

## استفاده از انرژی تجدید پذیر خورشیدی در راستای توسعه معماری پایدار

نگار مقدسیان نیاکی

کارشناسی مهندسی معماری - دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی معماری

([negar\\_moghadasian@yahoo.com](mailto:negar_moghadasian@yahoo.com))

### چکیده

در دنیای مدرن، مسأله بحران انرژی و سوخت های فسیلی از جمله مسائل مهم و بحث انگیزی است. انسان امروزی با عدم توجه به قوانین معماری بومی و اقلیمی و سیستم های غیر فعال خورشیدی علاوه بر مصرف زیاد منابع انرژی و سوخت های فسیلی، سبب آلودگی محیط زیست شده است. بر همین اساس معماری پایدار و استفاده از انرژی های تجدید پذیر در سطح جهانی اهمیت ویژه ای پیدا کرده است که پر اهمیت ترین آن انرژی خورشیدی است. با توجه به اینکه کشور ایران روی کمربند خورشیدی جهان قرار گرفته است و یکی از کشورهای است که از تابش نور خورشید با قدرت و توان مطلوب برخوردار بوده و از مناطق بسیار مستعد برای بهره گیری از این انرژی می باشد، می توان از طریق جذب انرژی خورشیدی با استفاده از تکنولوژی های نوین طراحی انرژی خورشیدی و طراحی اقلیمی، مصرف انرژی را به طور قابل ملاحظه ای کاهش داد. توجه شود استفاده از انرژی تجدید پذیر خورشیدی یکی از کارآمدترین راه حل ها جهت مشکلات زیست محیطی و دستیابی به معماری پایدار است، بصورتی که در آینده جایگزین سوخت های فسیلی گردد. هدف این مقاله بررسی سیستم های انرژی خورشیدی که شامل سیستم های فعال و غیرفعال و کاربرد انرژی خورشیدی به عنوان یک انرژی پاک در جهت توسعه پایدار منطقه و معرفی و نحوه عملکرد این سیستمها در ساختمان همراه با ذکر نمونه های موفق اجرا شده در سطح جهان می باشد.

واژه های کلیدی: انرژی خورشیدی، معماری پایدار، سلول های فتوولتائیک، کالکتور

### ۱- مقدمه

خورشید نه تنها خود منبع عظیم انرژی است، بلکه سرآغاز حیات و منشاء تمام انرژیهای دیگر است. طبق برآوردهای علمی در حدود ۶۰۰۰ میلیون سال از تولد این گوی آتشین می گذرد و در هر ثانیه ۴/۲ میلیون تن از جرم خورشید به انرژی تبدیل می شود. با توجه به وزن خورشید که حدود ۳۳۳ هزار برابر وزن زمین است. این کره نورانی را می توان به عنوان منبع عظیم انرژی تا ۵ میلیارد سال آینده به حساب آورد. قطر خورشید  $۱۳۹ \times ۶۱۰$  کیلومتر است و از گازهایی نظیر هیدروژن (۸۶/۸ درصد) هلیوم (۳ درصد) و ۶۳ عنصر دیگر که مهم ترین آنها اکسیژن - کربن - نئون و نیتروژن است تشکیل شده است. میزان دما در مرکز خورشید حدود ۱۰ تا ۱۴ میلیون درجه سانتیگراد می باشد که از سطح آن با حرارتی نزدیک به ۵۶۰۰ درجه و به صورت امواج الکترو مغناطیسی در فضا منتشر می شود. زمین در فاصله ۱۵۰ میلیون کیلومتری خورشید واقع است و ۸

دقیقه و ۱۸ ثانیه طول می کشد تا نور خورشید به زمین برسد. بنابراین سهم زمین در دریافت انرژی از خورشید حدود از کل انرژی تابشی آن می باشد.

جالب است بدانید که سوخته‌های فسیلی ذخیره شده در اعماق زمین، انرژیهای باد و آبشار و امواج دریاها و بسیاری موارد دیگر از جمله نتایج همین مقدار انرژی دریافتی زمین از خورشید می باشد. شناخت انرژی خورشیدی و استفاده از آن برای منظوره‌های مختلف به زمان ماقبل تاریخ باز می گردد. شاید به دوران سفالگری، در آن هنگام روحانیون معابد به کمک جامه‌های بزرگ طلائی صیقل داده شده و اشعه خورشید، آتشدانه‌های محرابها را روشن می کردند. یکی از فراعنه مصر معبدی ساخته بود که با طلوع خورشید درب آن باز و با غروب خورشید درب بسته می شد.

ولی مهم ترین روایتی که درباره استفاده از خورشید بیان شده داستان ارشمیدس دانشمند و مخترع بزرگ یونان قدیم می باشد که ناوگان روم را با استفاده از انرژی حرارتی خورشید به آتش کشید گفته می شود که ارشمیدس با نصب تعداد زیادی آئینه‌های کوچک مربعی شکل در کنار یکدیگر که روی یک پایه متحرک قرار داشته است اشعه خورشید را از راه دور روی کشتیهای رومیان متمرکز ساخته و به این ترتیب آنها را به آتش کشیده است. در ایران نیز معماری سنتی ایرانیان باستان نشان دهنده توجه خاص آنان در استفاده صحیح و مؤثر از انرژی خورشید در زمان‌های قدیم بوده است.

با وجود به آنکه انرژی خورشید و مزایای آن در قرون گذشته به خوبی شناخته شده بود ولی بالا بودن هزینه اولیه چنین سیستمهایی از یک طرف و عرضه نفت و گاز ارزان از طرف دیگر سد راه پیشرفت این سیستمها شده بود تا اینکه افزایش قیمت نفت در سال ۱۹۷۳ باعث شد که کشورهای پیشرفته صنعتی مجبور شدند به مسئله تولد انرژی از راههای دیگر (غیر از استفاده سوخته‌های فسیلی) توجه جدی تری نمایند.

## ۲- انرژی خورشیدی

خورشید ستاره ای است از ستارگان رشته اصلی که ۵ میلیارد سال از عمرش می گذرد. این ستاره کروی شکل بوده و عمدتاً از گازهای هیدروژن و هلیوم تشکیل شده است. وسعت این ستاره  $1/4$  میلیون کیلومتر ( $870/000$  مایل) است. جرم این ستاره ۷ برابر جرم یک ستاره معمولی بوده و همچنین ۷۵۰ برابر جرم تمام سیاراتی است که بدورش می چرخند. در هسته خورشید، جرم توسط واکنشهای هسته ای تبدیل به تشعشعات الکترو مغناطیسی که نوعی انرژی هستند، می شود.

