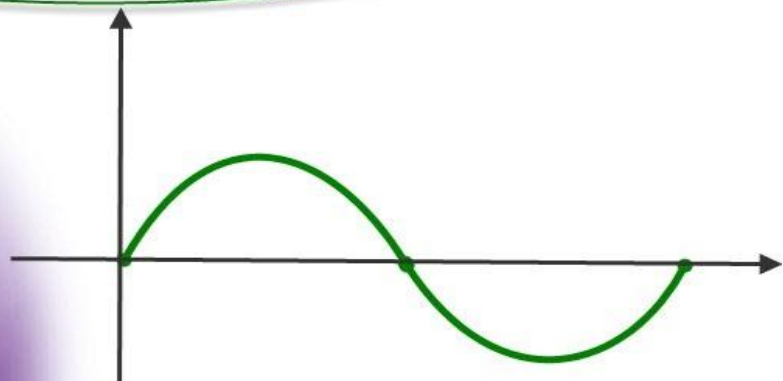
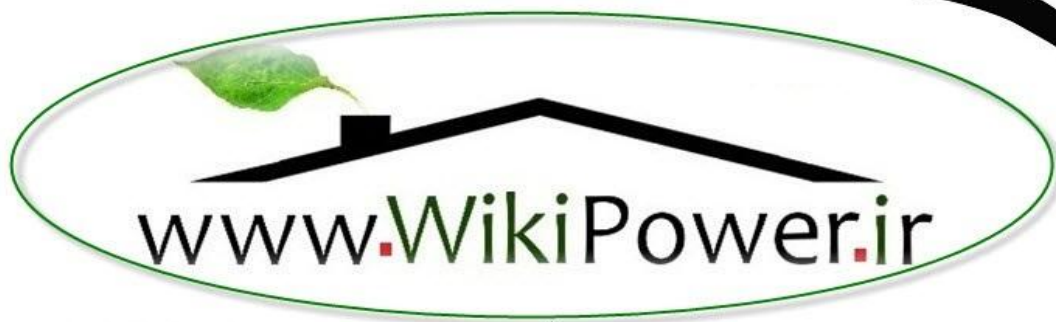


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ





موضوع پروژه :

تحلیل انرژی خورشیدی ، صفحات فوتولتاییک و

نیروگاه خورشیدی



فرستنده : جابر شهریاری آتسگاه

برای خرید فایل **word** این پروژه [اینجا کلیک](#) کنید.

(شماره پروژه = 10)

شماره جهت ارسال پیام : ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

۰۹۳۵۴۶۳۴۶۵۰

چکیده:

آشنایی با انرژی خورشیدی:

انرژی خورشید یکی از منابع تامین انرژی رایگان، پاک و عاری از اثرات مخرب زیست محیطی است که از دیر باز به روش‌های گوناگون مورد استفاده بشر قرار گرفته است. بحران انرژی در سال‌های اخیر، کشورهای جهان را بر آن داشته که با مسائل مربوط به انرژی، برخوردی متفاوت نمایند که در این میان جای‌گزینی انرژی‌های فسیلی با انرژی‌های تجدیدپذیر و از جمله انرژی خورشیدی به منظور کاهش و صرفه‌جویی در مصرف انرژی، کنترل عرضه و تقاضای انرژی و کاهش انتشار گازهای آلاینده با استقبال فراوانی روبرو شده است.

شناخت انرژی خورشیدی و استفاده از آن برای منظوره‌های مختلف به زمان ماقبل تاریخ باز می‌گردد. خورشید کره ای به قطر تقریب 1.39×10^6 کیلومتر و با فاصله متوسط 1.49×10^8 کیلومتری زمین قرار گرفته است. این کره که عمدتاً از هیدروژن تشکیل شده است و یک راکتور طبیعی هسته ای بزرگ می‌باشد که روزانه حدود 350 میلیارد تن از جرمش بر اثر گداخت هسته ای به انرژی تبدیل می‌شود. بیرونی ترین لایه خورشید که از آن انرژی ساطع می‌شود دارای دمای 576 کلین می‌باشد در حالی که دمای قسمت های داخلی آن حدود 8×10^6 تا 40×10^6 کلین تخمین زده می‌شود. میزان انرژی ساطع شده از خورشید حدود 3.8×10^{23} کیلووات است که از این مقدار فقط یک بخش بسیار اندک آن معادل با 1.7×10^{14} کیلووات به جو زمین می‌رسد. حدود 34% از این انرژی بر اثر انعکاس مستقیم به فضا باز می‌گردد حدود 42% از آن پس از رسیدن به سطح زمین بطور مستقیم در دریاها و خشکی هاتبدیل به گرما و حدود 24% از آن صرف چرخه تبخیر و باران کره زمین و ایجاد بادها جریان های در یایی و امواج و پدیده فتوسنتز می‌شود. تابش خورشید منشا اغلب انرژی های موجود در زمین نظیر انرژی بادنرزی نهفته در سوخته‌های فسیلی و غیره می‌باشد. تنها انرژی هسته ای انرژی زمین گرمایی و انرژی جزرومد از این قاعده مستثنی می‌باشند.

چگالی توان حاصل از انرژی خورشید در خارج از جو زمین مطابق اندازه گیری‌های انجام شده توسط ماهواره هادود 1353 وات بر متر مربع می‌باشد که از میزان آن در هنگام گذشتن از اتمسفر زمین به دلایلی نظیر جذب تشعشع خورشید توسط گازها بخارهای آب و ذرات معلق موجود در جو به مقدار نسبتاً زیادی کاسته می‌شود حداکثر چگالی توان حاصل از تابش خورشید در سطح زمین 1000 وات بر متر مربع می‌باشد

چگالی توان خورشیدی در سطح زمین به عواملی نظیر عرض جغرافیایی محل ارتفاع محل از سطح دریا فصل و اوقات مختلف روز، ابری یا غیر ابری بودن آسمان بستگی دارد و بسیار متغیر است.

صفحات فوتولتاییک:

یکی از مهم ترین کاربردهای انرژی خورشیدی در صنعت برق استفاده از صفحات فوتولتاییک برای تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی است. سلول خورشیدی عبارت از قطعات نیمه رسانایی هستند که انرژی تابشی خورشید را به انرژی الکتریکی تبدیل میکنند. رسانندگی این مواد به طور کلی به دما، روشنایی ، میدان مغناطیسی و مقدار دقیق ناخالصی موجود در نیمه رسانا بستگی دارد. یک سلول خورشیدی از جنس سیلیکن، ولتاژی بین ۵۰ تا ۶۰ ولت تولید میکند و به همین دلیل تعداد زیادی از سلول ها را در یک ماژول خورشیدی به صورت سری متصل می کنند تا سطح ولتاژ بیشتری حاصل شود. سلول خورشیدی که عنصر اصلی تشکیل دهنده یک آرایه فوتولتاییک است از یک پیوند نیمه هادی n-p از جنس سیلیکن ساخته می شود. برخورد فوتون های نور خورشید به سلول خورشیدی سبب تولید الکترون در نیمه هادی گشته و با اتصال بار الکتریکی ، جریان الکتریکی جاری می شود.

www.WikiPower.ir
نیروگاه خورشیدی:

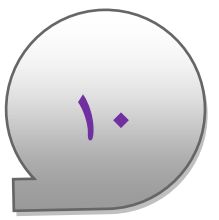
تأسیساتی که با استفاده از آنها انرژی جذب شده حرارتی خورشید به الکتریسیته تبدیل می شود نیروگاه حرارتی خورشیدی نامیده می شود این تأسیسات بر اساس انواع متمرکز کننده های موجود و بر حسب اشکال هندسی متمرکز کننده ها به سه دسته تقسیم می شوند:

- نیروگاههایی که گیرنده آنها آینه های سهموی ناودانی هستند.
- نیروگاههایی که گیرنده آنها در یک برج قرار دارد و نور خورشید توسط آینه های بزرگی به نام هلیوستات به آن منعکس می شود. (دریافت کننده مرکزی)
- نیروگاههایی که گیرنده آنها بشقابی سهموی (دیش) می باشد.



فهرست مطالب

فصل ۱- انرژی خورشیدی.....	۱۴
۱-۱- مقدمه:	۱۴
۲-۱- تاریخچه	۱۶
۳-۱- تعاریف	۱۶
۱-۳-۱- انرژی جنبشی:	۱۷
۲-۳-۱- انرژی پتانسیل:	۱۸
۳-۳-۱- اصل بقای جرم و انرژی:	۲۰
1-4- منبع انرژی خورشیدی	۲۱
1-5- ویژگی های انرژی خورشیدی:	۲۱
۶-۱- نیازها و محدودیت های انرژی خورشیدی:	۲۲
1-7- کاربرد های انرژی خورشیدی	۲۳
1-7-1- سیستم های فتوبیولوژیک :	۲۵
1-7-2- سیستم های فتوشیمیایی :	۲۵
1-7-3- سیستم های فتوولتائیک :	۲۵
1-7-4- سیستم های حرارتی و برودتی :	۲۵
۸-۱- موقعیت کشور ایران از نظر میزان دریافت انرژی خورشیدی	۲۸
فصل ۲- صفحات فتوولتائیک.....	۲۹
۱-۲- مقدمه	۲۹
۱-۱-۲- استفاده از الکتریسیته PV در کشورهای در حال توسعه.....	۲۹
۲-۱-۲- طبیعت و مهیا بودن تابش خورشیدی:	۲۹
۳-۱-۲- سلول PV ، ماژولها و آرایه ها:	۳۰
۴-۱-۲- سیستم های PV خورشیدی:	۳۰
۵-۱-۲- کاربردهای PV در کشورهای کمتر توسعه یافته:	۳۰
۶-۱-۲- سیستم های هیبرید:	۳۰
۷-۱-۲- فانوسهای خورشیدی:	۳۱



- 2-2- سلول خورشیدی ۳۱
- ۳-۲- مبانی فیزیکی سلول های خورشیدی ۳۴
- ۴-۲- مواد تشکیل دهنده سلول های خورشیدی ۳۶
- 2-5- استفاده از نولوله های کربنی در ساخت پیل های خورشیدی ۳۶
- ۶-۲- پدیده فتوولتائیک ۳۸
- 2-7- سیستم فتوولتائیک ۴۱
- 2-8- سه بخش اصلی سیستم های فتوولتائیک : ۴۲
- ۱-۸-۲- مازول یا پنل های خورشیدی ۴۳
- ۲-۸-۲- قسمت واسطه یا بخش توان مطلوب ۴۴
- ۳-۸-۲- مصرف کننده یا بار الکتریکی ۴۴
- 2-9- اصول کاریک پنل فتوولتائیک ۴۴
- ۱۰-۲- مراحل اصلی طراحی ۴۶
- 2-11- مشخصه الکتریکی آرایه فتوولتائیک در شرایط استاندارد ۴۶
- ۱۲-۲- مشخصه توان دو آرایه متحرک و ثابت در طول روز: ۴۹
- ۱۳-۲- انواع روش های استفاده از سیستم های فتوولتائیک ۵۷
- 2-13-1- سیستم های متصل به شبکه سراسری برق (Grid Connected): ۵۷
- ۲-۱۳-۲- سیستم های مستقل از شبکه (Stand Alone): ۵۸
- ۱۴-۲- کاربرد صفحات فتوولتائیک ۵۹
- ۱-۱۴-۲- فتوولتائیک های یکپارچه ساختمان: ۵۹
- 2-14-2- صفحات نمای ساختمان: ۶۰
- 2-15- نماهای نیمه شفاف: ۶۳
- 2-15-1- سیستم های سایبان: ۶۳
- 2-15-2- مصالح بام ۶۴
- 2-15-3- نورگیرها: ۶۵
- 2-16- میزان تولید انرژی الکتریکی بوسیله یک سیستم فتوولتائیک ۶۶
- 2-16-1- بهره برداری از سیستم های فتوولتائی برای استفاده از انرژی خورشیدی در سطح جهان: ۶۶
- ۱۷-۲- آرایه فتوولتائیک متحرک جهت افزایش توان خروجی سلول های خورشیدی ۶۹



- ۱۸-۲- تأثیرزاویه تابش نورخورشیدبرسطح سلول درمیزان تبدیل انرژی ۷۰
- ۱۹-۲- تأثیرزاویه کلکتوردرجذب انرژی خورشیدی ۷۱
- ۲۰-۲- آسیب پذیری دستگاههای فتوولتائیک ۷۴
- ۲۱-۲- عمده دلایل توجه به صنعت فتوولتائیک دریک دهه اخیر ورشد سالانه آن ۷۵
- ۲۲-۲- برآورد هزینه سیستمهای برق خورشیدی ۷۵
- 2-23- کم شدن نگرانی هادرباره ی آلودگی ناشی ازساخت سلول های خورشیدی ۷۶
- ۲۴-۲- مجموعه ای ازسوالات متداول درموردصفحات فتوولتائیک ۷۷
- ۲۴-۲-۱- سلول و یا باطری خورشیدی وجنس مواد سازنده آن: ۷۷
- 2-24-2- مشخصه جریان وولتاژ حاصل ازپنل های فتوولتائیک: ۷۷
- 2-24-3- آیا باطری های خورشیدی قدرت ذخیره سازی دارند؟ ۷۷
- 2-24-4- مشخصه پنل هابراساس تابش ودمابه چه صورت تغییرمی کند؟ ۷۷
- 2-24-5- طول عمرمفیدسلولهای خورشیدی بطورمتوسط چندسال می باشدو به چند نوع می باشند؟ ۷۷
- 2-24-6- انواع سلولهای خورشیدی عبارتنداز: ۷۷
- 2-25- سه بخش عمده سیستمهای فتوولتائیک: ۷۷
- 2-25-1- وظیفه پنلهای خورشیدی در سیستم فتوولتائیک چه می باشد؟ ۷۸
- 2-25-2- وظیفه بخش واسطه چه می باشد؟ ۷۸
- 2-25-3- انواع کاربرد سیستمهای فتوولتائیک عبارتنداز: ۷۸
- 2-25-4- تعریف سیستم های مستقل،متصل وهیبرید: ۷۸
- 2-25-5- سیستمهای هیبرید: ۷۸
- 2-25-6- مقایسه سیستمهای مستقل،متصل وهیبریدبایکدیگر: ۷۹
- 2-25-7- چند نمونه ازکاربردهای سیستم های فتوولتائیک ۷۹
- 2-25-8- تولید کننده مهم پنل های فتوولتائیک دردنیا: ۷۹
- 2-25-9- تولید کنندگان پنل فتوولتائیک درداخل کشور: ۷۹
- 2-25-10- چند نمونه از فعالیت های ناسا در زمینه سیستم های فتوولتائیک: ۷۹
- 2-25-11- انواع کلکتورهای بکاررفته درآبگرمکن های خورشیدی ۸۰
- 2-25-12- نحوه قرارگیری واجزای کلکتورهای FPC ۸۰
- 2-25-13- کلکتورهای صفحه تخت عموماً ازقسمت های زیر تشکیل می شوند: ۸۰
- 2-25-14- نحوه کار کرد آبگرمکن های خورشیدی ۸۱



- 2-25-15- نحوه عملکردسیستم پمپ حرارتی خورشیدی ۸۲
- 2-25-16- گرمایش پسیوخورشیدی درساختمان ۸۲
- 2-25-17- انواع روشهای سرمایش پسیو ۸۶
- 2-25-18- نحوه عملکرد خشک کن های خورشیدی ۸۷
- 2-25-19- انواع آب شیرین کن های خورشیدی ظرفیت پایین ۸۸
- 2-25-20- انواع آب شیرین کن های خورشیدی ۸۸
- 2-25-21- عملکرداجاق خورشیدی ۸۹
- 2-25-22- عملکرد کوره خورشیدی ۸۹
- 2-25-23- سیستم گرمایش باسیال عامل ۹۰
- 2-25-24- نحوه عملکرد کلکتور لوله خلاء ۹۰
- 2-25-25- روشنایی ساختمان با استفاده از خورشید ۹۲
- 2-25-26- فواید طرح های پسیو خورشیدی ۹۲
- 2-25-27- عوامل مهم دراندمان آب شیرین کن های ظرفیت پایین تک حوضچه ای ۹۳
- ۲۶-۲- مشخصات ماژول خورشیدی 36.45MA: ۹۳
- 2-26-1- نحوه انتخاب سایت های خورشیدی جهت نصب پنل های فتوولتائیک ۹۴
- 2-26-2- آیا سیستمهای فتوولتائیک بطور مداوم الکتریسیته تولید می کنند؟ ۹۴
- 2-27- بادبان خورشیدی ۹۵
- ۱-۲۷-۲ اجزای بادبان خورشیدی ۹۵
- ۲-۲۷-۲ سفر فضایی بابه کار گیری از نور خورشید ۹۶
- ۲۸-۲- دودکش خورشیدی ۹۷
- ۱-۲۸-۲ اصول کار : ۹۸
- 2-28-2- توان خروجی ۹۹
- ۳-۲۸-۲ ذخیره سازی: ۱۰۰
- 2-28-4- برج: ۱۰۱
- 2-28-5- توربین ها: ۱۰۱
- 2-28-6- مدل آزمایشی: ۱۰۱
- 2-28-7- تحولات آینده: ۱۰۲
- 2-28-8- نتیجه گیری: ۱۰۳



