجود بعضی از فضاهای خاص مانند گلفانه و بادگیرها به دلیل اهمیت خاص بحث انرژی در این پروژه
- میزان مسامت اختصاص یافته برای هر یک از فضاها (در هر دو طبقه) به خواست کارفرما و همچنین نظر مهندسين مشاور که براساس سرانه ها و استاندارد های لازم می باشد، صورت پذیرفته است.
- ساختمان در دو طبقه با مسامت حدود ۲۰۰۰ مترمربع طراحی شده است .

طراحی کالبدی

برنامه ریزی فضایی

□ ارائه نمودار روابط داخلی ساختمان

جهت روشن شدن مسیر حرکتی و نیز روابط ساختمان ها با یکدیگر در پلان مجموعه و نیز مشخص تر شدن روابط داخلی فضاها در ساختمان، نمودارهایی تهیه گردیده است (نمودار شماره ۲) که به صورت ذیل می باشد.



طراحی کالبدی

برنامه ریزی فضایی



□ کلاس درس

- این قرارگیری برای استفاده از نور مناسب جنوب می باشد. دو کلاس به مسامت تقریبی ۶۵ مترمربع (جمعاً ۱۳۰ مترمربع) به ازای هر نفر ۶۵/۷ مترمربع می باشد.
- ظرفیت تقریبی کلاس ها ۲۵ نفر می باشد.
- کلاس های درس در طبقه همکف و در کنار اتاق های اداری و در مقابل آزمایشگاه قرار دارد. شایان ذکر است سرانه استاندارد در کشورهای مختلف مانند آلمان و انگلیس بین ۶/۱ - ۹/۰ مترمربع و در عین حال کلاس های بزرگ با سطح سرانه نزدیک به دو مترمربع در نظر گرفته می شود.

□ اتاق های اداری

- پنج اتاق اداری هر کدام به مسامت تقریبی ۱۸ مترمربع می باشند که در بخش غربی قرار دارند. ظرفیت این اتاق ها یک نفره می باشد .

آزمایشگاه

- در طبقه همکف دو آزمایشگاه در نظر گرفته شده است که دارای مسامت تقریبی ۱۶۰ و ۱۸۰ مترمربع می باشند.
- یکی از این آزمایشگاه ها در بخش شمالی و دیگری در بخش غربی سافتمان واقع شده است
- در طبقه اول نیز یک آزمایشگاه به مسامت تقریبی ۱۸۰ مترمربع و در ضلع شمالی سافتمان قرار دارد.

مراسم

- در طبقه اول و دوم، فضاهایی با مسامت ۲۸ مترمربع (جمعاً ۵۶ مترمربع) به بخش مراسم اختصاص داده شده است.
- مراسم در کنار ورودی و در ضلع جنوبی سافتمان قرار دارد.

تاسیسات

- اتاق مکانیک با مسامت ۳۰ مترمربع در قسمت شمال غربی طبقه همکف قرار دارد.

اتاق باتری □

این اتاق برای قرار دادن باتری های خورشیدی در نظر گرفته شده است. مسامت تقریبی این اتاق ۴۰ مترمربع می باشد و در بخش شمالی طبقه همکف و در مجاورت اتاق تاسیسات قرار دارد.

سالن کنفرانس □

سالن کنفرانس مسامتی در حدود ۱۵۵ مترمربع را به خود اختصاص داده است. این اتاق در قسمت غربی طبقه اول قرار دارد.

اتاق معاونین □

چهار اتاق با مسامت های ۱۶ مترمربع (مجموعاً ۶۴ مترمربع)، ضلع جنوبی طبقه اول به عنوان اتاق معاونین در نظر گرفته شده است.

اتاق منشی □

این اتاق در کنار اتاق معاونین در طبقه اول قرار دارد، مسامت این اتاق ۴۰ مترمربع است که به منظور ایجاد ارتباط مستقیم منشی ها با دفاتر معاونت ها طراحی گردیده است

طراحی کالبدی

برنامه ریزی فضایی



□ دفاتر مدیران

- این دفاتر به صورت open office طراحی شده است و تقسیم بندی فضاها بوسیله پارتیشن صورت گرفته است.
- مسامت اتاق در مدود ۱۵۰ مترمربعو برای ۱۰ نفر و در ضلع شمال غربی طبقه اول در نظر گرفته شده است که این ظرفیت براساس فواست کارفرما می باشد.