این انرژی به سمت بیرون تابانده شده و باعث درخشندگی خورشید می گردد. سایر اجسام آسمانی موجود در منظومه شمسی که توسط جاذبه خورشید در مدارهایشان قرار گرفته اند نیز گرمایشان را از این انرژی می گیرند.

انرژی خورشیدی «همان طور که از نامش پیداست انرژی است که به صورت «نور» و «گرما» آن را دریافت می کنیم. این انرژی بر آب و هوا و اقلیم زمین بسیار تأثیر دارد.

گرما و نور حاصل از خورشید منبعی است که ۹۹/۹ درصد آن مانند انرژیهای بادی، هیدروالکتریک و زیست گیاهی انرژی قابل بازیافت محسوب می شود. تکنیکهای مختلفی برای استفاده از این انرژی وجود دارد. پیشینه‌ی این تکنیکها به دوران باستان در ایران، چین، هند و امریکای لاتین بازمی گردد. آنها ساختمانهایی می ساختند که به سمت خورشید بودند. تکنیکهای نوین گرفتن انرژی گرمایی، نور، برق و حتی پرواز است.

«توان خورشیدی» درست مانند: انرژی خورشیدی یا به طور خاص تبدیل نور خورشید به برق است. این کار را می توان هم از طریق «اثرهای نور، ولت» اجرا کرد و هم با استفاده از یک ماده‌ی گرم شونده برای تولید بخار برای به کار انداختن ژنراتورها اجرا نمود. گستره‌ی این تکنیکها از روشهای سنتی مرتبط با غذا تا گرما، نور و دستگاههای مولد برق را شامل می شود.

انرژی خورشیدی وسیعترین منبع انرژی در جهان به شمار می رود، انرژی تابشی گسیل شده از خورشید به زمین در هر

<sup>1</sup> . Photovoltaic Effect

ساعت از مقدار کل انرژی مصرفی ساکنان زمین در طول یک سال بیشتر است. برای مثال انرژی خورشیدی تابیده شده به سطح یک منطقه آزمایشی در نوادای آمریکا با مساحت ۱۳۰۰ مایل مربع در صورت تبدیل به انرژی الکتریکی با کارایی ۱۵ درصد، دو برابر مقدار انرژی تولیدی سالیانه نفتی ایالات متحده آمریکا خواهد بود. (قائم آل مقامی و همکاران، ۱۳۸۰) (شکل ۱)



شکل ۱- آب گرمکن خورشیدی

## ۲-۱- چه تفاوتی بین انرژی خورشیدی و نیروی خورشیدی است؟

از زمانی که کره زمین به دور خورشید می چرخیده همواره انرژی خورشیدی وجود داشته است. برای مدت طولانی از قرن هفتم قبل از میلاد، زمانی که از شیشه به عنوان ذره بین استفاده می شد، انسان تلاش می کرده از این انرژی بهره ببرد. در این عصر با پیشرفت تکنولوژی الکتریسیته، نور و گرما در اختیار بشر قرار گرفته است ولی نکته مورد اهمیت این است که ما برای سود خود بهتر است از تابش سخاوتمندانه خورشید بهره برداری کنیم.

خیلی مواقع از واژه انرژی خورشیدی بعنوان مترادفی برای نیروی خورشیدی استفاده می شود. نیروی خورشیدی نیرویی است که از خورشید به برق تبدیل می شود. این تبدیل به دو صورت روی می دهد: صورت اول، گرما ی خورشید به مایع منتقل و با تولید بخار و انتقال نیرو به ژنراتورها حرکت ایجاد می شود و صورت دوم، از طریق فتو ولتاییک است .

## ۲-۲- گرمایش خورشیدی ایستا<sup>۱</sup>:

یک سیستم گرم کننده انفعالی (غیرفعال) سیستمی است که در آن گرم کردن ساختمان به طور طبیعی و با استفاده از عوامل طبیعی خورشید انجام گیرد به این معنی که چنین سیستمی این امکان را فراهم می سازد که ساختمان بدون نیاز به انرژی فسیلی یا مصنوعی خارجی و حداکثر با مصرف انرژی بسیار کمی کار کند به عبارت دیگر سیستم خورشیدی انفعالی چیزی جز خود ساختمان نیست. در چنین سیستمی بعضی از عناصر مختلف عملکردی چندگانه دارند. مثلاً دیوارها علاوه بر تشکیل جداره های خارجی ساختمان، عمل جذب حرارت، ذخیره سازی و توزیع حرارت را نیز به عهده دارند.

<sup>۱</sup> . Passive Solar heating

## ۲-۲-۱- چهار عامل مهمی که بر عملکرد یک ساختمان خورشیدی ایستا تأثیر می گذارند،

### عبارتند از :

- اندازه منافذ خورشیدی (پنجره، نورگیر سقفی، گلخانه و غیره)
- میزان حفاظت از انرژی در ساختمان (به ویژه در نتیجه عایق بندی بدنه ساختمان و کنترل نفوذ)
- آب و هوا (و به طور اساسی، نحوه تابش خورشید و دمای هوا).
- مقدار و موقعیت قرارگیری جرم ذخیره سازی (برای کاهش نوسانات زیاد دما و کاهش برافروختگی ساختمان)

## ۲-۲-۲- اجزای مورد نیاز و روش کار در سیستمهای انفعالی

۱- پرتوگیر- پرتوگیر عبارتست از سطح شیشه ای شفاف که معمولاً در نمای جنوبی ساختمان قرار داده می شود. سطح پرتوگیر را می توان به صورت عمودی مطابق پنجره ها قرار داد و یا آنکه آنها را به صورت شیب دار مثل نورگیرهای سقفی نصب کرد.

۲- جذب کننده- جذب کننده سطحی است که به طور مستقیم یا غیرمستقیم مشرف به پرتوهای خورشیدی است که از طریق پرتوگیرها وارد می شود. جذب کننده اشعه خورشیدی را به انرژی حرارتی تبدیل می کند که این انرژی به صورت تابش یا هدایت از سطح جذب کننده ، به هوا انتقال می یابد.

۳- انباره (ذخیره کننده)- انباره عبارتست از مصالح متراکمی که حرارت انتقال یافته از جذب کننده را ذخیره می کند. انباره باید مناسب با سیستم را داشته باشد و دقت شود که حجم و ضخامت آن مناسب با مقدار حرارتی که برای جمع آوری و نگهداشتن ضروری باشد، معمولاً انباره در داخل و یا در مجاورت فضائی که گرم کردن آن مورد نظر است قرار داده می شود. باید توجه شود که معمولاً جذب کننده و انباره یکی هستند مانند یک کف- یک دیواره بتنی یا آجری.