- فصل ۳- نیروگاه های خورشیدی.....۱۰۴
- 3-1- انواع نیروگاه های خورشیدی۱۰۴
- ۳-۱-۱- نیروگاه سهموی خطی (Parabolic Trough Concentrator) :۱۰۵
- ۳-۱-۲- نیروگاه دریافت کننده مرکزی (Power Tower):۱۰۷
- ۳-۱-۳- نیروگاه دیش استرلینگ (Dish Stirling):۱۰۸
- ۳-۲- کوره خورشیدی۱۰۹
- ۳-۳- طول عمر مولدهای برق خورشیدی۱۱۰
- ۳-۴- مزیت نسبی سیستم های مولد خورشیدی۱۱۰
- ۳-۵- سیستم های (پکیج) مستقل تامین برق خورشیدی۱۱۱
- ۳-۶- لیست شرکتهای تولیدکننده آبگرمکن و حمام خورشیدی۱۱۱





فهرست اشکال

- شکل ۱-۱ : خورشید منبع عظیم انرژی ۱۴
- شکل ۱-۲ : یک آرایه خورشیدی ونحوه تبدیل انرژی ۳۲
- شکل ۲-۲ : آرایه خورشیدی ۳۳
- شکل ۳-۲ : منحنی مشخصه های خروجی یک سلول خورشیدی ۳۴
- شکل ۴-۲ : نانولوله های کربنی ۳۷
- شکل ۵-۲ : نحوه تولید انرژی الکتریکی در صفحات فتوولتاییک ۳۹
- شکل ۶-۲ : اجزای پنل خورشیدی ۴۰
- شکل ۷-۲ : اجزای سیستم فتوولتاییک از نمایی دیگر ۴۱
- شکل ۸-۲ : پنل فتوولتاییک نصب شده روی بام خانه ای در لس آنجلس ۴۲
- شکل ۹-۲ : پنل های خورشیدی بکار رفته در ایستگاه فضایی بین المللی در سال 2001 ۴۲
- شکل ۱۰-۲ : اجزای سیستم فتوولتاییک ۴۳
- شکل ۱۱-۲ : ماژول خورشیدی ۴۳
- شکل ۱۲-۲ : یک فروندهواپیمای آزمایشی خورشیدی ناسا ۴۴
- شکل ۱۳-۲ : پروسه تولید برق بوسیله یک سلول فتوولتاییک ۴۵
- شکل ۱۴-۲ : مراحل طراحی سیستم فتوولتاییک ۴۶
- شکل ۱۵-۲ : نحوه پیکر بندی آرایه خورشیدی ۴۶
- شکل ۱۶-۲ : مشخصه جریان-ولتاژ ماژول خورشیدی مدل MA36/45 در شرایط استاندارد تابش ۴۷
- شکل ۱۷-۲ : مشخصه توان-ولتاژ ماژول خورشیدی مدل MA36/45 در شرایط استاندارد تابش ۴۷
- شکل ۱۸-۲ : مشخصه جریان-ولتاژ ماژول خورشیدی مدل MA36/45 در شرایط استاندارد تابش ۴۸
- شکل ۱۹-۲ : مشخصه توان-ولتاژ ماژول خورشیدی مدل MA36/45 در شرایط استاندارد تابش ۴۸
- شکل ۲۰-۲ : مشخصه توان-ولتاژ دو آرایه فتوولتاییک متحرک و ثابت در ساعت ۹ صبح ۴۹
- شکل ۲۱-۲ : مشخصه توان-ولتاژ آرایه ها در ساعت ۱۰ صبح ۵۰
- شکل ۲۲-۲ : مشخصه توان-ولتاژ آرایه ها در ساعت ۱۱ صبح ۵۰
- شکل ۲۳-۲ : مشخصه توان-ولتاژ آرایه ها در ساعت ۱۲ ۵۱
- شکل ۲۴-۲ : مشخصه توان-ولتاژ آرایه ها در ساعت ۱۳ ۵۱
- شکل ۲۵-۲ : مشخصه توان-ولتاژ آرایه ها در ساعت ۱۴ ۵۲



- شکل ۲-۲۶ : مشخصه توان- ولتاژ آرایه ها در ساعت ۱۵ ۵۲
- شکل ۲-۲۷ : مشخصه توان- ولتاژ آرایه ها در ساعت ۱۶ ۵۳
- شکل ۲-۲۸ : مشخصه توان- ولتاژ آرایه ها در ساعت ۱۷ ۵۳
- شکل ۲-۲۹ : مشخصه توان- ولتاژ آرایه ها در ساعت ۱۸ ۵۳
- شکل ۲-۳۰ : مشخصه های توان آرایه متحرک در ساعات مختلف روز ۵۴
- شکل ۲-۳۱ : مشخصه های توان آرایه متحرک در ساعات مختلف روز ۵۵
- شکل ۲-۳۲ : مشخصه جریان - ولتاژ آرایه متحرک در طول روز ۵۵
- شکل ۲-۳۳ : مشخصه جریان - ولتاژ آرایه ثابت در طول روز ۵۶
- شکل ۲-۳۴ : سیستم فوتو ولتائیک متصل به شبکه سراسری برق ۵۸
- شکل ۲-۳۵ : فوتولتائیک های نیمه شفاف ۶۰
- شکل ۲-۳۶ : صفحات نمای ساختمان ۶۱
- شکل ۲-۳۷ : صفحات نما ۶۲
- شکل ۲-۳۸ : صفحات نما ۶۲
- شکل ۲-۳۹ : فوتولتائیک نیمه شفاف ۶۳
- شکل ۲-۴۰ : فوتولتائیک سایبان ۶۴
- شکل ۲-۴۱ : نورگیر فوتولتائیک ۶۶
- شکل ۲-۴۲ : نورگیر فوتولتائیک دیگر ۶۶
- شکل ۲-۴۳ : سایت انرژی خورشیدی درموزه علوم کامبرلند واقع در ایالت تنسی آمریکا ۶۸
- شکل ۲-۴۴ : منحنی توان دریافتی از خورشید و توان تولید شده توسط سایت انرژی خورشیدی مستقر در موزه کامبرلند در ایالت تنسی آمریکا ۶۹
- شکل ۲-۴۵ : منحنی بار و عملکرد سیستم تولید برق خورشیدی در شبکه برق میاکو-ژاپن ۶۹
- شکل ۲-۴۶ : نحوه تغییر زاویه بین محور گردش زمین و مدار حرکت آن حول خورشید در طول سال .. ۷۰
- شکل ۲-۴۷ : نحوه تغییر مسیر حرکت خورشید در طول سال ۷۱
- شکل ۲-۴۸ : تغییرات مجموع انرژی خورشیدی روزانه قابل جذب در طول سال توسط کلکتورهای مختلف ۷۲
- شکل ۲-۴۹ : نحوه تغییر جریان سلول خورشیدی در اثر تغییر زاویه تابش نور خورشید بر سطح سلول. ۷۳
- شکل ۲-۵۰ : آرایه فوتولتائیک مورد مطالعه ۷۴
- شکل ۲-۵۱ : یک بادبان خورشیدی ۹۵



شکل ۲-۵۲ : سفر فضایی بابه کار گیری از نور خورشید ۹۷

شکل ۳-۱ : نیروگاه سهموی خطی ۱۰۶

شکل ۳-۲ : نیروگاه دریافت کننده مرکزی ۱۰۸

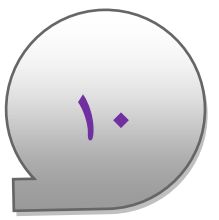




فهرست جداول

- جدول ۱-۱: پروژه های مربوط به سیستم های خورشیدی به همراه سازمان مجری ۲۴
- جدول ۱-۲: نیمه هادی های مورد استفاده در سلولهای خورشیدی ۳۸
- جدول ۲-۲: حداکثر توان تولید شده توسط آرایه های متحرک و ثابت ۵۷
- جدول ۳-۲: مشخصات ماژول خورشیدی 36.45MA ۹۳
- جدول ۱-۳: لیست شرکتهای تولیدکننده آبگرمکن و حمام خورشیدی ۱۱۲

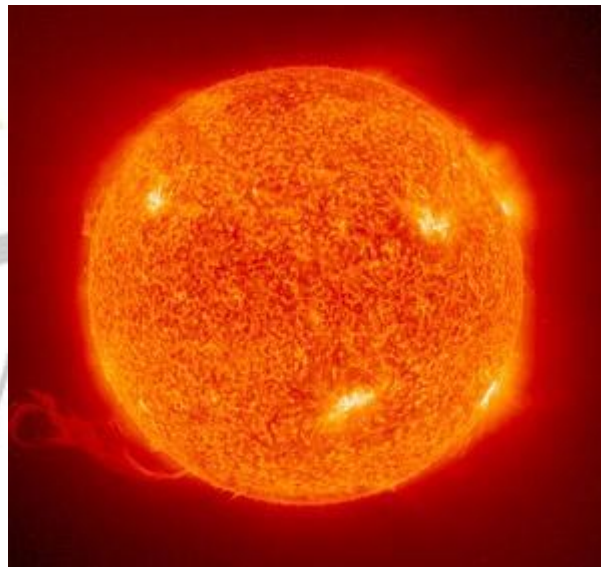




فصل ۱- انرژی خورشیدی

۱-۱- مقدمه:

شناخت انرژی خورشیدی و استفاده از آن برای منظوره‌های مختلف به زمان ماقبل تاریخ باز می‌گردد. خورشید یک راکتور هسته‌ای طبیعی بسیار عظیم است، که ماده در آن جا بر اثر همجوشی هسته‌ای به انرژی تبدیل می‌شود هر روز حدود ۳۵۰ میلیارد تن از جرمش به تابش تبدیل می‌شود، دمای داخلی آن حدود ۱۵ میلیون درجه سانتیگراد است. انرژی که بدین ترتیب به شکل نور مرئی ، فرو سرخ و فرابنفش به ما می‌رسد ۱ کیلو وات بر متر مربع است. خورشید به توپ بزرگ آتشین شباهت دارد که صد بار بزرگتر از زمین است . این ستاره‌ها از گازهای هیدروژن و هلیوم تشکیل شده است.



شکل ۱-۱ : خورشید منبع عظیم انرژی

گازها انفجارهای بزرگی را بوجود می‌آورند و پرتوهای قوی گرما و نور را تولید می‌کنند. این پرتوها از خورشید بسوی زمین می‌آیند در طول راه ، یک سوم آنها در فضا پخش می‌شوند و بقیه بصورت انرژی گرما و نور به زمین می‌رسند. می‌دانیم که سرعت نور ۳۰۰۰۰۰ کیلومتر در ثانیه است. از سوی دیگر ، ۸ دقیقه طول می‌کشد که نور خورشید به زمین برسد. بنابراین می‌توان فاصله خورشید تا زمین را حساب کرد. در این مسیر طولانی ، مقدار زیادی از نور و گرمای خورشید از دست می‌رود، اما همان اندازه‌ای که به زمین می‌رسد، کافی است تا شرایط مناسبی برای زندگی ما و جانوران و گیاهان بوجود آید. در مورد پیدایش خورشید فرضیه‌ای که بیشتر مورد قبول واقع شده، این است که منشاء ایجاد خورشید توده‌ای



ابری شکل گازهائی هستند که تشکیل دهنده عمده آنها هیدروژن بوده است. در مرحله اول و در نتیجه نیروی جاذبه مرکزی، ذرات هیدروژن روی هم متراکم شده و در اثر تراکم، تصادم شدیدی بین ذرات هیدروژن بوجود آمده و در نتیجه افزایش بیش از حد فشار و دما، تحولات هسته‌ای پدید آمده و حاصل آن آزاد شدن منابع عظیم انرژی بوده است از مجموع انرژی تابشی خورشید که بوسیله زمین و جو آن دریافت می‌شود در حدود ۳۵ درصد آن مجدداً به فضای خارج از جو بازتاب می‌گردد.

قسمت اعظم این بازتابی در جو زمین در برخورد اشعه با برفها و غبارهای جوی انجام می‌گیرد و بخش کمتری از آن، در سطح زمین در نتیجه انعکاس اشعه بوسیله آبها- برفها و سنگریزه‌ها حادث می‌شود. قسمتی از باقیمانده انرژی، در حین عبور از جو زمین، در اثر برخورد با ذرات هوا و غبار و بخار آب موجود در جو، به دفعات زیاد تغییر مسیر داده و پس از این برخوردها، به صورت تشعشعات پراکنده به سطح زمین و یا فضای خارج تابیده می‌شود. همچنین در حدود ۱۰ الی ۱۵ درصد انرژی تشعشعی دریافت شده از خورشید، به وسیله ذرات بخار آب - کربن دی‌اکسید و اوزون موجود در جو زمین جذب می‌شود.

قابل توجه است که در طبقات فوقانی جو زمین، گاز ازن تقریباً تمام اشعه ماوراء بنفش را جذب می‌کند و این تصفیه اشعه از نظر سلامت زندگی انسان ها حائز اهمیت فوق العاده ایست زیرا که اشعه ماوراء بنفش در پوست و چشم انسان تأثیرات بسیار نامطلوب دارد. بخار آب و کربن دی‌اکسید در طبقات تحتانی جو زمین، اشعه مادون قرمز را جذب می‌کند.

خورشید زمین را گرم و روشن می‌کند. گیاهان و جانوران نیز انرژی خورشیدی را لازم دارند تا زنده بمانند. اگر خورشید نبود یا از زمین خیلی دورتر بود و گرمای کمتر به ما می‌رسید، سطح زمین خیلی سرد و تاریک می‌شد و هیچ موجودی نمی‌توانست روی آن زندگی کند. همه ما به انرژی نیاز داریم، انرژی مانند نیرویی نامرئی در بدن ما وجود دارد و آن را بکار می‌اندازد. اگر انرژی به بدن نرسد، توانایی انجام کار را از دست می‌دهیم و پس از مدتی می‌میریم. ما انرژی را از غذایی که می‌خوریم بدست می‌آوریم. با هر حرکت و کاری که انجام می‌دهیم، بخشی از انرژی موجود در بدن صرف می‌شود. حتی برای خواندن این مطلب هم مقداری انرژی لازم است. برای همین باید هر روز غذاهای کافی و مناسبی را بخوریم. گیاهان و جانوران نیز برای زنده ماندن و رشد و حرکت، به انرژی نیاز دارند، که منشأ همه اینها از خورشید می‌باشد. تمام دستگاهها و ماشین های ساخته شده بدست انسان نیز با استفاده از انرژی کار می‌کنند. بسیاری از این ماشین ها برقی هستند. حتما شما هم از دستگاه هایی مثل رادیو ، تلویزیون ، اطو ، یخچال و ... استفاده می‌کنید. اگر به هر دلیلی برق خانه قطع شود، تمام این دستگاه ها از کار می‌افتند و بدون استفاده می‌شوند، اما آیا می‌دانید برق چطور تولید می‌شود؟ برای تولید برق، سوخت هایی مثل زغال سنگ نفت و گاز را می‌سوزانیم. این نوع



سوخت ها را سوخت فسیلی می نامند. سوخت های فسیلی از باقی مانده گیاهان و جانورانی بوجود آمده اند که میلیونها میلیون سال قبل روی زمین زندگی می کردند. وقتی این جانوران و گیاهان مردند واز بین رفتند، سالهای زیادی زیر فشار لایه های زمین ماندند تا به زغال سنگ و نفت و گاز تبدیل شدند و می بینیم که همه انواع مختلف انرژی که قبل تبدیل به یکدیگر نیز هستند از یک منبع به نام خورشید ناشی شده و یاباه آن مربوط می شود.