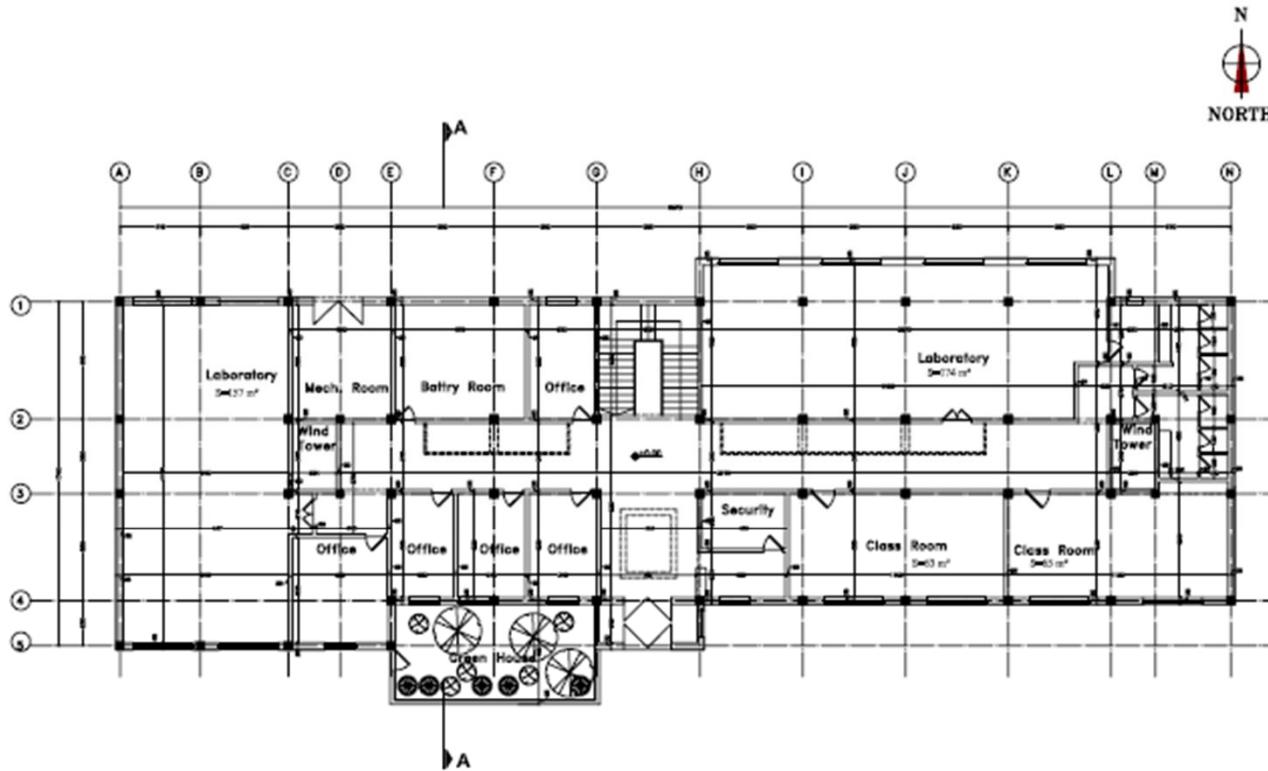
□ گلخانه

- در طبقه همکف فضایی به عنوان گلخانه اختصاص داده شده است.
- مسامت این گلخانه ها ۵۵ مترمربع می باشد و در جنوبی ترین قسمت ساختمان قرار دارد.
- گلخانه دارای گیاهان متنوع عمدتاً برگ پهن می باشد این گیاهان در تابستان ایجاد سایه می کنند و در طی روز نیز باعث تولید اکسیژن زیادی می شود و در زمستان نیز به دلیل برگ ریز بودن سایه اندازی ندارد.
- نمای گلخانه نیز به صورت کاملاً شیشه ای است و سقف آن شیب دار و به ارتفاع دو طبقه ساختمان می باشد.

□ نورگیرها

- به منظور صرفه جویی در مصرف برق و استفاده از نور طبیعی در راهروها دو نورگیر بر روی باغ تعبیه شده است. این نورگیرها به صورتی طراحی شده اند که تنها نور جنوبی دریافت