۴- توزیع کننده- در یک سیستم خورشیدی انفعالی توزیع کننده عبارتست از روش یا وسیله ای که بوسیله آن، حرارت به ساختمان منتقل می شود. توزیع حرارت ممکن است با استفاده از پدیده های طبیعی یعنی تابش و یا جابجائی صورت گیرد و یا اینکه حرارت را می توان با استفاده از وانتلاتور و یا پمپ، از قسمت جمع کننده به داخل ساختمان هدایت کرد.

۵- تنظیم کننده حرارت- تنظیم کننده که گاهی آن را کنترل نیز می گویند وسیله ای است که در مواقع ابری و یا در شبهای سرد، از تلف شدن انرژی حرارتی ذخیره شده جلوگیری می کند که در این حال تنظیم کننده عبارت است از یک صفحه عایق حرارتی ، تنظیم کننده می تواند وسیله ای باشد که در مواقع عدم نیاز، جذب حرارت را به حداقل برساند که در این صورت سایه بان و یا هواکش را می توان ک تنظیم کننده معرفی کرد. (صالحی، ۱۳۸۰)

## ۲-۲-۳- انواع سیستمهای گرمایش خورشیدی ایستا

۱- جذب مستقیم ، نوعی سیستم گرمایشی خورشیدی ایستا است که از پنجره های رو به جنوبی در آن استفاده می شود که نور آفتاب زمستان را مستقیماً به داخل ساختمان هدایت می کنند و آنگاه این نور در داخل توسط مصالح حجیم حرارتی جذب می شود.

۲- دیوار ذخیره سازی حرارتی، نوعی سیستم گرمایش خورشیدی ایستا است که از دیواری رو به جنوب تشکیل می شود که از مصالح سنگین بنایی (دیوار ترومب) یا از ظروف پر از آب (دیوار آبی) ساخته شده است. در سطح بیرونی این دیوار، از شیشه استفاده می شود تا نور خورشید را به داخل هدایت کرده و از دفع حرارت در شب بکاهد.

۳- فضای خورشیدی، نوعی سیستم گرمایش خورشیدی ایستا است که از اتاقی شیشه ای (شیشه به گلخانه یا آتریوم و پاسیو) واقع در ضلع جنوبی یک ساختمان استفاده می کند و به نوعی توسط یک دیوار مشترک، از دیگر فضاهای ساختمان متمایز می شود. در این سیستم، گرما از فضای خورشیدی به فضاهای نشیمن مجاور، یا به صورت هدایت (از طریق روزنه ها یا بازشوهای واقع در دیوار) منتقل می شود. جرم حرارتی به شکل ظروف آب یا دیوارهای بنایی و کف ها، در جهت پایدار کردن دما هم در فضای خورشیدی و هم در ساختمان عمل می کند.

### ۳-۲- گرمایش خورشیدی فعال (پویا، مکانیکی)<sup>۱</sup>:

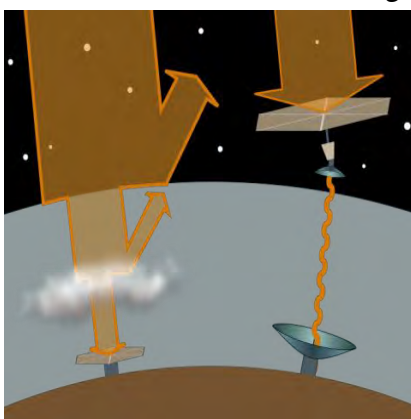
در سیستمهای خورشیدی فعال از گرداورها و ذخیره و توزیع کننده های حرارت مانند پمپ و بادسان و کنترلرهای اتوماتیک استفاده می شود که قابل نصب می باشد. (بهداری نژاد، ۱۳۸۱)

### ۳- جذب انرژی خورشید در فضا و انتقال آن به زمین

برای جذب انرژی خورشیدی در فضا و انتقال بی سیم آن به زمین و تبدیل آن به الکتریسیته؟ برای من هم اول باور کردنش مشکل بود. اما انرژی خورشیدی فضایی<sup>۲</sup> موضوعی کاملاً جدی است و یکی از منابع انرژی بازگشت پذیر مهمی است که در دراز مدت به آن فکر می شود.

بخش بزرگی از انرژی تابشی خورشید در جو مستهلک/منعکس/جذب می شود (انرژی خورشیدی موجود در خارج از جو زمین حدود ۸ تا ۱۰ برابر بیشتر از سطح زمین است). اما سلول های خورشیدی مستقر در فضا می توانند این انرژی را بهتر دریافت کنند و بعد به صورت امواجی که در جو کمتر مستهلک می شوند به زمین ارسال کنند.

ایده ی کار این طور است که آینه هایی در فضا نصب می شود که انرژی خورشید را بدون مزاحمت جو، جذب کنند. بعد آن را روی سلول های خورشیدی که در فضا نصب شده می تابانند و انرژی تولید شده به صورت امواج میکروویو به سمت زمین تابیده می شود و ایستگاه زمینی انرژی دریافتی را به الکتریسیته تبدیل می کند. مجموعه ی آینه و سلول خورشیدی فضایی را «ماهواره ی انرژی خورشیدی»<sup>۳</sup> می گویند. (شکل ۲)



شکل ۲- جذب انرژی خورشید در فضا و انتقال آن به زمین

### ۴- کاربردهای انرژی خورشید

در عصر حاضر از انرژی خورشیدی توسط سیستم های مختلف و برای مقاصد متفاوت استفاده و بهره گیری می شود که عبارت اند از:

<sup>1</sup> . Active Solar heating

<sup>2</sup> . Space-based solar power

<sup>3</sup> . solar power satellite

- ۴-۱- استفاده از انرژی حرارتی خورشید برای مصارف خانگی، صنعتی و نیروگاهی.  
 ۴-۲- تبدیل مستقیم پرتوهای خورشید به الکتریسیته بوسیله تجهیزاتی به نام فتوولتائیک.

#### ۴-۱-۱- استفاده از انرژی حرارتی خورشید

این بخش از کاربردهای انرژی خورشید شامل دو گروه نیروگاهی و غیر نیروگاهی می باشد.