تابش خورشید منشأ اغلب انرژی هایی است که در سطح زمین در اختیار ما قرار دارد:

- باد : ناشی از اختلاف دمای هوا و حرکت نسبی اتمسفر زمین است.
- آبخار : ناشی از تبخیر و بارانی که از آن نتیجه می شود.
- چوب ، زغال سنگ ، نفت و ... که منشا گیاهی دارند به کمک کلروفیل و خورشید ساخته شده اند.



۲-۱- تاریخچه

اصل بقای انرژی در حدود ۱۸۵۰ پایه گذاری شد. منشاء این اصل همانگونه که در مکانیک بکار می رود توسط کار گالیله (۱۶۴۲-۱۵۶۴) و ایساک نیوتن (۱۷۲۶-۱۶۴۲) فهمانیده شد. در واقع هنگامیکه کار بعنوان حاصل ضرب نیرو و تغییر مکان تعریف می شود، این تعریف تقریباً بطور خود کار از قانون دوم حرکت نیوتن تبعیت می کند. چنین مفهومی تا سال ۱۸۲۶ یعنی زمانی که ریاضی دان معروف فرانسوی معرفی شد، وجود نداشت. لغت نیرو (از نظر لاتین) نه تنها از نقطه نظر مفهوم آن توسط نیوتن در قوانین حرکتش توصیف شد، بلکه در کمیت هائی که اکنون به عنوان کار و انرژی کنیتک (جنبشی) و پتانسیل (نهفته) تعریف میشوند بکار می روند. این ابهام برای مدت زمانی توسعه هراصل کلی رادرمکانیک درورای قوانین حرکت نیوتنی مسدود نموده بود.

۳-۱- تعاریف

روابط مفید و متعددی از تعریف کار بعنوان یک کمیت و موجودیت فیزیکی روشن تبعیت می نماید. در صورتیکه بر جسمی با جرم معین نیرویی در خلال یک فاصله زمانی دیفرانسیلی اعمال شود در آن تغییر مکان ایجاد نماید، کار انجام شده بتوسط نیرو بوسیله معادله $dW = F \cdot dl$ داده می شود که زمانی که باقانون دوم نیوتن ترکیب شود خواهد شد: $dW = m \cdot a \cdot dl$ با تعریف شتاب $a = du \cdot dt$ که u سرعت جسم است ، خواهیم داشت:



$$dW = m \frac{du}{dt} dl \quad \text{معادله (۱-۱)}$$

که ممکن است چنین نوشته شود :

$$dW = m \frac{dl}{dt} du \quad \text{معادله (۲-۱)}$$

از آنجائیکه بر حسب تعریف سرعت ، معادله برای کار :

$$dw = m u du \quad \text{معادله (۳-۱)}$$

حال از این معادله ممکن است برای یک تغییر معین از سرعت اولیه (u_1) تا سرعت نهائی (u_2) انتگرالگیری نمود:

$$W = m \int_{u_1}^{u_2} u du = m \left(\frac{u_2^2}{2} - \frac{u_1^2}{2} \right) \quad \text{معادله (۴-۱)}$$

۱-۳-۱- انرژی جنبشی:

هریک از کمیت های $\frac{1}{2} m u^2$ در معادلات بالا یک انرژی جنبشی E_k است، ترمی که بوسیله لورد کلوین در ۱۸۵۹ معرفی شد:

$$E_k = \frac{1}{2} m u^2$$

$$\frac{1}{2} m u^2 / g_c \quad \text{معادله (۵-۱)}$$

معادله مبین این نکته است که کار انجام شده بر روی جسم در شتاب دادن آن از یک سرعت اولیه به سرعت نهائی معادل تغییر در انرژی جنبشی جسم میباشد، بر عکس چنانچه یک جسم متحرک توسط عمل یک نیروی مقاوم کند شود کار انجام شده بوسیله جسم معادل تغییرش در انرژی جنبشی خواهد بود. در دستگاه بین المللی واحدها که جرم به کیلوگرم و سرعت به متر بر ثانیه است ، انرژی جنبشی دارای واحد کیلوگرم در مجذور ثانیه بر مجذور ثانیه میباشد از آنجائیکه کیلوگرم متر بر مجذور ثانیه به واحد نیوتن بیان میشود، انرژی جنبشی به نیوتن متر یا ژول بیان میگردد که همان واحد کار خواهد بود. در دستگاه



بین المللی آحاد که جرم به کیلوگرم و سرعت به متر بر ثانیه است ، انرژی جنبشی دارای واحد گیلوگرم در مجذور ثانیه بر مجذور ثانیه میباشد از آنجائکه کیلوگرم متر برمجذور ثانیه به واحد نیوتن بیان میشود، انرژی جنبشی به نیوتن متر یاژول بیان میگردد که همان واحد کار خواهد بود.

در دستگاه مهندسی انگلیسی ، انرژی جنبشی به بیان می شود بنابراین واحد انرژی جنبشی در این دستگاه عبارت خواهد بود از:

$$E_k = \frac{mu^2}{2g_c} = \frac{(lb_m)(ft)^2(s)^{-2}}{(lb_m)(ft)(lb_f)^{-1}(s)^{-2}} = (ftlb_f) \quad \text{معادله (۶-۱)}$$

در اینجا برای هماهنگی ابعاد، قراردادن ثابت بعدی gc ضروری است.

۱-۳-۲- انرژی پتانسیل:

چنانچه جسمی باجرم معینی از یک ارتفاع اولیه z_1 به ارتفاع نهائی z_2 بالا رود، نیروئی حداقل معادل وزنش در جهت بالا باید بر آن اعمال شود:

$$F = ma = mg \quad \text{معادله (۷-۱)}$$

در این معادله شتاب ثقل از محلی به محل دیگر متفاوت است. حداقل کار لازم برای بالا بردن جسم،

حاصل ضرب این نیرو و تغییر ارتفاع خواهد بود :

$$W = F(z_2 - z_1) = mg(z_2 - z_1) \quad \text{معادله (۸-۱)}$$

$$W = \Delta E_p = \Delta m z g \quad \text{معادله (۹-۱)}$$



از معادله بالا مشاهده می نمائیم که کار انجام شده بر روی جسم برای بالا بردن آن معادل تغییر در انرژی پتانسیل (Ep) است. برعکس، چنانچه جسمی در برابر یک نیروی مقاوم معادل وزنش پایین آورده شود، کار انجام شده بوسیله جسم برابر تغییر در انرژی پتانسیل می باشد. معادله (۸-۱) شکل مشابهی با معادله (۹-۱) دارد و هر دو مبین این واقعیت هستند که کار انجام شده معادل تغییر در کمیتی است که شرایط جسم را در ارتباط با محیطش توصیف می نماید.

در هر دو حالت کار انجام شده رامی توان به وسیله معکوس نمودن فرایند و باز گرداندن جسم به شرایط اولیه اش بازیابی نمود. این مشاهده طبیعتاً به این تصور منتهی می شود که چنانچه کار اعمال شده بر روی جسم در شتاب دادن آن و یا در بالا بردن آن را بتوان بازیابی نمود، پس این جسم به وسیله خاصیتی چون سرعتش و یا ارتفاعش باید دارای استعداد و یا ظرفیت انجام این کار باشد این فرضیه در مکانیک جسم جامد آنچنان به خوبی ثابت شده است که ظرفیت یک جسم برای انجام کار نام انرژی به دادن اختصاص یافته است، نامی که از لغت یونانی اقتباس شده و به معنی انجام کار است و بنابراین کار شتاب دهنده یک جسم باعث تغییر در انرژی جنبشی آن میشود، و کار انجام یافته بر روی یک جسم برای بالا آن باعث تغییر در انرژی پتانسیل آن میشود. بنابراین انرژی پتانسیل چنین تعریف میشود :

$$E_p = mzg$$

معادله (۱۰-۱)

در دستگاه بین المللی آحاد، که جرم به کیلوگرم، ارتفاع به متر و شتاب ثقل به متر بر مجذور ثانیه است، انرژی پتانسیل دارای واحد کیلوگرم- مجذور متر بر مجذور ثانیه است. این همان نیوتن متر و یا ژول که واحد کار است می باشد.

$$W = \Delta E_k = \Delta \left(\frac{mv^2}{2} \right)$$

معادله (۱۱-۱)

در دستگاه مهندسی انگلیسی، واحد انرژی پتانسیل فوت در پوند نیرو خواهد بود:

$$E_p = \frac{mzg}{g_c} = \frac{(lb_m)(ft)(ft)(s)^2}{(lb_m)(ft)(lb_f)^{-1}(s)^{-2}}$$

معادله (۱۲-۱)

این بار نیز ثابت بعدی gc برای هماهنگی ابعاد اضافه میشود.



۱-۳-۳- اصل بقای جرم و انرژی:

در هر یک از آزمایشات فرآیندهای فیزیکی ، تلاش برای یافتن یا تعریف کردن کمیت هایی است که بدون توجه به تغییرات رخ داده شده، ثابت باقی بمانند. یک چنین کمیتی که قبلادر توسعه مکانیک شناخته شده است، جرم می باشد. استفاده مهم قانون بقای جرم بعنوان یک اصل کلی در علم پیشنهاد می نماید که اصول بیشتر بقاء می باید دارای مقدار قابل مقایسه ای باشد. بنابراین توسعه مفهوم انرژی بطور منطقی منتهی به اصل بقایش در فرایندهای مکانیکی شد. در صورتیکه به جسمی در هنگام بالا رفتن انرژی داده شود، پس از آن این جسم می باید این انرژی را در خود نگهداردا تا کاری را که قادر است انجام دهد. جسمی که صعود نموده و مجاز به سقوط آزاد است ، آنقدر انرژی جنبشی کسب می نماید که بهمان اندازه انرژی پتانسیل از دست می دهد بطوریکه ظرفیت آن برای انجام کار بدون تغییر باقی می ماند. برای یک جسم در حال سقوط آزاد ، می توان نوشت :

$$\Delta E_k + E_p = 0$$

معادله (۱-۱۳)

اعتبار این معادله بوسیله تجربیات بی شماری تأیید شده است موفقیت در کاربرد آن برای اجسام در حال سقوط آزاد منتهی به تعمیم اصل بقای انرژی برای استفاده در همه فرآیندهای مکانیکی خالص شده است. شواهد تجربی فراوانی تاکنون برای تایید این تعمیم حاصل گردیده است. اشکال دیگری از انرژی مکانیکی علاوه بر انرژی جنبشی و پتانسیل جاذبه ای امکانپذیر است. واضح ترین آنها انرژی پتانسیل آرایش ساختمانی است. هنگامیکه فنری فشرده شود، کار توسط یک نیروی خارجی صورت می گیرد. از آنجائیکه فنر بعدا می تواند این کار را بر علیه یک نیروی مقاوم خارجی انجام دهد، پس فنر دارای ظرفیت انجام کار است. این انرژی پتانسیل آرایش ساختمانی است .

$$\frac{mu_2}{2} - \frac{mu_1}{2} + mz_2g - mz_1g = 0$$

معادله (۱-۱۴)

انرژی شکل مشابهی در یک نوار لاستیکی کشیده شده و یا در یک میله کج شده در ناحیه لاستیکی موجود است. برای افزایش عمومیت اصل بقای انرژی در مکانیک مابه کار بالاخص بعنوان شکلی از انرژی می نگریم. این بطور وضوح مجاز است زیرا تغییرات انرژی جنبشی و پتانسیل معادل کار انجام گرفته در تولید آنهاست (معادلات ۱-۱۳، ۱-۱۴). در هر حال کار انرژی در انتقال است و هرگز در یک جسم باقی نمی

ماند. هنگامیکه کاری انجام گیرد لکن همزمان جای دیگری کار ظاهر نشود به شکل دیگری از انرژی تبدیل می شود. جسم یا مجتمعی که توجه بر روی آن متمرکز میشود دستگاه (system) نامند. به هرچیز دیگری محیط (surrounding) اطلاق می گردد. زمانیکه کاری صورت میگیرد، این کار بوسیله محیط بر روی دستگاه و یا بالعکس انجام می شود و انرژی از محیط به دستگاه و یا بالعکس انتقال می یابد فقط در خلال این انتقال است که شکلی از انرژی بعنوان کار موجود می باشد. برعکس، انرژی جنبشی و پتانسیل در جسم ذخیره می شود. مقادیرشان به هر حال در مقایسه با محیط اندازه گیری میشود. بعنوان مثال انرژی جنبشی تابعی از سرعت نسبت به محیط است و انرژی پتانسیل تابعی از ارتفاع نسبت به یک سطح مقایسه می باشد. تغییرات در انرژی جنبشی و پتانسیل تابعی از این شرایط مقایسه نیست مشروط بر آنکه آنها ثابت باشند.

۴-۱- منبع انرژی خورشیدی

با اندازه گیری شار خورشیدی تابشی در بالای جو زمین می توان قدرت دریافتی کل انرژی از خورشید را محاسبه کرد. که در حد $1.8 * 10^{11}$ مگاوات است. البته تمام این انرژی به سطح زمین نمی رسد مقداری از آن جذب لایه های اتمسفر می شود.

ماده در عالم اساساً از هیدروژن و هلیوم تشکیل شده که قسمت اعظم آن بین ستاره ها و کهکشان ها توزیع شده است. نیروی جاذبه متقابل بین ذرات سبب تراکم گاز و گرد غبار شده و این تراکم احتراماً بر ستاره های را بوجود می آورد. انرژی پتانسیل گرانشی سبب ازدیاد دمای داخل ستاره شده و آن هم باعث افزایش چگالی ستاره شده در نتیجه دمای داخل آن افزایش می یابد تا یک حالت پلاسمای خورشیدی بخود بگیرد. در یک چنین محیطی شرایط برای همجوشی هسته ای مهیا می شود.

باترکیب دوتریوم و تریتیوم مقداری انرژی آزاد می شود (17.6 MEV) بنابراین همانطوری که گفته شد، مقدار انرژی که از خورشید به زمین می رسد، بوسیله جمع کننده های خورشیدی کنترل کرده و برای مصارف خانگی و صنعتی مورد استفاده قرار می گیرند.

۵-۱- ویژگی های انرژی خورشیدی:

- انرژی خورشیدی تمام نشدنی است .
- انرژی تمیزی است و هیچ آسیبی به محیط زیست نمی رساند.
- بدلیل عدم وجود قسمت های متحرک، نگهداری و اتوماسیون آن آسان است.

- ظرفیت آن را متناسب با نیاز می توان طراحی کرد.

۱-۶- نیازها و محدودیت های انرژی خورشیدی:

برخی انرژیهای تجدیدپذیر را تنها امید بقای کره زمین دانسته اند، در حالی که عده ای آنرا منبعی حاشیه ای با ظرفیت محدود به حساب می آورند. از سویی منابع سوخت فسیلی پایان پذیر و تجدیدناپذیر است و باید از انرژی های تجدیدپذیر که به رغم منابع فسیلی، منافع زیست محیطی فراوانی در بردارد بیشتر بهره جست. انرژی خورشیدی، نتیجه فرآیند پیوسته همجوش هسته ای در خورشید است و هم اکنون کل منبع انرژی خورشیدی ۱۰ هزار برابر مصرف انرژی کنونی بشر است، اما اندک بودن شدت این توان و تنوع زمانی و جغرافیایی آن مشکلات عمده ای را فراهم کرده که سهم این انرژی را در برابر کل انرژی محدود می کند.

با این حال، در کشورهای که هزینه انرژی معمولی به دلیل مالیات زیاد است و دولت تلاش زیادی برای ترغیب مردم به استفاده از انرژی خورشیدی می کند، بازار برای سیستم های حرارتی خورشیدی کم دما رونق دارد. با آنکه کل منبع انرژی خورشیدی این امکان بالقوه را دارد که سهم عمده ای در تأمین انرژی جهانی در آینده داشته باشد، دلایل زیادی وجود دارد که سهم استفاده از آن را در ۲۰ سال آینده بسیار محدود می کند.

اهمیت این محدودیت، همراه با الگوهای مصرف و اولویت های ملی تغییر می یابد. یکی از محدودیت های عمده در استفاده از انرژی خورشیدی، عدم کارایی اقتصادی سیستم های خورشیدی اولیه در برابر سیستم های تکامل یافته با سوخت فسیلی است که با افزایش قیمت سوخت های معمولی و اقتصادی تر کردن دستگاه های خورشیدی با حجم تولید بیشتر، گرایش به استفاده از این گونه انرژی را می توان شتاب بخشید. در کنار محدودیت های اقتصادی لازم است انرژی خورشیدی و مزیت های استفاده از آنرا با آموزش در محتوای فرهنگی زندگی مردم و به منظور ارتقای سطح آگاهی آنان وارد ساخت که به سرمایه گذاری و توجه دولت به بخش خصوصی نیاز دارد.