پلان
طبقه همکف

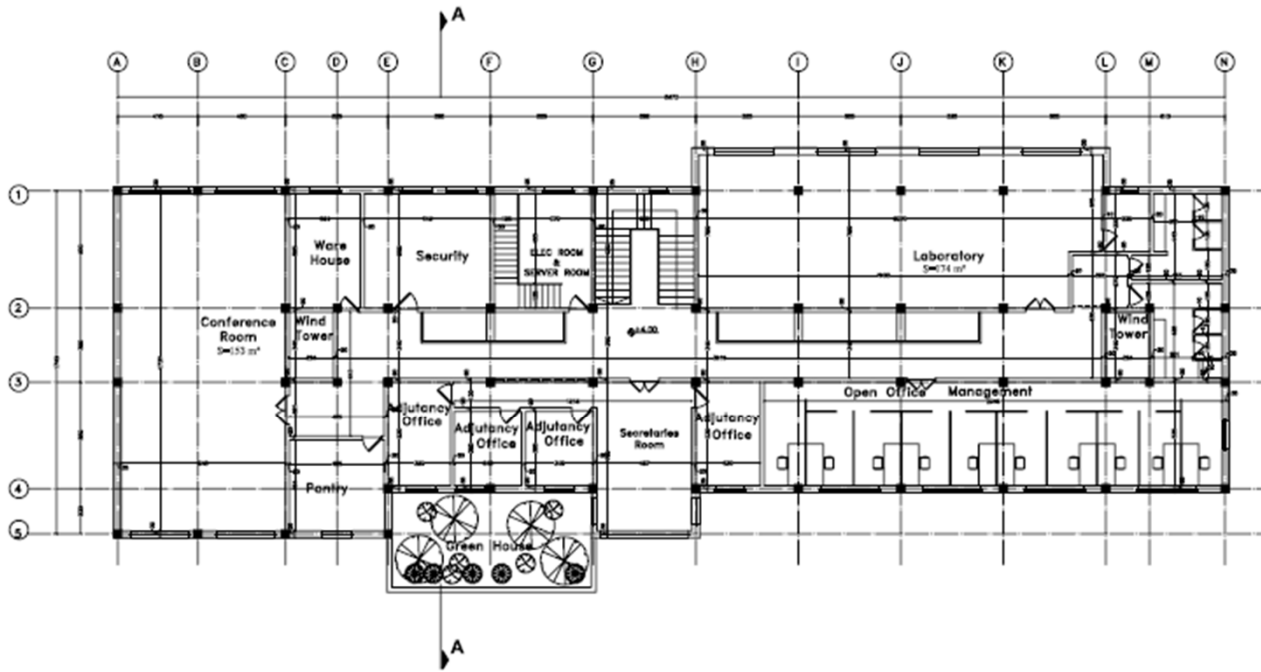


Ground Floor Plan

SC: 1/100

S= 1000.3 m²

پلان
 طبقه اول

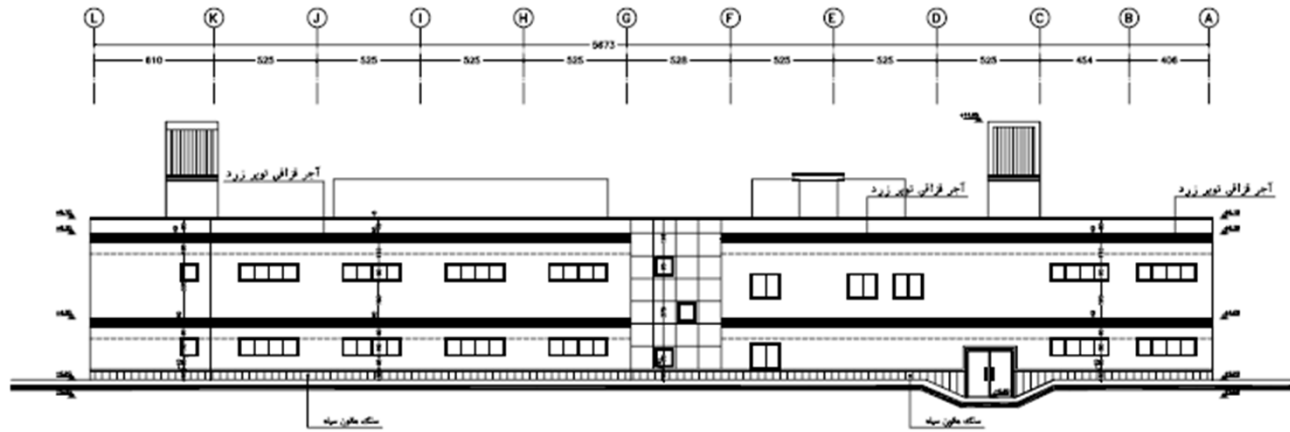


First Plan

SC: 1/100

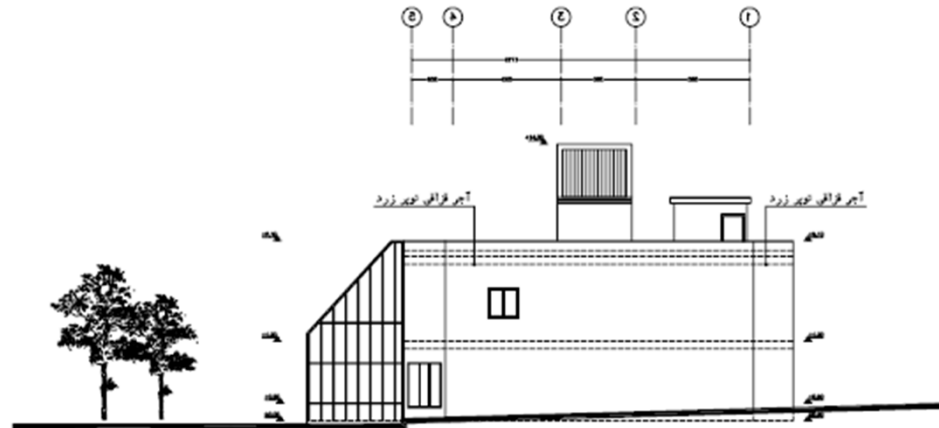
S= 1000.3 m2