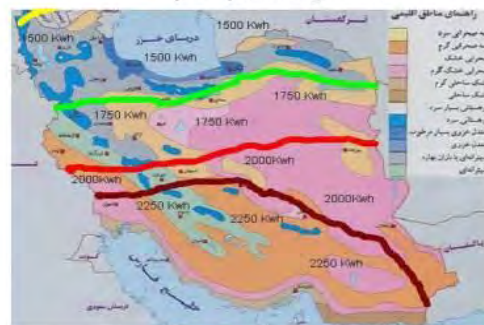
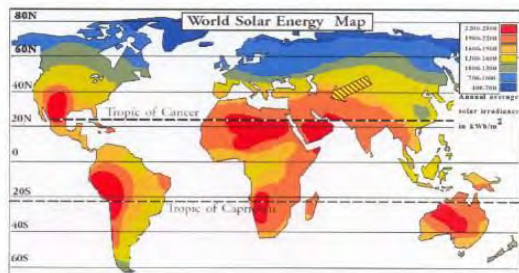
#### ۴-۱-۲- انرژی خورشیدی و کاربرد آن به عنوان تامین کننده انرژی آینده بشر

استفاده از انرژی خورشیدی در زندگی بشر مقوله‌ای جدید نیست چرا که از دیرباز به شکل‌های گوناگون مورد استفاده قرار گرفته است. ساده‌ترین شکل استفاده از این منبع بی‌نهایت در ساخت بناهای قدیمی دیده می‌شود. همان‌طور که در شکل زیر دیده می‌شود، برای استفاده حداکثر از انرژی گرمایی خورشید، بنا به صورت چهارضلعی طراحی شده است که در هر فصل از سال گوشه‌ای از ساختمان آفتاب‌گیر است.

#### ۴-۱-۳- میانگین تابش خورشید بر خاک ایران

هر متر مربع از خاک ایران به طور متوسط می‌تواند تا ۲ هزار کیلو وات در ساعت انرژی خورشیدی دریافت کند که رقمی کم نظیر در جهان است. به ویژه اگر بدانیم، این مقدار بیش از ۲ برابر میانگین رقمی است که هر متر مربع کشور آلمان دریافت می‌کند؛ با این وجود، آلمان‌ها ۲۵ برابر ایران در استحصال انرژی‌های نو موفق‌تر عمل کرده‌اند! (شکل ۳)

تابش سالیانه انرژی از خورشید بر هر مترمربع از سطح ایران (ادامه)



شکل ۳- تابش سالیانه انرژی از خورشید بر هر مترمربع از سطح ایران و جهان

در عصر جدید همراه با پیشرفت علوم و تکنولوژی روش‌هایی پیشرفته‌تر برای استفاده از انرژی خورشیدی به وجود آمد. از جمله این روش‌ها می‌توان به ابداع روش‌های گوناگون برای ساخت نیروگاه‌های خورشیدی برای تولید برق اشاره کرد. هم‌اکنون تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی به روش‌های گوناگونی امکان‌پذیر است که می‌توان به استفاده از کلکتورهای سهموی خطی، کلکتورهای تخت و پانل‌های خورشیدی برای تولید برق اشاره کرد. امروزه استفاده از کلکتور برای تولید انرژی الکتریکی در نیروگاه‌ها مورد توجه فراوان قرار گرفته است. اما به دلیل هزینه سنگین ساخت این نیروگاه‌ها، برای تولید الکتریسیته در واحدهای کوچک مانند پمپ و یخچال خورشیدی از پانل‌های خورشیدی استفاده می‌شود. (قائم آل مقامی و همکاران، ۱۳۸۰)

#### ۴-۱-۴- مزایای نیروگاه‌های خورشیدی

- تولید برق بدون مصرف سوخت
- عدم احتیاج به آب زیاد

- عدم آلودگی محیط زیست
- امکان تأمین شبکه‌های کوچک و ناحیه‌ای
- استهلاک کم و عمر زیاد
- عدم احتیاج به متخصص

#### ۴-۱-۵- کاربردهای غیر نیروگاهی

- آبگرمکن‌های خورشیدی و حمام خورشیدی
- گرمایش و سرمایش ساختمان و تهویه مطبوع خورشیدی
- آب شیرین کن خورشیدی
- اجاق‌های خورشیدی
- کوره خورشیدی
- خشک کن خورشیدی
- خانه‌های خورشیدی

#### ۴-۲-۱- تبدیل مستقیم پرتوهای خورشید به الکتریسیته بوسیله تجهیزاتی به نام فتوولتائیک.

هم‌اکنون تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی به روش‌های گوناگونی امکان‌پذیر است که می‌توان به استفاده از کلکتورهای سهموی خطی، کلکتورهای تخت و پانل‌های خورشیدی برای تولید برق اشاره کرد. امروزه استفاده از کلکتور برای تولید انرژی الکتریکی در نیروگاه‌ها مورد توجه فراوان قرار گرفته است. اما به دلیل هزینه سنگین ساخت این نیروگاه‌ها، برای تولید الکتریسیته در واحدهای کوچک مانند پمپ و یخچال خورشیدی از پانل‌های خورشیدی استفاده می‌شود. (شکل ۴)



شکل ۴- نمونه‌ای از پانل‌های خورشیدی

#### ۴-۲-۲- سیستم‌های فتوولتائیک

به پدیده‌ای که در اثر تابش نور بدون استفاده از مکانیزم‌های محرک، الکتریسیته تولید کند پدیده فتوولتائیک و به هر سیستمی که از این پدیده‌ها استفاده کند سیستم فتوولتائیک گویند. سیستم‌های فتوولتائیک یکی از پر مصرف‌ترین کاربرد انرژی‌های نو می‌باشند و تاکنون سیستم‌های گوناگونی با ظرفیت‌های مختلف (۵/۰ وات تا چند مگاوات) در سراسر جهان نصب و راه اندازی شده‌است و با توجه به قابلیت اطمینان و عملکرد این سیستم‌ها هر روزه بر تعداد متقاضیان آنها افزوده می‌شود. از سری و موازی کردن سلول‌های آفتابی می‌توان به جریان و ولتاژ قابل قبولی دست یافت. در نتیجه به یک مجموعه از سلول‌های سری و موازی شده پنل فتوولتائیک می‌گویند. امروزه اینگونه سلول‌ها عموماً از ماده سیلیسیم تهیه می‌شود و سیلیسیم مورد

نیاز از شن و ماسه تهیه می‌شود که در مناطق کویری کشور، به فراوانی یافت می‌گردد. بنابراین از نظر تأمین ماده اولیه این سلولها هیچگونه کمبودی در ایران وجود ندارد. (شکل ۵)



شکل ۵ - سیستمهای فتوولتائیک

#### ۴-۲-۳- سلول خورشیدی<sup>۱</sup>

سلول الکتریکی که انرژی پرتوی خورشید را طی فرآیند فتوولتالیک به انرژی الکتریکی تغییر می‌دهد. (شکل ۶)