محمود دیگر معادله اجتماعی انرژی خورشیدی، توسعه مهارت های فنی در میان طراحان، نصابان و تعمیر کاران بسیاری از دستگاههایی است که بطور وسیع در سراسر جهان توزیع می شوند. با توجه به دورنمای فراگیری انرژی خورشیدی و با توجه به کل سرمایه در دسترس برای سرمایه گذاری در انرژی خورشیدی که در ۳۰ سال آینده به ۱۰ درصد کل سهام انرژی جهان محدود خواهد شد، به این نتیجه می توان رسید که انرژی خورشیدی دست کم زودتر از سال ۲۰۲۰ نمی تواند جانشین اصلی انرژی سوخت های فسیلی شود. کشورهای نیز در زمینه سرمایه گذاری در این بخش با محدودیت روبرو هستند و روشی که برای کاهش

این محدودیت ها می توان به آن اشاره کرد. جذب سرمایه بخش خصوصی و ستفاده از آن بخش از بودجه دولتی است که برای سرمایه گذاری در انرژی خورشیدی اختصاص داده شده است که بسیاری از کشورهای با کار بست این روش به موفقیت هایی دست یافته اند و در کشور ما نیز باید شرایط حضور بخش خصوصی فراهم و اقدام های لازم برای جذب بخش خصوصی انجام شود. آلمان که با پیامدهای افزایش شدید بهای نفت دست به گریبان بوده و برنامه تولید انرژی هسته ای خود را نیز کنار گذارده است، هم اکنون در صدد گسترش دادن نیروگاه های بسیار بزرگ است.

اخیرا بزرگترین نیروگاه خورشیدی در این کشور گشایش یافت. این نیروگاه که در جنوب شهر لایپزیک و در شرق این کشور قرار دارد با ۳۳ هزار و ۵۰۰ پانل فتوولتاییک حدود ۵ مگاوات ساعت برق تولید می کند. این نیروگاه قادر است برق ۱۸۰۰ خانوار را تامین کند. بر اساس ارزیابی سازمان انرژی خورشیدی آلمان، مجموع ظرفیت تولید آماده در سال جاری به ۳۰۰ مگاوات رسیده که دو برابر ظرفیت تولید پیشین در این کشور است. هم اکنون نگرانی های فراوانی در زمینه توانایی کشورها در یافتن منابع سرمایه ای به منظور تأمین نیازهای مالی توسعه استفاده از این نوع انرژی در دهه های آینده وجود دارد که این معضل در کشورهای در حال توسعه شدید تر است. اما به نظر می رسد با ایجاد سرمایه گذاری های کلان و سریع در این زمینه، مشارکت بخش خصوصی در این گونه طرح ها و مهم تر از همه ارتقای سطح فرهنگی کشور برای استفاده از انرژی های جانشین (تجدید پذیر) تا چند سال آینده، دستیابی به این هدف مهم چندان دور نباشد.

۱-۷- کاربرد های انرژی خورشیدی

از آنجایی که انرژی خورشیدی جزء پیوسته ای از زندگی موجودات بر روی کره زمین میباشد بشر از دیر باز سعی کرده است از این منبع عظیم انرژی به نحوی برای اهداف مورد نظر خود استفاده نماید تاریخ استفاده از انرژی خورشیدی به سال ۲۱۲ قبل از میلاد میرسد در آن زمان ارشمیدس با استفاده از انعکاس و تمرکز نور خورشید بر سطح کشتی های رومی آنها را به آتش کشید و در سال ۱۷۲۴ در فرانسه یک دستگاه متمرکز کننده نور خورشید ساخته شد که قادر به حرکت در دو بعد مختلف بود.

در سال ۱۷۷۲ نخستین کره خورشیدی با توان ایجاد درجه حرارتی مغادل ۱۸۰۰ درجه سانتیگراد ساخته شد. بعد از جنگ جهانی دوم آرتور کلارک طرح و تورهای خورشیدی برای ماهواره ها ارائه داد در سال ۱۹۸۰ اولین نیروگاه بزرگ حرارتی خورشیدی ساخته شد. در کشور ایران مطالعات بسیاری



در زمینه استفاده از انرژی خورشیدی برای کاربرد های مختلف صورت گرفته است. صفحه بعد مشخصات برخی از مطالعات را نشان میدهد.

جدول ۱-۱: پروژه های مربوط به سیستم های خورشیدی به همراه سازمان مجری

نام پروژه	سال شروع	سال خاتمه	سازمان مربوطه
بررسی فنی و اقتصادی سیستمهای گرمایش خورشیدی (مسکونی)	1374	1375	وزارت نیرو
بررسی فنی و اقتصادی سیستمهای گرمایش خورشیدی (تجاری عمومی)	1374	1375	وزارت نیرو
بررسی فنی و اقتصادی نیروگاههای حرارتی خورشیدی	1374	1375	وزارت نیرو
بررسی فن و اقتصادی موتور استرلینگ خورشیدی	1374	1375	وزارت نیرو
پتانسیل سنجی انرژی خورشیدی	1374	1375	وزارت نیرو
نیروگاه برق حرارتی خورشیدی	1372	-----	سازمان انرژی اتمی



در عصر حاضر از انرژی خورشیدی توسط سیستم‌های مختلف و برای مقاصد متفاوت استفاده و بهره‌گیری می‌شود که عبارتند از:

۱-۷-۱- سیستم‌های فتوبیولوژیک :

تغییراتی که در حیات وزیست گیاهان و جانداران به وسیله نور خورشید و فتوسنتز ایجاد می‌گردد فرآیند کود حیوانات و استفاده از گاز آن.

۱-۷-۲- سیستم‌های فتوشیمیایی :

تغییرات شیمیایی در اثر نور خورشید-الکترولیزهای نوری - سلول های فتوولتائیک الکتروشیمی- تاسیسات تهیه هیدروژن.

۱-۷-۳- سیستم‌های فتوولتائیک :

تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی با سلولهای خورشیدی

۱-۷-۴- سیستم های حرارتی و برودتی :

شامل سیستم‌های تهیه آب گرم- گرمایش و سرمایش ساختمان ها-تهیه آب شیرین- سیستم های انتقال و پمپاژ- سیستم های تولید فضای سبز (گلخانه ها) - خشک‌کنها و اجاقهای خورشیدی- سیستم‌های سردسازی- برجهای نیرو- خشک‌کن خورشیدی

۱) سیستم‌های فتوبیولوژی :

عملکرد فتوسنتز در گیاهان قدیمی‌ترین روش‌هاست استفاده از انرژی خورشیدی است گیاهان انرژی خورشید را جذب کرده و با کمک آن گاز کربنیک و آب را به مواد قندی تبدیل می‌کنند. همچنین در این فعل و انفعالات گیاهان اکسیژن را آزاد و نیتروژن و مواد فسفری را که برای ادامه حیات و رشد خود لازم دارند جذب می‌کنند. نتیجه این فرآیند، ذخیره‌سازی بیولوژیکی انرژی خورشیدی می‌باشد انرژی ذخیره شده در گیاهان از طریق سوزاندن چوب و یا تهیه سوخت هائی از قبیل الکل و متان بازیابی می‌شود.

۲) سیستم‌های شیمی خورشیدی:

این سیستم‌ها به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند.

الف) سیستم‌های فتوشیمیائی که در آنها از نور خورشید در عملیات شیمیایی استفاده می‌شود.

ب) سیستم‌های هلیوترمیک در آنها از حرارت خورشید به عنوان یک منبع حرارتی بهره‌گیری شده و عملیات شیمیایی انجام می‌گیرد. برای تهیه سوختی مثل هیدروژن از روش فتوشیمیایی و یا از روش حرارتی در الکترولیز استفاده می‌شود و هیدروژن ذخیره شده را برای تولید انرژی مکانیکی - حرارتی و الکتریکی و غیره بکار برد. عملیات فتوسنتز در گیاهان و تشکیل سوختهای فسیلی در زیرزمین، و ذخیره‌سازی بیولوژیکی انرژی خورشید در موارد و بالاخره تهیه سوختهایی از قبیل الکل و متان و هیدروژن، همگی تابع یک سری فعل و انفعالات شیمیایی بوده و می‌توان آنها را بخشی از سیستم‌های شیمی خورشیدی به حساب آورد. در سالهای ۱۹۶۹ دو پژوهشگر ژاپنی نتیجه تحقیقات خود را به عنوان رشته جدیدی از سلول‌های الکترولیز اعلام کردند این دو پژوهشگر یک صفحه تیتانیوم دی‌اکسید (TiO₂) جریان الکتریکی بین دو قطب کاتد و آنود برقرار شده و آب نیز به دو عنصر تشکیل دهنده خود یعنی اکسیژن و هیدروژن استفاده کرد.

تهیه الکتریسته با استفاده از سلولهای خورشیدی در رشته شیمی نیز استفاده از الکترولیز امکان پذیر بوده به علاوه از سلولهای فتوالکترولیت، برای تجزیه شیمیایی و تهیه و ذخیره هیدروژن باروشهای گوناگون استفاده می‌شود.

۳) سیستم‌های فتوولتائیک:

سیستمی که در آن انرژی خورشیدی بدون بهره‌گیری از مکانیزم‌های متحرک و شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل شود، را سیستم فتوولتائیک می‌نامند.

عاملی که در این فرآیند بکار می‌رود سلول خورشیدی نامیده می‌شود. حدود ۳۵ سال پیش برای اولین بار به عنوان مولد الکتریکی در سفینه‌های فضائی از این سلول‌ها استفاده گردید و مدتی است که بهره‌گیری از آنها در زمین نیز تداوم یافته است سلول‌های خورشیدی قادرند انرژی خورشیدی را با بازدهی معادل ۵ تا ۲۰ درصد مستقیماً به الکتریسته تبدیل کنند. اگر چه انرژی الکتریکی نوری هنوز به میزان کافی از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نمی‌باشد ولی در سالهای اخیر کاهش چشمگیری در هزینه‌های مربوط به بهره‌برداری از این سیستم‌ها مشاهده گردیده و انتظار می‌رود در آینده نیز با تحقیقات لازم در نوع سلولهای نوری، کاهش قیمت ادامه یابد ولی نباید فراموش کرد در مناطق دور و در جاهائی که دسترسی به سوخت و الکتریسته ارزان مقدور نباشد از سیستم‌های فتوولتائیک استفاده می‌شود. با استفاده از انرژی خورشید

وسلولهای خورشیدی وبا ایجاد اختلاف پتانسیل فشارالکتریکی در نیمه هادی که بطور مناسب ساخته شده اند الکتریسته تولید می شود.

امروزه مؤثرترین و ارزانترین سلولهای خورشیدی ماده ای به نام سیلیسیم می باشد. ماسه یکی از منابع مهم سیلیسیم بوده که پس از پالایش آن کریستالهای سیلیسیم بدست می آید و پس از بریده شدن بصورت صفحه آماده می شود.

سیلیسیم یک نیمه هادی است که به طور خالص از نظر هدایت الکتریکی هادی ضعیفی است ولی اگر در موقع پالایش به آن فسفر اضافه شود بارمنفی (الکترون) پیدا کرده و در صورتیکه بور اضافه شود بار مثبت (حفره) پیدا می کند.

نوع اول راسیلیسیم «نوع N» و نوع دوم را سیلیسیم «نوع P» می نامند می دانیم که سیلیسیم دارای ۴ الکترون در مدار خارجی خود می باشد. هنگامی که تعدادی اتم فسفر به داخل کریستال سیلیسیم وارد شود با توجه به اینکه فسفر دارای ۵ الکترون در مدار خارجی خود دارد ۴ الکترون مدار خارجی فسفر با ۴ الکترون مدار خارجی فسفر با ۴ الکترون مدار خارجی سیلیسیم یک مدار بوجود آورده و به این ترتیب یک الکترون به صورت آزاد باقی مانده یعنی سیلیسیم با بار منفی باردار شده و نیمه هادی نوع N بوجود می آید. از طرفی اگر بجای فسفر اتم بور که سه الکترون در مدار خارجی دارد استفاده شود حفره هائی که مثل الکترون قابلیت حرکت دارند ایجاد شده و سیلیسیم بطور مثبت باردار می شود یعنی نیمه هادی نوع P بوجود می آید. حال اگر یک طرف یک سیلیسیم نوع P را از نوع N الکترونهای آزاد و اتمهای فسفر با بار مثبت وجود دارند. حال اگر یک فوتون (ذره ای از نور) به اتصال P-N برخورد کند. الکترون از اتم سیلیسیم جدا کرده و در نتیجه حفره بوجود آورد. حفره های مزبور تحت تأثیر میدان موجود به سمت ناحیه P و الکترون به سوی ناحیه N حرکت کرده و این دو حرکت مخالف با بارهای مختلف، یک جریان الکتریکی بوجود می آورند. با اتصال کنتاکتهائی به رویه هائی قطعات نیمه هادی، مداری تشکیل می شود که اجازه برگشت الکترون ها را به اتصال نوع P از میان یک بار خارجی می دهد.

۴) سیستم های حرارتی خورشیدی (THERMAL SOLAR ENERGY) :

روش های گرما خورشیدی، با استفاده از انواع کلکتورها و روش های غیرفعال، جهت جذب کردن و جمع آوری انرژی حرارتی خورشید طراحی شده، و برای منظورهائی از قبیل گرم کردن آب و هوا و تولید بخار و سرد کردن و... بکار برده شده اند.



سیستم‌های گرماخورشیدی رامی‌توان به ترتیب زیر طبقه‌بندی کرد :

(۱) سیستم‌های آب گرم خورشیدی

(۲) سیستم‌های گرمایش و سرمایش ساختمانها

(۳) سیستم‌های تهیه آب شیرین و آب مقطرگیری

(۴) سیستم‌های انتقال پمپاژ

(۵) سیستم‌های تولید فضای سبز

(۶) سیستم‌های خشک‌کنن وخوراک پزخورشیدی

(۷) سیستم‌های سردکننده خورشیدی

(۸) برجهای نیرو و نیروگاههای خورشیدی



۸-۱- موقعیت کشورایران از نظر میزان دریافت انرژی خورشیدی

کشورایران در بین مدارهای ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی قرار گرفته است و در منطقه‌ای واقع شده که به لحاظ دریافت انرژی خورشیدی در بین نقاط جهان در بالاترین رده‌ها قرار دارد. میزان تابش خورشیدی در ایران بین ۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰ کیلووات ساعت بر مترمربع در سال تخمین زده شده است که البته بالاتراز میزان متوسط جهانی است. در ایران به طور متوسط سالیانه بیش از ۲۸۰ روز آفتابی گزارش شده است که بسیار قابل توجه است.

فصل ۲- صفحات فوتوولتائیک

۱-۲- مقدمه

فوتوولتائیک (PV) تکنولوژیی بشمار می‌آید که نور خورشید را مستقیماً تبدیل به الکتریسیته می‌نماید. این تکنولوژی برای اولین بار در سال ۱۸۳۹ بوسیله بکولر دانشمند فرانسوی مشاهده گردید. وی تشخیص داد به هنگامی که نور بطور مستقیم از یکسو وارد سلول باتری ساده می‌شود، جریان تولید گشته دارای افزایش خواهد بود. در اواخر دهه ۱۹۵۰، یک برنامه فضایی عزم لازم را برای توسعه سلولهای خورشیدی سیلیکون بلورین بوجود آورد. اولین محصول تجاری مولکولهای PV برای کاربردهای زمینی در سال ۱۹۵۳ با معرفی کارخانجات تولید PV اتوماتیک وارد بازار شد.

امروزه، سیستمهای PV در نواحی که از تاسیسات الکتریسیته دورند بکار می‌آید. موارد استعمال آنها عبارتند از: تهیه نیروی موتورهای آبی، نور، فریزرهای واکسن، حصار احشام بصورت الکتریفیلد، ارتباطات از راه دور و بسیاری از کاربردهای دیگر. با توجه به نیازهای جهانی در خصوص کاهش میزان انتشار دی‌اکسید کربن، تکنولوژی PV همچنین محبوبیت خاصی را بعنوان جریان اصلی تولید الکتریسیته بدست آورده است. هم‌اکنون بیش از دهها هزار مورد از آنها تحت استفاده قرار دارند. ولی این تعداد با توجه به میزان وسیع بالقوه‌ای که برای PV بعنوان منبع انرژی می‌تواند وجود داشته باشد، بسیار ناچیز و اندک می‌باشد.