نما
 شمالی و شرقی



North Elevation

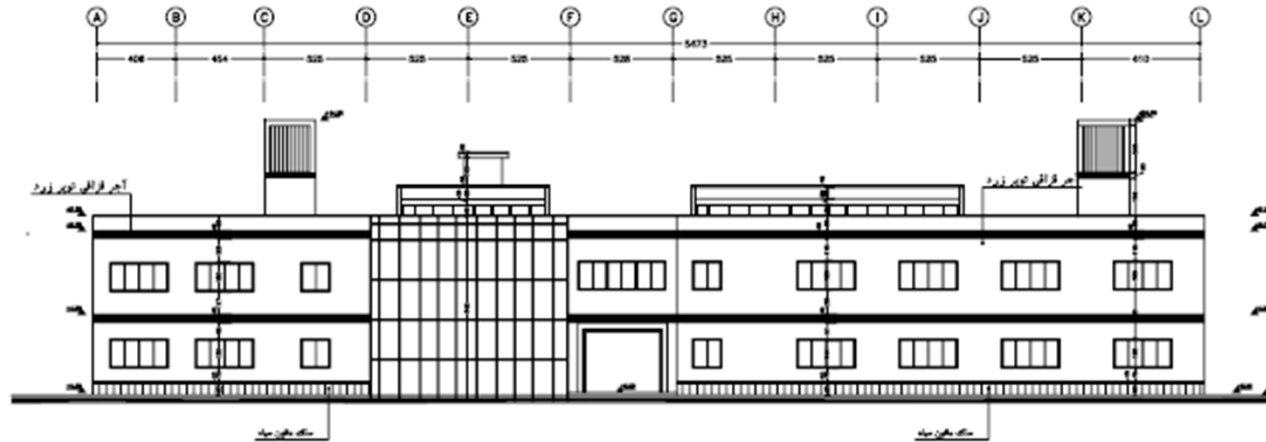
SC: 1/100



East Elevation

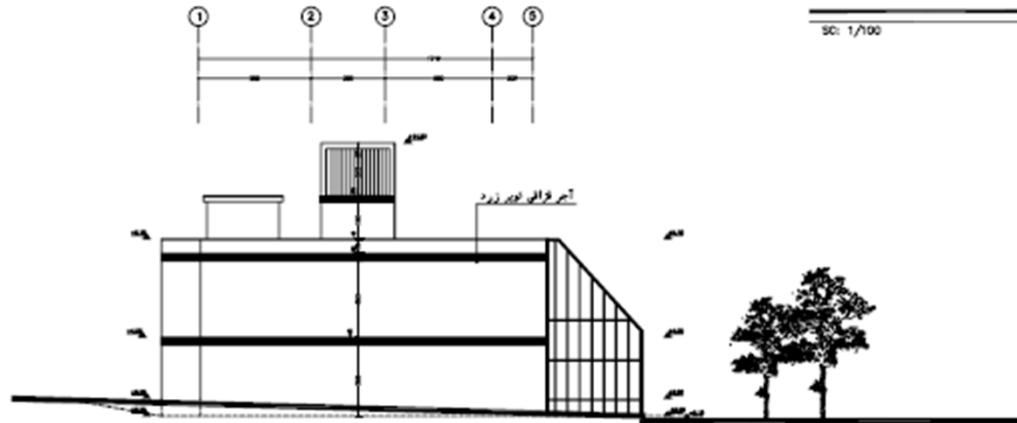
SC: 1/100

نما
 جنوبی و غربی



South Elevation

SC: 1/100



West Elevation

SC: 1/100