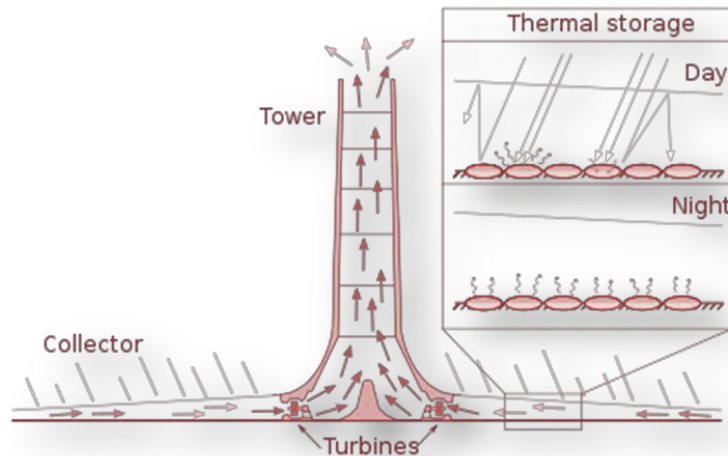
شکل ۶ - سیستمهای فتوولتائیک

#### ۴-۲-۴- برج نیروی خورشیدی

روش تجسمی تولید انرژی برقی از تشعشعات خورشیدی این روش شامل تمرکز تعداد زیادی اشعه خورشیدی روی یک منبع مجزا (دیگ جوش) که معمولاً در بالاترین بخش برج قرار می‌گیرد است که در نهایت باعث تولید دمای زیاد می‌شود. سیال موجود در منبع به بخار تبدیل شده و توربین‌های مولد انرژی الکتریکی را به کار می‌اندازد. (شکل ۷)

<sup>۱</sup>. Solar Cell





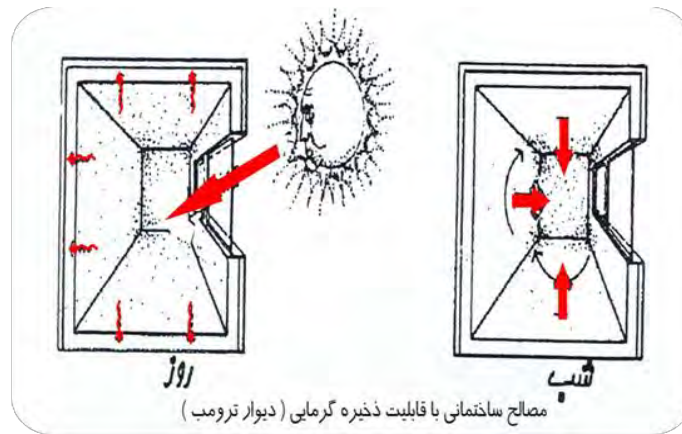
شکل ۷- برج نیروی خورشیدی

#### ۴-۲-۶- سیستم گرمایی حاصل از حرارت خورشید

سیستمی که با استفاده از تجمع‌دهنده‌ها، انرژی نورانی خورشید را روی دریافت‌کننده‌ها متمرکز داده تا گرما تولید شود. تکنولوژی گرمایش با پرتو خورشیدی به وسیله سیستم انتقال هوای گرم

#### ۴-۲-۶-۱- سیستم دیوار ترومب

این سیستم‌ها معمولاً در ضلع شیشه دار خود دارای رنگ تیره می باشند تا بتوانند نور خورشید را جذب کنند. در این سیستم‌ها گرما به کندی از طریق ضخامت دیوار هدایت می شود. هر چه ضخامت مصالح بنایی بیشتر باشد، نوسانات دما در فضای نشیمن، کمتر و تأخیر در انتقال گرما از طریق دیوار، طولانی تر خواهد بود. می توان ضخامت دیوار را طوری بهینه ساخت که حداکثر تأثیر گرمایشی آن به صورت قابل پیش بینی تا هنگام شب یعنی هنگامی که بیشترین مقدار گرمایش مورد نیاز است، به تأخیر افتد (مثلاً یک دیوار بنایی ۱۲ اینچی می تواند گرمای خورشیدی ظهر را درست تا قبل از زمان خواب به تأخیر اندازد). (شکل ۸)

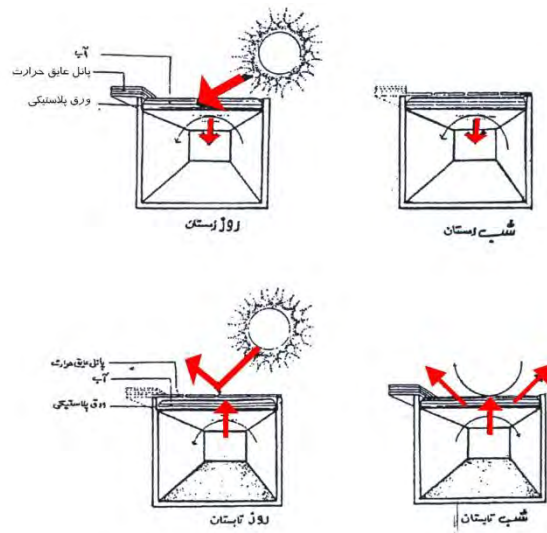


شکل ۸ - سیستم دیوار ترومب

دیوار ترومب، عنصری ایده آل برای کامل نمودن سیستم جذب مستقیم می باشد، چرا که تاخیر در زمان انتقال گرما از این دیوار موجب خواهد شد گرما در فاصله زمانی بیشتری نسبت به حالت جذب مستقیم از طریق پنجره ها، در فضا آزاد شود. نتیجه حاصل از این امر، جریان یکنواخت گرمای خورشیدی به داخل فضا می باشد.

#### ۴-۲-۶-۲- مخازن آب

استفاده از حوضچه ی استخر روی بام برای گرمایش و سرمایش ساختمانها یکی از روشهای ساده و ارزان می باشد. در این سیستم در روی پشت بام خانه خورشیدی، یک کیسه پلاستیکی پر از آب به ضخامت تقریباً ۲۰ سانتیمتر قرار داده می شود که بر روی فلز سیاه رنگی در پشت بام تعیبیه می گردد و به این ترکیبی از گرمایش برای زمستان و سرمایش برای تابستان به وجود می آید. (شکل ۹)



شکل ۹ - مخازن آب

گرمای دریافت شده به سقف ساختمان منتقل شده و از طریق سقف، هوای داخلی ساختمان گرم می شود. شب هنگام برای جلوگیری از تلفات حرارتی سقف، صفحات عایق سطح حوضچه آب و پشت بام را می پوشانند و حرارت ذخیره شده در آب و سقف ساختمان، باعث گرم شدن هوای داخل ساختمان می گردد.