۱-۱-۲- استفاده از الکتریسیته PV در کشورهای در حال توسعه

اکثریت کشورهای در حال توسعه در ناحیه گرمسیری استوا قرار گرفته‌اند و از اینرو دارای منبع کافی نور خورشیدی (کل انرژی دریافت شده از خورشید در ناحیه) می‌باشند. همچنین مناطق گرمسیری حتی در فصول بارانی از داشتن تغییر و تحول فصلی کوتاه مدت که باعث تابش نور خورشید می‌شود بهره می‌جویند. این بدان معناست که، بغیر از کشورهای صنعتی شمال، انرژی خورشید را می‌توان بصورت اقتصادی در کل طول سال بخدمت گرفت.

۲-۱-۲- طبیعت و مهیا بودن تابش خورشیدی:

تابش خورشیدی با حداکثر تراکم در حدود یک کیلووات در متر مربع (2 kWm) به سطح زمین می‌رسد. میزان دقیق این تابش بر حسب ناحیه جغرافیایی، پوشش ابر، ساعات تابش در هر روز و غیره تفاوت می‌نماید. بطور واقعی، دانسیته یا تراکم جریان خورشیدی (نظیر تراکم نیرو) از ۲۵۰ تا ۲۵۰۰ کیلووات



ساعت در متر مربع در سال ($kWhm^2$ در سال) متغیر می‌باشد. همانگونه که انتظار می‌رود میزان کل تابش خورشیدی در ناحیه استوا، مخصوصاً در نواحی بیابانی آفتابی بیشتر می‌باشد. هندسه زمین، خورشید و پانلهای صفحات جمع‌کننده زمین با زاویه 5.23 درجه در حول محور بدور خورشید می‌چرخد. این زاویه باعث بوجود آمدن فصلها می‌شود. نیروی تراکم جریان خورشیدی بستگی به زاویه‌ای دارد که با آن به زمین برخورد می‌نماید. با تغییر این زاویه در خلال سیکل سالیانه تابش اشعه خورشیدی نیز تغییر می‌کند.

۲-۱-۳- سلول PV ، ماژولها و آرایه ها:

به هنگامی که نور بر روی سطح فعال تابیده می‌شود، الکترونهاي داخل سلول خورشیدی دارای انرژی می‌گردند. این انرژی در تناسب با تراکم و طیف توزیع (توزیع طول موج) نور می‌باشد. به هنگامی که سطح انرژی از یک نقطه تجاوز کرد، یک تفاوت بالقوه در طول سلول بوجود می‌آید. بدینوسیله توانایی راندن جریان بسوی بار خارجی مهیا می‌گردد. سلولهای خورشیدی به صورت سری و پشت‌سر هم به یکدیگر متصل می‌شوند تا بتوانند میزان مورد نظر ولتاژ و جریان را بدست آورند. از آنها بوسیله قرارگیری بین شیشه و یک رزین سخت محافظت بعمل می‌آید. این روند با استفاده از استیل ضد زنگ یا قالب آلومینیومی جهت تشکیل یک ماژول انجام می‌پذیرد. این ماژولها معمولاً از ۳۰ سلول PV تشکیل شده است.

۲-۱-۴- سیستمهای PV خورشیدی:

سیستمهای PV معمولاً برای کاربردهای مستقل به کار گرفته می‌شوند. آنها می‌توانند جهت تهیه بار الکتریکی مستقیم نظیر پمپهای آب مورد استفاده قرار گیرند. آب به هنگام ساعات وجود نور خورشید پمپ شده و برای استفاده غیره می‌گردد و یا آنکه یک باتری می‌تواند از این روش جهت ذخیره نیرو و روشن کردن محیط در شب استفاده نماید.

۲-۱-۵- کاربردهای PV در کشورهای کمتر توسعه یافته:

برق رسانی به روستاها، سیستمهای پمپ آب و موارد مرتبط، ارتباطات، کمک به حمل و نقل، سیستمهای امنیتی.

۲-۱-۶- سیستمهای هیبرید:

سیستمهای PV خورشیدی را می‌توان همراه با دیگر تکنولوژیهای انرژی جهت مهیا نمودن یک سیستم مجتمع و قابل انعطاف برای ژنراتور برق از راه دور بکار گرفت. این سیستمها بنام سیستمهای مرکب یا هیبرید

خوانده می‌شوند. پیکربندیهای مشترک سیستمهای هیبریدی می‌تواند شامل یک آرایه خورشیدی PV، ژنراتور بادی و ژنراتور دیزلی باشد، که اجازه تولید نیرو را تحت هر شرایط آب و هوایی می‌دهد.

۷-۱-۲- فانوسهای خورشیدی:

نوآوری جدید در تکنولوژی خورشیدی فانوس خورشیدی می‌باشد. این فانوسها بطور ابتدایی برای بازار تفریحی در کشورهای غرب طراحی شده بود. فانوسهای ساده با ماژول ساده (5 PV الی ۱۰ وات) کاملاً برای استفاده در مناطق روستایی کشورهای در حال توسعه بجای چراغهای نفتی مناسبند. البته هنوز هزینه یک عامل بازدارنده محسوب می‌گردد، اما اکنون محدوده وسیعی از فانوسهای خورشیدی قوی و ساده در حال تولید و انتشار می‌باشند.

۲-۲- سلول خورشیدی

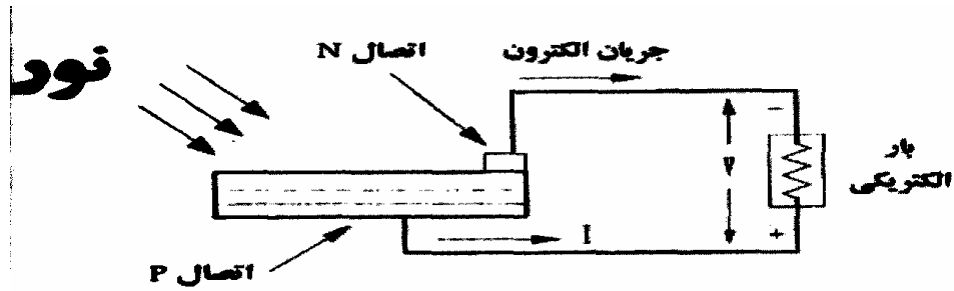
سلول خورشیدی عبارت از قطعات نیم رسانایی هستند که انرژی تابشی خورشید را به انرژی الکتریکی تبدیل میکنند. رسانندگی این ماده به طور کلی به دما، روشنایی، میدان مغناطیسی و مقدار دقیق ناخالصی موجود در نیم رسانا بستگی دارد. سلول خورشیدی که عنصر اصلی تشکیل دهنده یک آرایه فوتولتاییک است از یک پیوند نیمه هادی n-p از جنس سیلیکن ساخته می‌شود.

برخورد فوتون های نور خورشید به سلول خورشیدی سبب تولید الکترون در نیمه هادی گشته و با اتصال بار الکتریکی جریان الکتریکی جاری می‌شود. از ویژگی های سلولهای خورشیدی میتوان به این موارد اشاره کرد: جای زیادی اشغال نمی کنند قسمت متحرک ندارند، بازده آنها با تغییرات دمایی محیط تغییرات چندانی نمی کنند نسبتاً به سادگی نصب می شوند، به راحتی با سیستمهای به کار رفته در ساختمان جور می شوند. همچنین از اشکالات سلولهای خورشیدی می توان به تولید وسایل فتو ولتاییک که هزینه زیادی دارد و چگالی انرژی تابشی که بسیار کم است اشاره کرد که در فصول مختلف و ساعات متفاوت شبانه روز تغییر می کند که باید ذخیره شود و همین موضوع بسیار هزینه بر است. فرایند تبدیل انرژی در یک سلول خورشیدی در شکل (۲-۱) مشاهده می شود.

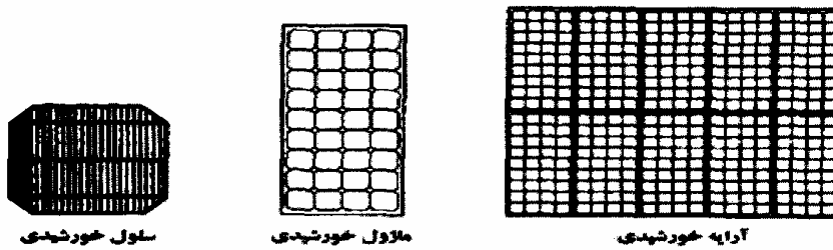
یک سلول خورشیدی از جنس سیلیکن، ولتاژی بین ۵.۰ تا ۶.۰ ولت تولید میکند و به همین دلیل تعداد زیادی از سلول ها را در یک ماژول خورشیدی به صورت سری متصل می کنند تا سطح ولتاژ بیشتری حاصل شود.



برای اینکه سطح ولتاژ و جریان موردنیاز بارالکتریکی تأمین شود، مجموعه ای از ماژول های خورشیدی بصورت سری و موازی متصل می شوندواین مجموعه مانند شکل(1-2) , یک آرایه خورشیدی بوجود می آورد که در شکل قبل ملاحظه کردید.



نحوه تبدیل انرژی در سلول خورشیدی



سلول، ماژول و آرایه خورشیدی

شکل ۱-۲: یک آرایه خورشیدی ونحوه تبدیل انرژی





شکل

:۲-۲

آرایه

مشخصات الکتریکی ماژول خورشیدی

مدل MA 36/45 [۶]

توان نامی	۴۵ وات
ولتاژ مدار باز	۲۰/۵ ولت
ولتاژ در نقطه حداکثر توان	۱۶/۷ ولت
جریان اتصال کوتاه	۲/۹۶ آمپر
جریان در نقطه حداکثر توان	۲/۷۴ آمپر

شکل ۲-۳: منحنی مشخصه های خروجی یک سلول خورشیدی

بدیل تغییرمیزان الکترون های تولیدشده در سلول با تغییر شدت نورتابیده شده بر آن، مشخصه الکتریکی سلول تغییر می نماید. در شکل (۲-۳) منحنی مشخصه های خروجی یک سلول خورشیدی بدلیل تغییر میزان الکترونها تولید شده در سلول با تغییر شدت نور تابیده شده بر آن، مشخصه الکتریکی سلول تغییر می نماید. در شکل (۲-۳) منحنی مشخصه های خروجی یک سلول خورشیدی نمونه ملاحظه می شود. چنانچه دیده می شود، جریان تولید شده توسط سلول خورشیدی تغییرات زیادی با تغییر تابش شدت نور دارد و توان الکتریکی تولید شده توسط آن نیز تغییرات زیادی خواهد داشت .

یک سلول خورشیدی از جنس سیلیکن می تواند جریانی حدود ۳۰ میلی آمپر بر سانتی متر مربع (معادل راندمان ۹ درصد) تولید نماید.

۲-۳- مبانی فیزیکی سلول های خورشیدی

ساختمان اتمی کلیه مواد متشکل از الکترونها پروتونها و نوترونها می باشد. پروتونها بارهای مثبت و نوترون ها بارهای خنثی تشکیل دهنده هسته اتم هستند و الکترونها با وزن بسیار کم (در مقایسه با وزن هسته) و بار الکتریکی منفی در مدارهای مجاز (با سطوح انرژی متفاوت) به دور هسته در حال چرخش میباشند. اگرچه اتم دارای ذرات باردار است ولی از نظر الکتریکی خنثی می باشد. چگونگی توزیع و تعداد الکترونها در سطحی ترین مداراتم که دارای بالاترین سطح انرژی می باشد (مدار یاباندوالانس) تعیین کننده بشتین خواص حرارتی و الکتریکی ماده است. در یک عایق الکترونها مدار مدار کامل هستند و تفاوت انرژی این مدار تا انرژی مدار بعدی (موسوم به مدار یاباند هدایت) بسیار زیاد می باشد بطوریکه تحت شرایط عادی انتقال الکترونها و الانس به باند هدایت (حتی با اعمال یک میان الکتریکی یا مغناطیسی خارجی) امکان پذیر نمی باشد.

در یک هادی مدار هدایت تکمیل نمیشود و الکترونها این بان بادیافت انرژی قادر به جابجایی و در نتیجه ایجاد جریان الکتریکی میباشند. ساختمان اتمی نیمه هادی ها مشابه عایق ها می باشد. با این تفاوت که اختلاف سطح انرژی باندوالانس و باند هدایت آنها کمتر است. مثلاً در درجه حرارت اتاق تفاوت سطح انرژی میان باند و الانس و باند هدایت برای آلومینیوم برابر 10eV است در حالی که تفاوت سطح انرژی یک نیمه

هادی مانند سیلیکن فقط 1.1eV میباشد. سیلیکون دارای چهار الکترون والانس میباشد و هنگامی که اتمهاب آن به یکدیگر نزدیک میگردند (مانند حالت کریستالی) هر یک از این الکترونهادر مشارکت اتم مجاور قرار میگیرند و وقتی نوبه یک کریستال برخورد میکند اگر انرژی نور بیشتر از تفاوت سطح انرژی تمهای آن در باند هدایت و والانس باشد برخی از الکترونهای باند والانس آزاد میشوند و در نتیجه جفتهای الکترون حفره در داخل کریستال ایجاد میگردند این الکترونها میتوانند آزادانه در کریستال حرکت کنند و اگر تحت تاثیر عوام دیگری قرار نگیرند پس از مدت زمان کوتاهی انرژی خود را به صورت حرارت از دست داده و به بان والانس مربوطه باز میگردند.

در یک کریستال سیلیکونی خالص الکترونها یا آزاد مشاهده نمیگردند زیرا تمام چهار الکترون والانس هراتم با اتم های کجاورد در مشارکت میباشدند. فرض کنید تعدادی از اتم های این کریستال با اتم های فسفر که دارای پنج الکترون والانس است جایگزین شوند در این صورت الکترون پنجم فسفر در حالت آزاد قرار گرفته و اتم ناخالص حاصله دارای بار مثبت خواهد بود (زیرا یک الکترون آزاد کرده است) این ناخالصی را کریستال نوع n میگویند چون دارای الکترونهای اضافی آزاد میباشد مشابه آن اگر تعدادی از اتمهای سیلیکن با اتم های بور که تنها دارای سه الکترون والانس است جایگزین شوند یکی از بانهای مشترک بین اتمبور و اتم سیلیکن دارای حفره آزاد خواهد بود. این ناخالصی را کریستال نوع p میگویند چون دارای حفره اضافی است. اگر کریستال نوع p و n به یکدیگر متصل شوند الکترونهای آزاد کریستال نوع n به محض مشاهده یک نقطه مناسب خالی از الکترون از پیوند عبور و به طرف کریستال نوع p هجوم میآورند (پدیده انتشار). حفره های اضافی کریستال نوع p نیز به دلایل مشابه به طرف کریستال نوع n هجوم می آورند. با گذشت زمان در ناحیه پیوند سمت کریستال نوع از دیاد بارهای منفی و در سمت کریستال نوع n از دیاد بارهای مثبت خواهیم داشت که منجر به تولید یک میدان الکتریکی میشود. هنگامی که میدان الکتریکی به حدی برسد که از انتشار بیشتر بارهای مثبت و منفی جلوگیری کند به حالت تعادل میرسیم و پیوند $n-p$ تکمیل شده است. برای ساخت سلول های خورشیدی لایه نازکی از کریستال نوع n را بر روی لایه های از کریستال نوع p رشد میدهند. عمق ناخالصی کمتر یک میکرون در نظر گرفته میشود تا تولید الکترون - حفره آزاد توسط نور امکان پذیر باشد. با تابش نور خورشید بر سلول خورشیدی در طی چند مرحله انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی تبدیل میگردد.

این مراحل در ذیل تشریح گردیده اند :



مرحله 1: تابش نور بر سلول خورشیدی باعث ایجاد جفت‌های الکترون - حفره در طرف لایه p (و در طرف لایه n می‌گردد)

مرحله 2: با توجه به ماهیت ساختمانی سلول الکترون‌ها و حفره‌های آزاد شده به طرف پیوند p-n هجوم می‌آورند و از آن عبور میکنند. بدین ترتیب با جدا شدن الکترون‌ها و حفره‌ها از جفت‌های خود و فرار گرفتن در منطقه‌ای سرشار از الکترون (یا حفره) خطر ترکیب مجدد آنها بر طرف می‌گردد.

مرحله 3: با توجه به فرار الکترون‌ها و حفره‌های ایجاد شده از لایه مربوط خود در لایه p تجمع بارهای مثبت و در لایه n تجمع بارهای منفی حاصل می‌گردد.

مرحله 4: با اتصال سلول به یک مدار الکتریکی خارجی مداری برای عبور جریان الکتریکی بوجود می‌آید.

الکترون‌ها و حفره‌های ایجاد شده که موفق به عبور از پیوند نمی‌باشند در تولید جریان الکتریکی نقشی ایفانمی‌کنند.

۲-۴- مواد تشکیل دهنده سلول‌های خورشیدی

متداول‌ترین سلول‌های مورد استفاده خورشیدی از نوع سیلیکون می‌باشند. دلیل اصلی این امر توسعه سریع و تولید صنعتی سیلیکون به صورت انبوه هزینه کم و بازدهی بالای آن در مقایسه با سایر نیمه هادی‌ها می‌باشد. در سال‌های اخیر سلول‌های گالیوم-آرسناید (GaAs) به صورت جدی مطرح و مورد استفاده قرار گرفته‌اند. کاربرد سلول‌های چند طبقه‌ای (متشکل از چند نیمه هادی) در مراحل تحقیقاتی می‌باشند و هنوز به صورت صنعتی تولید نشده‌اند (جدول 2-1).

از جمله مزایای گالیوم آرسناید در مقایسه با سلول‌های سیلیکونی بازدهی بیشتر و عملکرد بهتر در شرایط تغییرات دما و مقاومت بیشتر آن‌ها در مقابل تشعشعات خورشیدی می‌باشد و از جمله محدودیت‌های آن وزن و قابلیت شکنندگی بیشتر می‌باشد. در حال حاضر به علت تولیدات محدود قیمت سلول‌های گالیوم آرسناید در مقایسه با سلول‌های سیلیکونی بیشتر می‌باشد.

۲-۵- استفاده از نانولوله‌های کربنی در ساخت پیل‌های خورشیدی

دانشمندان علوم نانوی دانشگاه فناوری کوپینزلند استرالیا (QUT) در حال توسعه نسخه جدیدی از پانل‌های فوتوولتائیک خورشیدی بر پایه مواد پلیمری هستند که ضخامتی در مقیاس نانوداشته و سبک



وانعطاف پذیر باشند. این صفحات پلیمری به واسطه انعطاف پذیری و ضخامت بسیار کم می توانند به صورت لوله در آمده و براحتی به محل مورد استفاده حمل شوند.

این پیل ها می توانند انرژی لازم برای شارژ باتری های تجهیزات با توان کم مانند لپ تاپ و تلفن همراه را فراهم کنند. بنابراین پیش بینی می شود که این فناوری بیشترین کاربرد را در وسایل الکترونیکی قابل حمل نظیر تلفن و لپ تاپ داشته باشد.



توان خروجی	ضخامت (mm)	بازدهی (%)	نوع سلول
(w.kg)			

شکل ۲-۴ : نانولوله های کربنی



75	503	%15	سیلیکون
85	2003	%21	گالیوم آرسناید
----	----	%30	چندطبقه ای

دکتر واکلاویک ازدانشکده علوم شیمی فیزیک دانشگاه QUT می گوید: این پلیمر می تواند گزینه مناسبی برای پیل های خورشیدی سیلیکونی که گران قیمت، سنگین و حساس هستند، باشد. گرچه این پیل ها بازار قابل توجه و موفقیت تجاری خوبی کسب کرده اند، هزینه های بالای تولید آنها، ارزش تجاری آنها را محدود کرده است.

جدول ۱-۲ : نیمه هادی های مورد استفاده در سلولهای خورشیدی

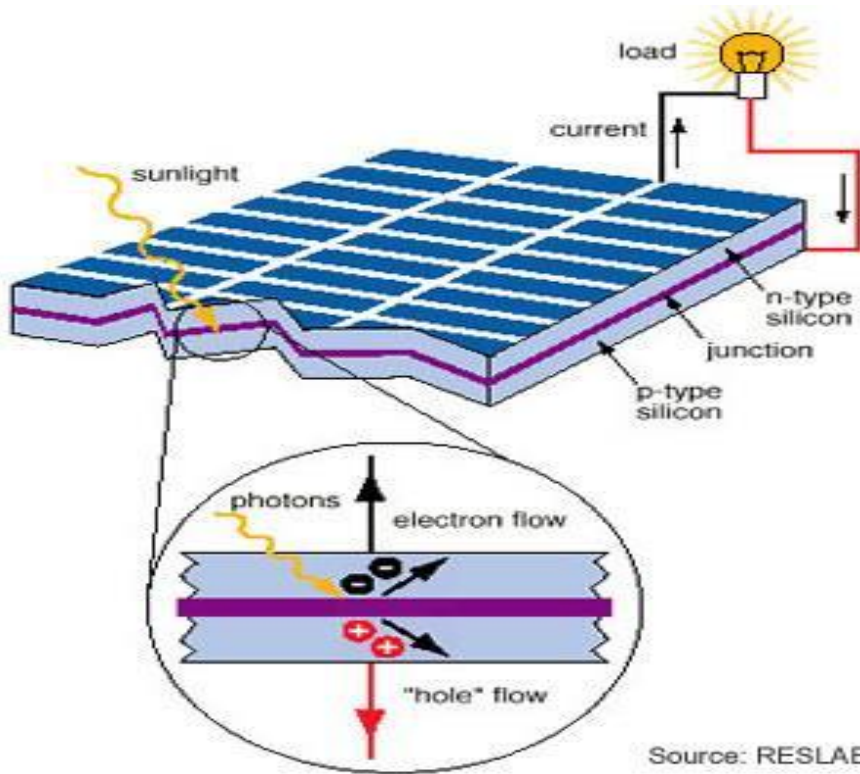
www.WikiPower.ir

۶-۲- پدیده فوتولتائیک

اصطلاح فوتولتائیک ترکیبی از کلمه Photo (باریسه یونان به معنای نور) با کلمه ی Volt است. فوتولتائیک علمی است که درمورد تبدیل نوره الکتریسیته و به عبارت دیگر تبدیل فوتونانوری به جریان الکتریکی می پردازد. هر دوی مباحث به استفاده از پرتوهای خورشیدی در فرآیندی هدایتی و تمرکزی می پردازد. تبدیل نور خورشید به الکتریسیته توسط سلولهای خورشیدی صورت میگیرد. این سلولها از صفحات سیلیکونی (آمورفوس و پولی کریستالین و یامونو کریستالین) ساخته شده اند. این سلولها بیشترین موارد کاربرد را به عنوان منبع تغذیه ماشین حساب های جیبی و پارکومترها و موارد کوچکی از این قبیل وسایل دارا میباشند. صفحات پنلها یا مودلهای خورشیدی متشکل از تعدادی سلولهای خورشیدی (در مدارهای سری و موازی) می باشند که در قابهای آلومینیومی و صفحه محافظی شیشه ای مونتاژ شده اند. مجموعه ای از این پنلها به انضمام دیگر اجزاء از قبیل باتری ها و شارژ کنترلر و مبدل تشکیل یک سیستم فوتو ولتائیک را مشابه دیاگرام ذیل میدهند.



اثر فوتولتائیک در سال ۱۸۳۹ توسط الکساندر ادمنوند کشف شد. یک دانشمند فرانسوی از این مسئله کنجکاو و متعجب شده بود که چرا وقتی بعضی از مواد در معرض نور مستقیم قرار میگیرند تولید جرقه میکند او بعدها نظریه ی خود را تحت عنوان تبدیل نوره انرژی الکتریسیته به ثبت رساند. در این برهه از زمان هنوز ماشین هایی که بتوانند از الکتریسیته استفاده کنند اختراع نشده بود و باعث شد این پدیده در آن زمان کارایی لازم را پیدا نکند. در سال ۱۹۰۵ آلبرت انیشتین متوجه شد که نور قابلیت نفوذ به داخل اتم ها دارد میتواند برخورد فوتون ها با اتم ها باعث تحریک الکترون های و خروج ایشان از مدار و نهایتا القاء جریان الکتریکی می شود.



شکل ۲-۵ : نحوه تولید انرژی الکتریکی در صفحات فوتولتاییک

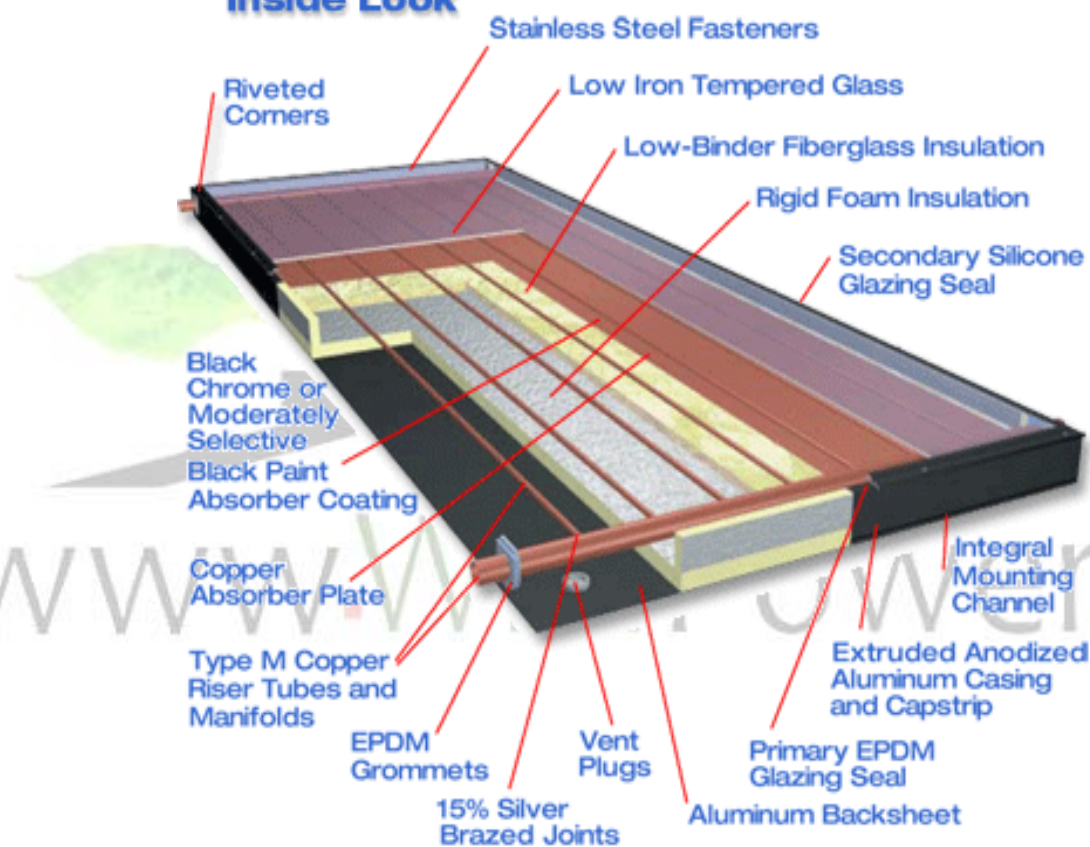
اولین سلول خورشیدی در آمریکا در سال ۱۹۵۴ بوسیله دانشمندی در لابراتوار ایل اختراع شد این دوره بسیار مهمی برای بهبود عملکرد سلولهای خورشیدی بود چرا که تنها راهکار ممکن برای تامین برق ماهواره ها بود.



به پدیده ای که در اثر آن و بدون استفاده از مکانیزم های مکانیکی انرژی تابشی به انرژی الکتریکی تبدیل شود پدیده فتوولتائیک نامند. در واقع این پدیده از فرضیه ذره ای بودن انرژی تابشی بنا نهاده شده است. هر سیستمی نیز که از این خاصیت استفاده نماید را سیستم فتوولتائیک گویند.

Glazed Flat Plate Solar Collector

Inside Look



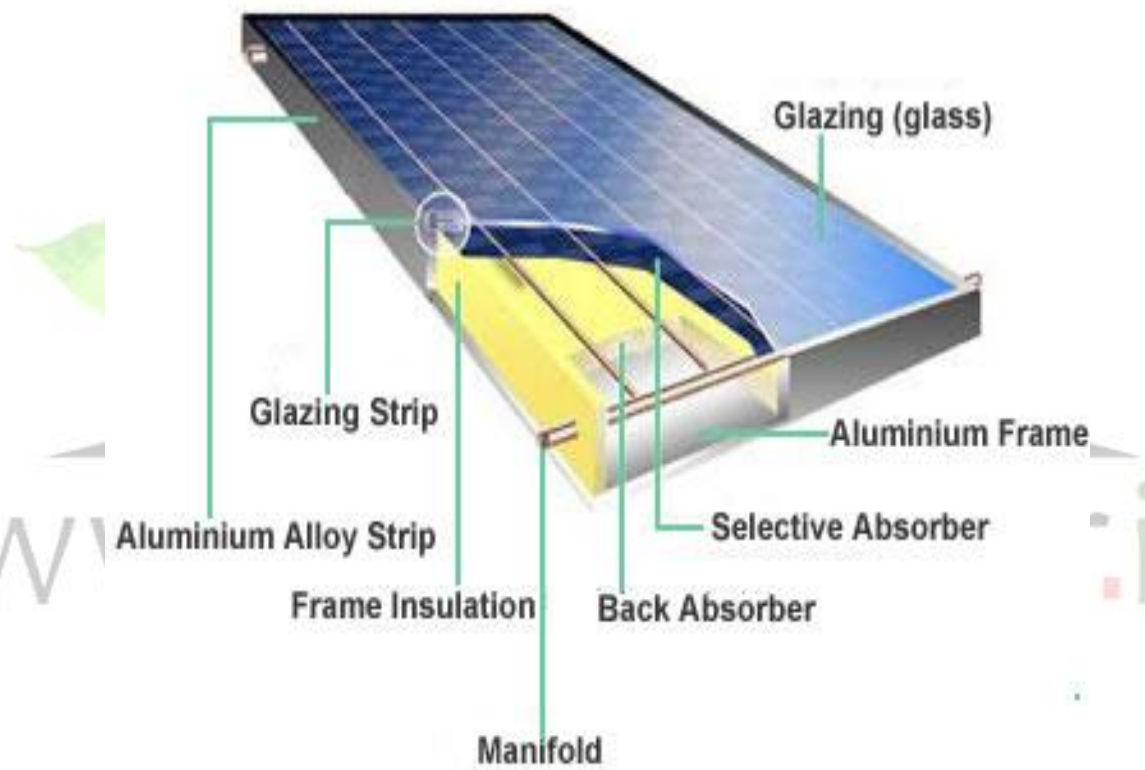
شکل ۲-۶: اجزای پنل خورشیدی

این مطلب در شکل نشان داده شده است. سیستم فتوولتائیک انرژی موجود در نور خورشید را توسط سلولهای خورشیدی مستقیماً به برق از نوع DC تبدیل می کند. با استفاده از برق حاصله و بهره جویی از تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی موجود، می توان انرژی الکتریکی کلیه بارهای AC و DC را تأمین نمود.



سیستم فتوولتائیک ۷-۲

بخش اصلی یک سیستم فتوولتائیک، پنل فتوولتائیک می باشد. پنل های فتوولتائیک که در معرض خورشید قرار می گیرند، متشکل از سلولهای فتوولتائیک هستند. این سلول ها از موادمیمه هادی سیلیکونی ساخته شده اند. پنلی که در شکل دیده می شود شامل ۳۶ واحد (سلول) است که در ردیف های ۶ تایی کنار هم چیده شده اند. این پنل روی بام خانه ای در لس آنجلس واقع در ایالات متحده آمریکا نصب شده است.



شکل ۷-۲: اجزای سیستم فتوولتائیک از نمایی دیگر





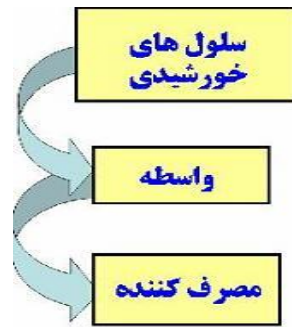
شکل ۸-۲: پنل فتوولتائیک نصب شده روی بام خانه ای در لس آنجلس

سیستم فتوولتائیک شامل تجهیزات دیگری از جمله مبدل هایی برای تبدیل جریان مستقیم به جریان متناوب نیز می باشد.