## ۴-۲-۶-۳- شیشه های هوشمند

امروزه نوع جدیدی از پنجره ها با شیشه های هوشمند ساخته می شوند که در تابستان گرمای آفتاب را در ساختمان کاهش می دهند و در مقابل در زمستان اشعه گرمادهنده را بیشتر جذب می نماید. بدین ترتیب صرفه جویی زیادی در مصرف برق برای سرمایش و گرمایش در فصول مختلف سال باعث می شوند.

- شیشه های هالوگرافیک- اپتیک
- شیشه های (ترموتراپ)
- شیشه های (الکترو کروم)
- شیشه های فتوکروم
- شیشه های پلیمر-دیسپرسد-لیکوئید-کریستال
- شیشه های (گس کروم)
- شیشه های فتوولتائیک

یکی دیگر از روش های کنترل نور تابشی خورشید استفاده از شیشه های هالوگرافیک-اپتیک است (که اختصاراً HOE نامیده می شود). در این روش، بصورت فیزیکی تابش و مسیر تابش و زاویه آن کنترل می شود. مثل عملکرد آینه ها، عدسی ها، منشورها و اشیاء اپتیکی دیگر. HOE ها، درحقیقت، شکل ها و المان هایی هستند که به روش لیزری بر روی فیلم هایی با درجه حساسیت بالای فوتویی تولید می شوند و در شیشه های چندلایه به کار برده می شوند. با تابش نور و متناسب با زاویه تابش، شکل های مورد نظر پدید می آیند. این ها در ابعاد ۱۰ در ۱۰ سانتیمتر تولید می شوند و با تابش خورشید بر روی پرده نمایش به ابعاد یک در یک متر ظاهر می گردند.

با استفاده از شیشه های <ترموتراپ> می توان نیاز ساختمان به انرژی در طول روز را، به صورتی کاملاً محسوس، کاهش داد. با این قابلیت ها در جداره شیشه های پنجره ها، برخلاف روش های سنتی استفاده از سایبان و کرکره، می توان انرژی حاصل از تابش و جریان نور را مستقیماً و بصورت دینامیکی تنظیم نمود. شیشه های با قابلیت تنظیم و روشن و خاموش شدن را می توان در ساختمان های اداری و عمومی استفاده نمود. این نوع شیشه ها، امروزه نقش بسیار مهمی در پوشش باز شوهای این ساختمان ها دارند.

شیشه های فتوولتائیک. در این سیستم، انرژی تابشی خورشید، مستقیماً، تبدیل به انرژی الکتریکی می شود. اساس این سیستم بر این اصل استوار است که ذرات و سلول های نور خورشید، بصورت تک یا مجتمع، درصدهای بازدهی متفاوتی دارند و در رنگ های متفاوتی بروز می کنند، از آبی تا خاکستری. بهترین روش استفاده از سیستم فتوولتائیک، استفاده از آن همراه با روش ها و سیستم های هوشمند دیگر است.

شیشه های <الکترو کروم>، تشکیل شده از دولایه شیشه معمولاً ۴ میلی با یک لایه فیلم پلیمری یک میلیمتری به عنوان انتقال دهنده یون های مثبت و منفی. عملکرد این نوع شیشه ها مثل باتری اتومبیل است. زمانی که روشن هستند نور خورشید را عبور می دهند، و وقتی خاموشند نور امکان عبور ندارد.

شیشه های فتوکروم، که شبیه شیشه های عینک های فتوکرومیک هستند که با تابش نور به رنگ تیره درمی آیند و امکان انتقال نور و گرما را کم می کنند.

شیشه های پلیمر-دیسپرسد-لیکوئید-کریستال<sup>۱</sup> که مثل لایه های ترموتراپ با کنترل نور و ضریب شکست نور متفاوت در لایه ها، باعث اختلال مثبت در عبور نور خورشید می شوند.

شیشه های <گس کروم> و <چیدروکروم> که با تغییر رنگ و توسط <ولفرام اکساید تیتان> باعث جلوگیری از تابش خورشید می شود.

<sup>۱</sup> . PDLC

## ۵- کاربرد سلول های فتوولتائیک در معماری امروز

سلول های فتوولتائیک زیبا و در شیشه هایی به رنگ های مختلف ساخته می شوند، به طوری که مهندسين معمار می توانند آن ها را علاوه بر کارکرد اصلی، برای زیبا سازی ساختمان ها نیز، به کار گیرند.

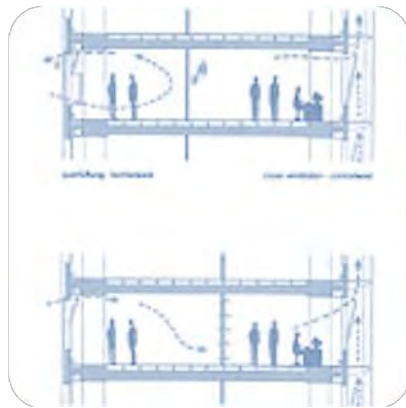
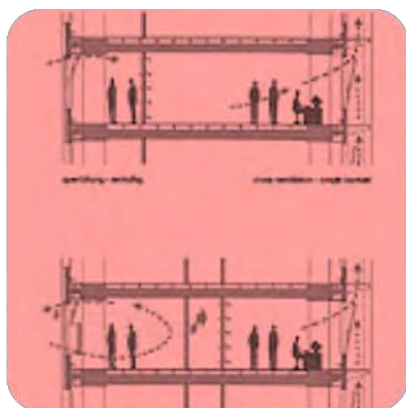
سلول های خورشیدی امروزی حتی می توانند به عنوان شیشه پنجره کار کنند. این سلول ها این قابلیت را دارند که بین ۸۰٪ تا ۹۰٪ نور خورشید را از خود عبور دهند. این کیفیت باعث می شود که پنجره هایی مجهز به سلول های خورشیدی بتوانند به خنک ماندن هوای داخل خانه در تابستان کمک کنند و همچنین ساختمان را هم زیباتر نمایان کنند و هم انرژی الکتریسیته مورد نیاز ساختمان را تهیه کنند.

وقتی از سلول خورشیدی در یک پنجره استفاده می شود، سلول نصب شده حتی بهتر از شیشه عمل می کند و بنابراین به این ترتیب در مصرف مصالح ساختمانی ساختمان نیز صرفه جویی می شود. بدین ترتیب پنجره های داریم که برای ما انرژی الکتریسیته نیز تولید می کند!