شکل ۹-۲: پنل های خورشیدی بکار رفته در ایستگاه فضایی بین المللی در سال 2001

۸-۲- سه بخش اصلی سیستمهای فتوولتائیک :



شکل ۲-۱۰: اجزای سیستم فوتوولتاییک

۲-۸-۱- مازول یا پنل های خورشیدی

که مبدل انرژی تابشی خورشید به انرژی الکتریکی می باشد. سلول های خورشیدی سیلیکونی را به سه دسته تقسیم می کنند سیلیکون تک کریستالی-سیلیکون چند کریستالی- سیلیکون آمورف. ماده اصلی تشکیل دهنده بیشتر سلول های خورشیدی موجود در بازار االیه نازک سیلیسیوم میباشد. بر طبق خواص فیزیکی نیمه هادی ها با آلائیدن ماده اصلی به اعمال ناخالصی از (نوع N مانند فسفر و نوع P) مانند بور به ماده اصلی، میدان الکتریکی در سطوح خارجی سلول، ایجاد می شود بر اساس قوانین حاکم بر فیزیک مواد تشکیل دهنده در برابر انرژی تابشی (نور خورشید) قادر به تولید جریان الکتریکی می باشد. جریان و ولتاژ خروجی این سلول ها DC می باشد. به مجموعه ای از این سلول ها که در کنار یکدیگر سری و موازی می گردند پنل یا مازول فوتوولتاییک گویند.



شکل ۲-۱۱: مازول خورشیدی

۲-۸-۲- قسمت واسطه یابخش توان مطلوب

انرژی الکتریکی حاصل از سیستم های فتوولتائیک رابر اساس طراحی انجام شده، متناسب با نیاز مصرف کننده، مدیریت و القا می نماید. این تجهیزات عمدتاً از شارژکنترل، باتری، اینورتر و... براساس نیاز مصرف کننده و طبق نظر طراح سیستم، طراحی و مشخصات آن تهیه و تدوین می گردد.

۲-۸-۳- مصرف کننده یا بار الکتریکی

کلیه مصرف کنندگان الکتریکی اعم از مصارف برق مستقیم (AC و DC) را متناسب با میزان مصرف شامل می گردد.



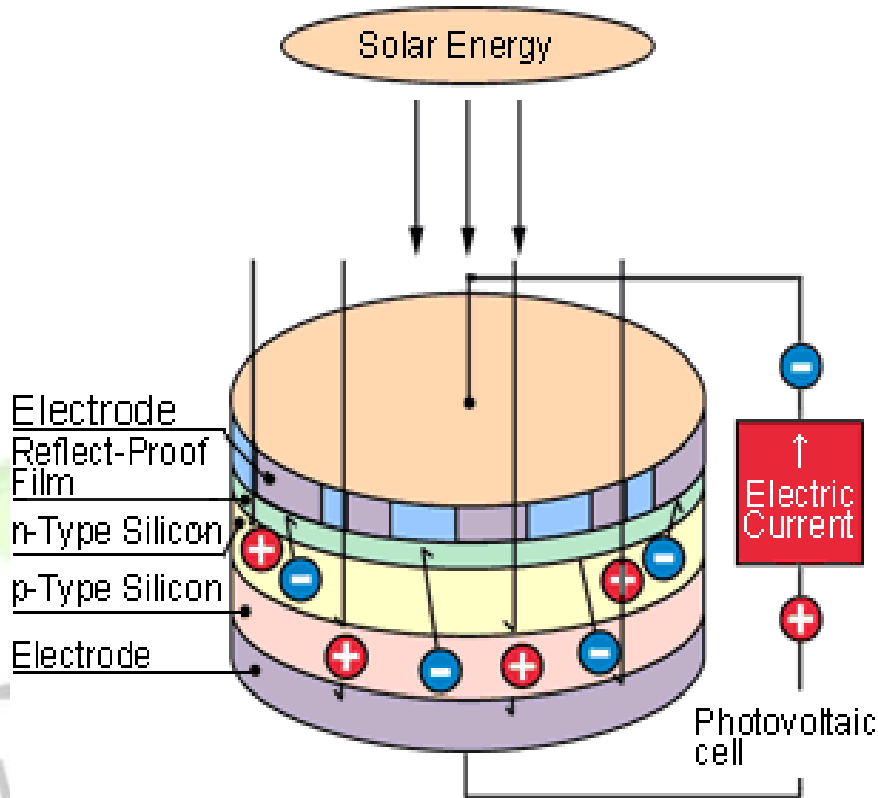
شکل ۲-۱۲: یک فروندهوایمای آزمایشی خورشیدی ناسا

۲-۹- اصول کاریک پنل فتوولتائیک

پنل های فتوولتائیک از نیمه هادیها ساخته شده و با اتصال سیلیکون های نوع N و P شکل می گیرند. وقتی نور خورشید به یک سلول فتوولتائیک می تابد، به الکترون هادر آن انرژی بیشتری می بخشد. با تابش نور خورشید الکترونهادر نیمه هادی پلاریزه شده، الکترونهای منفی در سیلیکون نوع N و



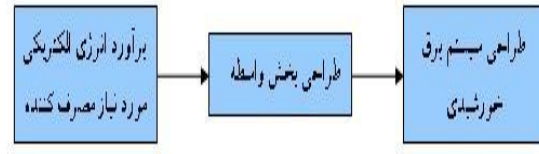
یونهای مثبت در سیلیکون نوع P بوجود می آیند. بدین ترتیب بین دو الکترود، اختلاف پتانسیل بروز کرده و این امر موجب جاری شدن جریان بین آنها می گردد. شکل (2-13) پروسه تولید برق در یک سلوفتوولتائیک را نشان می دهد.



شکل ۲-۱۳ : پروسه تولید برق بوسیله یک سلول فتوولتائیک



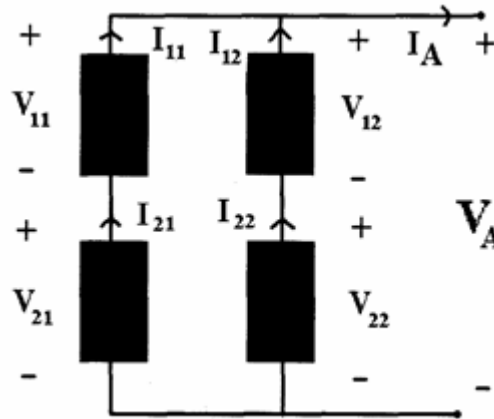
۱۰-۲ - مراحل اصلی طراحی



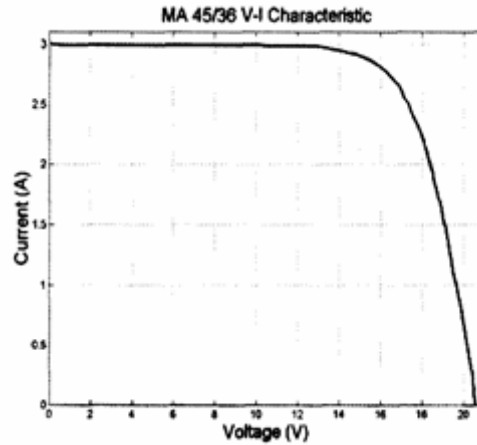
شکل ۱۴-۲ : مراحل طراحی سیستم فتوولتائیک

۱۱-۲ - مشخصه الکتریکی آرایه فتوولتائیک در شرایط استاندارد

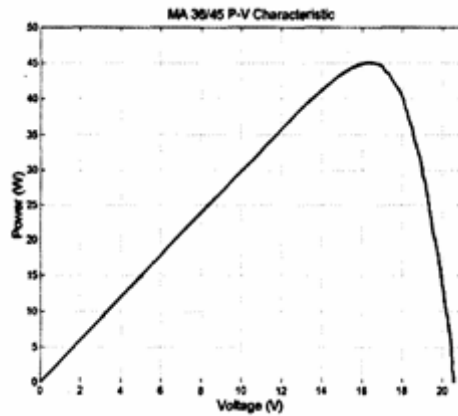
در آرایه فتوولتائیک مورد بررسی، آزمایشول خورشیدی مدل 36.45 MA ساخت مجتمع فیبر نوری باپیکر بندی مطابق شکل (2-15) استفاده شده است. منحنی مشخصه جریان-ولتاژ و توان-ولتاژ این ماژول خورشیدی در شرایط استاندارد تابش (شدت تابش ۱ کیلووات بر متر مربع و دمای ۲۵ درجه سانتیگراد) مطابق شکل (2-16) و (2-17) می باشد.



شکل ۱۵-۲ : نحوه پیکر بندی آرایه خورشیدی

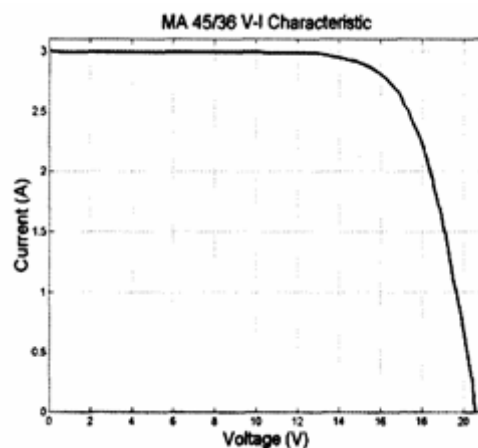


شکل ۲-۱۶ : مشخصه جریان-ولتاژ ماژول خورشیدی مدل MA36/45 در شرایط استاندارد تابش

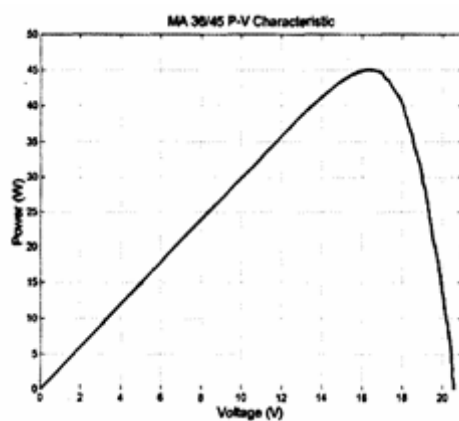


شکل ۲-۱۷ : مشخصه توان-ولتاژ ماژول خورشیدی مدل MA36/45 در شرایط استاندارد تابش

باتوجه به اینکه حداکثر توان یک ماژول، ۴۵ وات می باشد حداکثر توان آرایه خورشیدی در شرایط استاندارد تابش ۱۸۰ وات وباتوجه به پیکربندی شکل (2-15)، منحنی مشخصه های الکتریکی آرایه در این شرایط، مطابق شکل (2-18) و (2-19) خواهد بود.



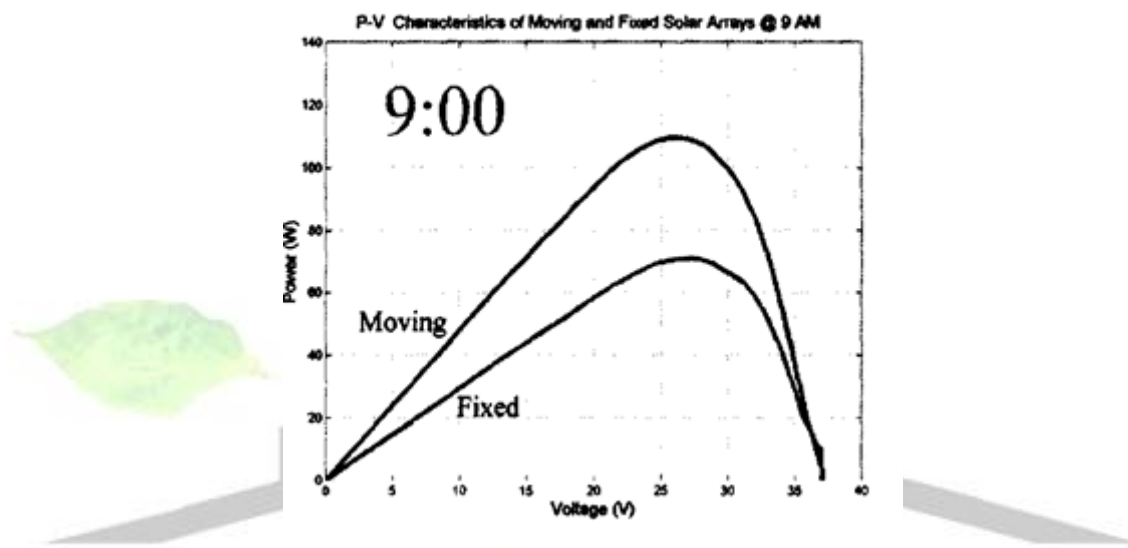
شکل ۲-۱۸: مشخصه جریان-ولتاژ ماژول خورشیدی مدل MA36/45 در شرایط استاندارد تابش



شکل ۲-۱۹: مشخصه توان-ولتاژ ماژول خورشیدی مدل MA36/45 در شرایط استاندارد تابش

۲-۱۲- مشخصه توان دوآرایه متحرک و ثابت در طول روز:

در شکل (2-20) مشخصه توان-ولتاژ بدست آمده از دو آرایه فتوولتائیک متحرک و ثابت در ساعت ۹ صبح مشاهده میشود. همانگونه که انتظار میرود آرایه خورشیدی متحرک توان بیشتری تولید می کند که دلیل آن تابش مستقیم نور خورشید بر آرایه است در حالیکه نور خورشید به صورت زاویه دار بر سطح آرایه ثابت می تابد.

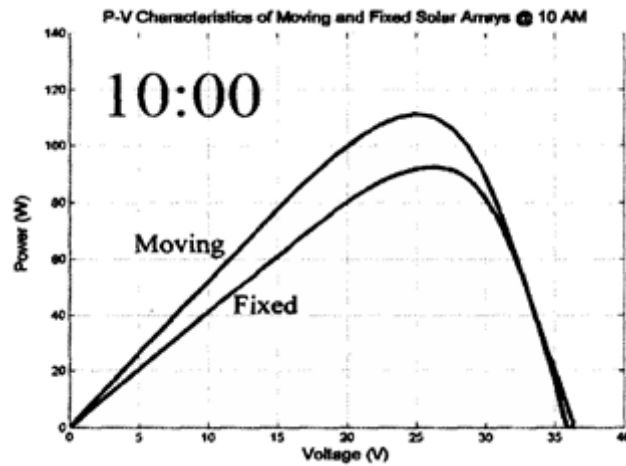


شکل ۲-۲۰: مشخصه توان-ولتاژ دو آرایه فتوولتائیک متحرک و ثابت در ساعت ۹ صبح

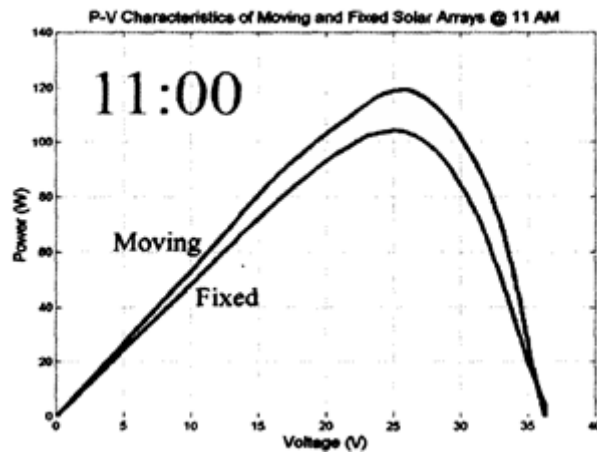
در شکل (2-21) منحنی های دو آرایه در ساعت ۱۰ مشاهده می شود. همانطور که انتظار میرود با بالا آمدن خورشید، توان آرایه ثابت افزایش می یابد که بدلیل کاهش زاویه تابش خورشید به سطح آرایه ثابت است. توان تولید شده توسط آرایه متحرک بدلیل تابش عمودی نور بر سطح آن در هر زمان، تغییرات جزئی دارد. در ساعات ۱۱ تا ۱۳ میزان تولید توان توسط آرایه متحرک نزدیک می شود مطابق منحنی های شکل (2-22) تا (2-24)، زیرا آرایه متحرک نیز در این ساعات تقریباً رو به جنوب قرار دارد. ولی همچنان آرایه متحرک توان بیشتری تولید می نماید. از ساعت ۱۳ که خورشید به سمت غرب حرکت می کند و ارتفاع آن و نیز توان تولید شده توسط آرایه ثابت کاهش می یابد. بدلیل کاهش شدت نور خورشید، آرایه متحرک هم بتدریج کاهش توان اندکی را دارد. ولی با توجه به منحنی ها، بالاتر بودن میزان انرژی جذب شده توسط آرایه خورشیدی متحرک بخوبی آشکار است. بگونه ای که در ساعت ۱۷، پیک توان تولیدی توسط آرایه متحرک (شکل 2-28) برابر آرایه فتوولتائیک ثابت است و این نسبت در ساعت ۱۸ (شکل 2-29)، به رقم قابل



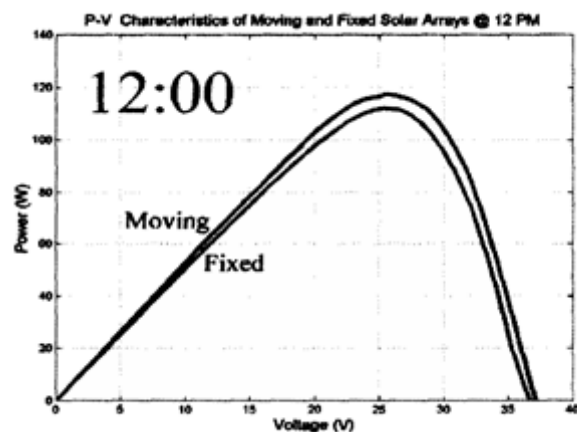
توجه ۶.۱ میرسد. بنابراین ملاحظه می شود که در صورت استفاده از آرایه فوتولتائیک باسازه متحرک که توانایی تعقیب مسیر حرکت خورشید را داشته باشد، میزان انرژی قابل جذب را بصورت چشمگیر افزایش میدهد.