### ۵-۱- پنجره تولید کننده انرژی

نخستین واحد شیشه نور شفاف (پی وی جی یو) است که می تواند بیشترین دید و بینائی را در انرژی صفر، میسر سازد. آقای گونن فینک، مدیرعامل «انرژی خورشیدی فیثاغورثی» می گوید: «نوآوری نورشناسی با استفاده از سلول خورشیدی، به انرژی خورشیدی امکان می دهد بصورت بخشی از طرح های نسل آینده در آید. این پدیده می تواند با عبور نور، فواید بسیاری، عاید سازد، از جمله تولید نیرو و کاستن از میزان ضرورت تولید انرژی.....»

لایه بیرونی نما ساختمان را درمقابل هوای بد و وزش باد محافظت می کند و به مثابه دریچه و سوپاپ هوای تازه عمل می کند. یکی از نمونه های عالی نماهای دولایه، ساختمان اداره مرکزی جی.اس.دبلیو در برلین اثر معمار «ساوربروخ هوتون» (۱۹۹۹) است. در اینجا، نمای دولایه به عنوان حفره هوای آلوده مصرف شده در ساختمان عمل می کند. هوای تازه بیرون ساختمان به کمک پره های کارگذاشته شده در نمای شرقی در امتداد کریدور وارد ساختمان می شود و با جریان منظم در دفاتر و فضاهای ساختمان گردش می کند و سپس از طریق فضای بین دولایه نما از ساختمان خارج می شود. در شیشه پنجره ها و بازو های از دو عنصر wolfram و vanadium به عنوان تنظیم کننده و فیکسر نور خورشید استفاده شده است. (رضایی حریری، ۱۳۸۰) (شکل ۱۰)



شکل ۱۰- پنجره تولید کننده انرژی

## ۶- نمونه های موردی استفاده از انرژی تجدید پذیر خورشیدی در راستای توسعه معماری پایدار

### ۶-۱- شهرهای شناور

ایده ساخت شهرهای شناور چیز جدیدی نیست و مدتی است که ذهن بشر امروز را مشغول خود ساخته است، افزایش جمعیت دنیا و کمبود زمین برای سکونت و هزاران عامل دیگر باعث و بانی چنین طراحی ها و ایده ها می باشد، این ایده که لیلی پد<sup>۱</sup> نام دارد توسط وینسنت کالبات<sup>۲</sup> طراحی شده است شهری شناور می باشد که چشمها را خیره می سازد طراحی مدرن و زیبایی آن واقعا دلفریب است، گنجایش این شهر شناور ۵۰,۰۰۰ خانه می باشد که شهری است برای سال ۲۱۰۰، انرژی این شهر از طریق انرژی خورشیدی تامین می شود و شهری سبز است و سوخت ها در آن جایی ندارند. (شکل ۱۱)



شکل ۱۱- شهرهای شناور

### ۶-۲- بزرگترین مزرعه خورشیدی امریکا

اخیرا بزرگترین مزرعه خورشیدی امریکا که بزرگترین صفحه فتوولتائیک در امریکا محسوب می شود در نزدیکی نوادا گشایش یافت. این پروژه نیاز های پایه انرژی ۳۰۰۰ نفر را تامین می کند این نیروگاه ۳۰۰۰۰ مگاواتی در ۱۴۰ هکتار واقع شده و البته درست است که انرژی تولیدی آن زیاد قابل ملاحظه نیست ولی اصل کار بسیار با ارزش است و این سبز اندیشیدن قدمی است در کاهش مصرف زغال سنگ. (شکل ۱۲)



شکل ۱۲- بزرگترین مزرعه خورشیدی امریکا

<sup>۱</sup> .Lilypad

<sup>۲</sup> .Vincent Callebaut



### ۳-۶- دهکده خورشیدی در فرایبورگ - فرایبورگ: شهری نمونه از لحاظ زیست محیطی

در منطقه‌ای از شهر که سابقاً پایگاه نظامی فرانسه بود امروزه ۲۰۰۰ خانه‌ی «مهربان با محیط زیست» وجود دارد. بخشی از این خانه‌ها (۵۰ خانه) پروژه‌ای است با عنوان دهکده خورشیدی که تمامی خانه‌های این دهکده مجهز به سلول‌های خورشیدی هستند و این جامعه کوچک تمامی انرژی الکتریکی خود را از طریق همین سلول‌هایی که بر روی سقف خانه‌ها نصب شده‌اند تهیه می‌کند. رولف دیش<sup>۱</sup>، معمار و طراح این خانه‌های خورشیدی است که اولین سلول‌ها را بر روی سقف خانه‌ی خودش نصب کرده است.

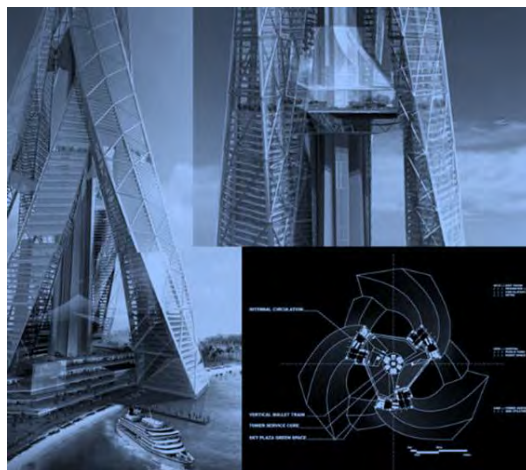
جالب این‌که اهالی این دهکده‌ی خورشیدی نه تنها انرژی مورد استفاده خود را تامین می‌کنند بلکه ۳-۴ برابر مصرف خود انرژی الکتریکی تولید می‌کنند و در نتیجه درآمدی نیز برای خود ایجاد کرده‌اند. با اینکه خرید این خانه‌های مجهز بسیار گران‌تر از خانه‌های معمولی باشد ولی خریدار از پرداخت هزینه‌هایی مثل گرمایش و الکتریسیته رها می‌شود و با فروش الکتریسیته در درازمدت می‌تواند حتی هزینه خرید خانه را جبران کند. بنا به گفته‌ی یکی از خانواده‌هایی که در این خانه‌ها زندگی می‌کنند در طول سال تا ۵۰۰۰ یورو درآمد از فروش انرژی الکتریکی دارند. (شکل ۱۳)



شکل ۱۳- دهکده خورشیدی در فرایبورگ

### ۴-۶- شهر عمودی در دبی

این آسمانخراش شگفت‌انگیز ۲۰۴ کیلومتری قسمتی از پروژه شهر جمیره دومی است. این ساختمان به قدری بلند است که آسانسور مرکزی آن در حقیقت یک ترن عمودی با سرعت ۲۰۲ کیلومتر در ساعت است. این شهر-آسمانخراش سالیانه ۳۷۰۰۰ مگاوات برق مصرف خواهد کرد و پیک مصرف آن ۱۵ مگاوات خواهد بود. اما همانگونه که در نقشه‌ها مشاهده می‌کنید بخش بزرگی از برق مصرفی این ساختمان از منابع سازگار با طبیعت، از قبیل انرژی باد، انرژی زمین-گرمایی و انرژی خورشیدی تامین خواهد گردید. (شکل ۱۴)

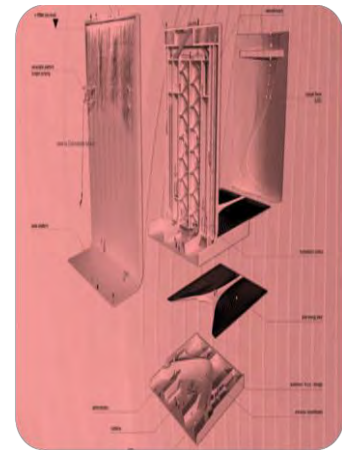
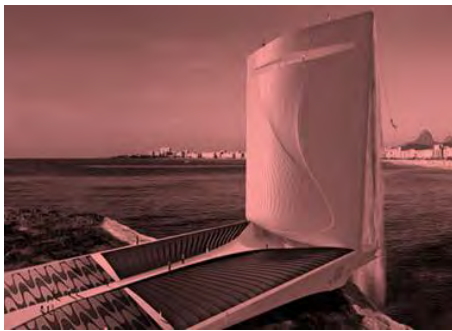


شکل ۱۴- شهر عمودی در دبی

<sup>۱</sup> . Rolf Disch

## ۶-۵- برج خورشیدی شهر ریودوژانیروی برزیل

قرار است برج خورشیدی المپیک ۲۰۱۶ ریو در جزیره کوتوندوبا<sup>۱</sup> نزدیک سواحل ریودوژانیروی برزیل بنا شود. این برج هم یک برج دیده‌بانی و هم نمادی برای خوش آمد گویی به میهمانان هوایی و دریایی المپیک ۲۰۱۶ ریودوژانیروی است. برج شهر خورشیدی<sup>۲</sup> که توسط شرکت معماری و طراحی رافا<sup>۳</sup>، واقع در زوریخ آلمان طراحی شده می‌بایستی در طول روز انرژی خورشید را توسط سلول‌های خورشیدی بی‌شمار خود جذب کند تا نیروی برق مورد نیاز برای المپیک ۲۰۱۶ و همچنین شهر ریودوژانیروی را تامین کند. انرژی مازاد هم صرف پمپاژ کردن آب دریا به مخازن عظیم برج می‌شود تا در طول مدت شب این آب از بالای برج به سمت پایین جاری شود و با به حرکت درآوردن توربین‌های برج نیروی برق مورد نیاز بازی‌های المپیک ۲۰۱۶ و شهر ریودوژانیروی را در شب هنگام نیز تامین کند. (شکل ۱۵)



شکل ۱۵- برج خورشیدی شهر ریودوژانیروی برزیل

## ۸- نتیجه‌گیری

بی تردید یکی از مهم‌ترین و شاخص‌ترین سیاست‌هایی که کشور های توسعه یافته نر زمینه کاهش مصرف انرژی اتخاذ کرده اند فراهم کردن امکانات لازم برای توسعه و گسترش تکنولوژی‌هایی است که به نوعی سبب کاهش مصرف انرژی می‌شوند. همچنین سرمایه‌گذاری در تجهیزاتی که موجب صرفه جویی در مصرف انرژی می‌شود، اثر های دو جانبه ای بر اقتصاد و محیط زیست می‌گذارد.

بدین معنی که از یک طرف بر اثر صرفه جویی موجب کاهش هزینه های انرژی می‌شود و از طرف دیگر با بهبود بازده تجهیزات انرژی بر، کاهش آلاینده های محیط زیست را امکان پذیر می‌باشد.

بنابر این، مقوله بهینه سازی و صرفه جویی در مصرف انرژی یک مقوله ملی است که برخورد با آن نیز نیازمند به عزم ملی و کلیه دستگاه ها و نهاد ها می‌باشد.

<sup>1</sup> .Cotonduba Island

<sup>2</sup> . Solar City Tower

<sup>3</sup> .RAFAA Architecture And Design

## مراجع

- ۱- انرژی در ساختمان - آقای محسن صالحی چاپ اول - ۱۳۸۰
- ۲- دکتر بهادری نژاد (جزوه درسی - سیستم های انرژی خورشیدی) دانشگاه صنعتی شریف - دانشکده مهندسی مکانیک ۱۳۸۱
- ۳- مهندس سید جلال قائم آل مقامی : دکتر عزت اله آزاد ، دکتر حسین پناهنده ، دکتر فرامرز کنولا ، انرژی خورشیدی - جلد دوم ) انتشارات دانشگاه تهران - ۱۳۸۰
- ۴- دی کی جنگ ، فرانسیس - معماری - فرم - فضا و نظم چاپ سوم - سال ( ۱۹۷۴ )
- ۵- راهنمای صرفه جویی در مصرف انرژی خانگی تألیف الکس ویلسون و جان موریل
- ۶- دکتر عزت اله آزاد (( گزارش مصلاى زابل و زهک - خرداد ۱۳۸۰ ))
- ۷- فن آوری در صنعت ساختمان و مسکن - وزارت مسکن و شهرسازی - مهر ۱۳۷۹
- ۸- دکتر محمد تقی رضایی حریری (( اصول صرفه جویی در ساختمان های صنعتی ، موسسه مطالعات بین المللی انرژی وزارت نفت )) - ۱۳۸۰
- ۹- مجموعه کتابهای Time saver و مجموعه مجلات Architectural design
- ۱۰- نویفرت - اطلاعات معماری ( آرشیو دنیای ) - چاپ پنجم - سال ( ۱۹۶۳ )
- ۱۱- ویلسن - فورست - ساختمان اساسی معماری - چاپ دوم - سال ( ۱۹۸۲ )

12. peterborough residential design guide by : peter borough may 2001 city council

Sites:

<http://www.eastleigh.gov.uk/ebc-1320>

<http://www.nipc.net/ic/links/pages/payghahen.htm>

[http://www.jc-solarhomes.com/energy\\_independent\\_housing.htm](http://www.jc-solarhomes.com/energy_independent_housing.htm)

<http://www.solarhouseproject.com/solarhousepassiv.html>