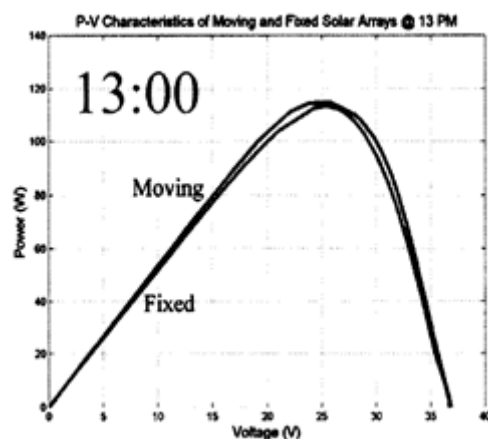
شکل ۲-۲۱: مشخصه توان- ولتاژ آرایه ها در ساعت ۱۰ صبح



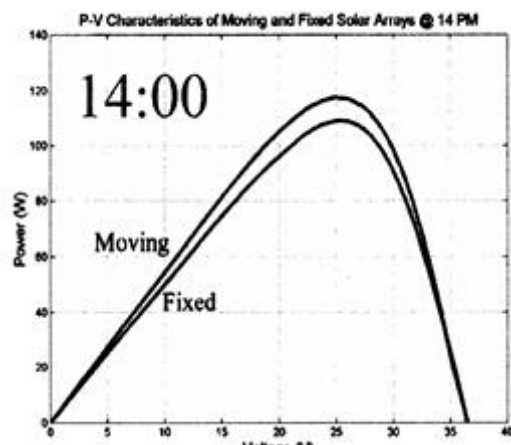
شکل ۲-۲۲: مشخصه توان- ولتاژ آرایه ها در ساعت ۱۱ صبح



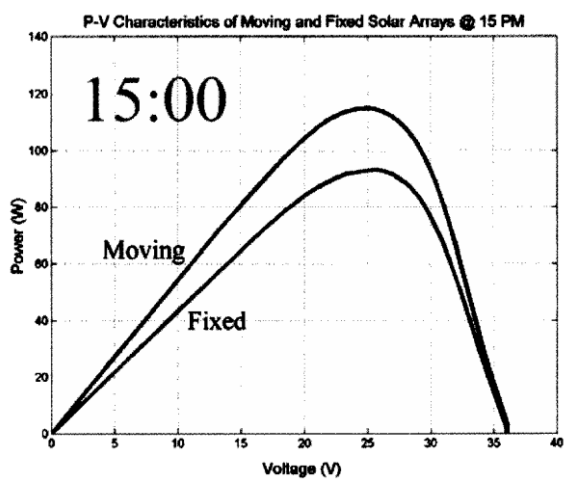
شکل ۲-۲۳: مشخصه توان-ولتاژ آرایه ها در ساعت ۱۲



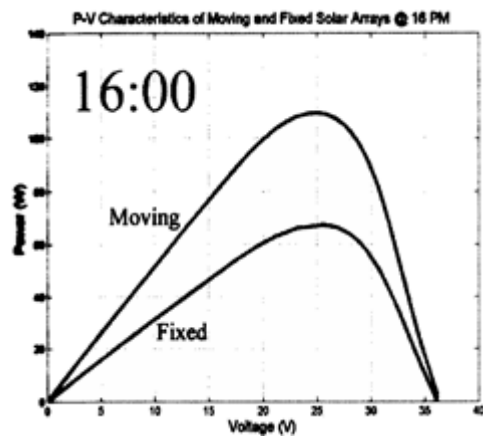
شکل ۲-۲۴: مشخصه توان-ولتاژ آرایه ها در ساعت ۱۳



شکل ۲-۲۵ : مشخصه توان-ولتاژ آرایه ها در ساعت ۱۴

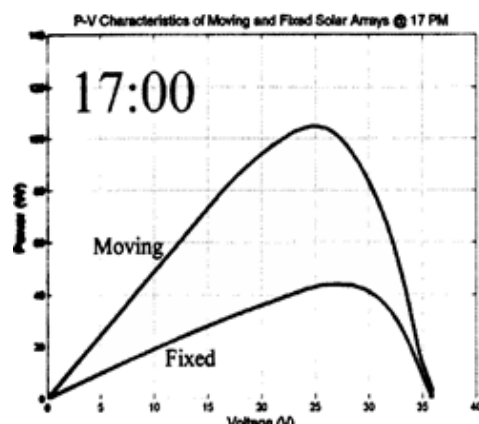


شکل ۲-۲۶ : مشخصه توان-ولتاژ آرایه ها در ساعت ۱۵

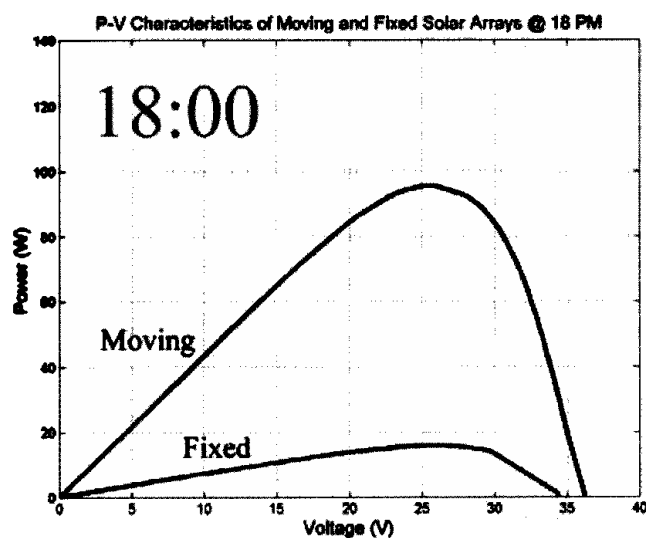




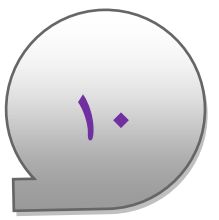
شکل ۲-۲۷ : مشخصه توان- ولتاژ آرایه ها در ساعت ۱۶



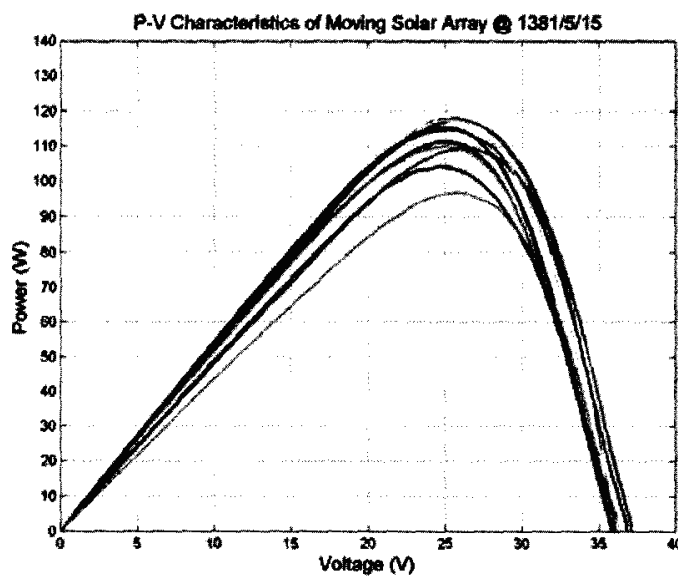
شکل ۲-۲۸ : مشخصه توان- ولتاژ آرایه ها در ساعت ۱۷



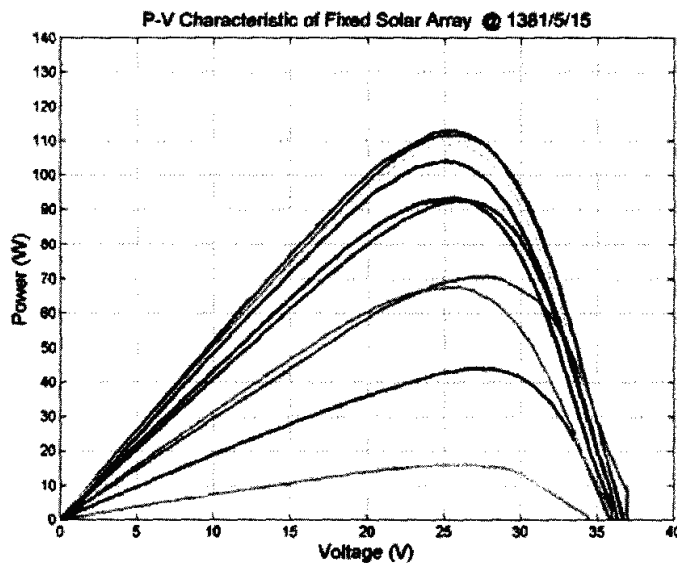
شکل ۲-۲۹ : مشخصه توان- ولتاژ آرایه ها در ساعت ۱۸



در شکل (۲-۳۰)، (۲-۳۱) مشخصه های توان دو آرایه متحرک و ثابت ساعات مختلف روز جهت مقایسه مشاهده می شود. منحنیهای مربوط به آرایه متحرک بدلیل اینکه همواره نور خورشید عمود بر آن می تابد، دارای تغییرات کمی است در حالی که این منحنی ها برای آرایه فتوولتائیک ثابت دارای تغییرات زیادی است که اختلال زیادی در جریان بار ایجاد نموده و نیاز به واحد ذخیره سازی انرژی (نظیر باتری الکتروشیمیایی) با ظرفیت بیشتر جهت جبران تغییرات انرژی دارد.



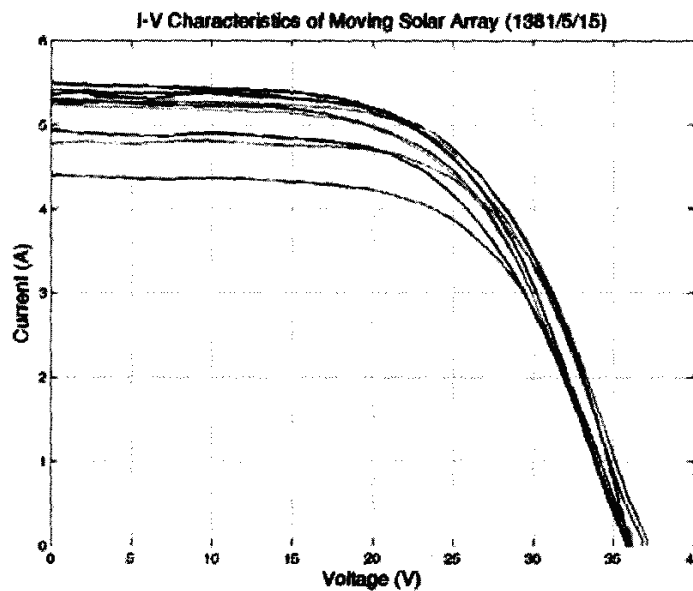
شکل ۲-۳۰: مشخصه های توان آرایه متحرک در ساعات مختلف روز





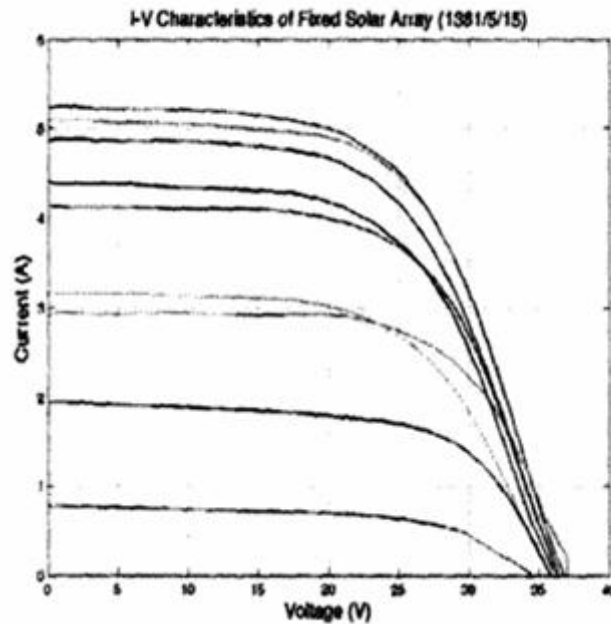
شکل ۲-۳۱: مشخصه های توان آرایه متحرک در ساعات مختلف روز

پیک توان تولید شده توسط هردوسیستم با فرض جذب حداکثر توان از آرایه در جدول (۲-۲) ذکر شده است و انرژی جذب شده در طول یک روز محاسبه شده و میزان افزایش انرژی برای آرایه متحرک در حدود ۳۶ درصد بدست آمده که با در نظر گرفتن نمونه برداری در یک روز کامل (از طلوع تا غروب خورشید) این عدد به بیش از ۴۰ درصد نیز خواهد رسید. در شکل (۲-۳۲) منحنی های جریان-ولتاژ آرایه فتو ولتائیک متحرک در یک روز مشاهده میشود. همانگونه که در شکل مشخص است، مشخصه هادر ساعات مختلف تغییرات کمی دارند (حداکثر در حدود ۱۸ درصد) در حالیکه برای آرایه ثابت (شکل ۲۷) تغییرات مشخصه هابسیار چشمگیر است و حدود ۸۶ درصد تغییر در توان وجود دارد.



شکل ۲-۳۲: مشخصه جریان - ولتاژ آرایه متحرک در طول روز

بنابراین آرایه متحرک در طول روز تا حد زیادی مشخصه الکتریکی ثابتی را ارائه می نماید. لازم به ذکر است که به دلیل تابش کمتر از مقدار یک کیلو وات بر متر مربع (کمتر از ۸۵۰ وات بر متر مربع) در محوطه، دمای زیاد آرایه ها (بیش از ۵۵ درجه سانتیگراد) و تلفات اهمی کابل تا محل آزمایشگاه، حداکثر توان هریک از آرایه ها کمتر از ۱۸۰ (در روابط استاندارد تابش یک کیلو وات بر متر مربع و دمای ۲۵ درجه سانتیگراد) خواهد بود.



شکل ۲-۳۳: مشخصه جریان - ولتاژ آرایه ثابت در طول روز

نکته مهم دیگر که در مشخصه های هر دو آرایه به چشم می خورد تولید توان حداکثر در ولتاژی نزدیک به ولتاژ ۲۵ ولت است که به شدت نور بستگی ندارد. لذا با تنظیم نقطه کار آرایه فتوولتائیک در این ولتاژ، می توان حداکثر توان را از هر دو آرایه تحویل بار نمود (این ولتاژ درصد ثابتی از ولتاژ بی باری آرایه است که در آن حداکثر توان تولید می شود و به جنس سلولهای بکار رفته در ماژول خورشیدی بستگی دارد و برای ماژول خورشیدی بستگی دارد و برای ماژول استفاده شده در این مطالعه حدود ۶۸ درصد است).



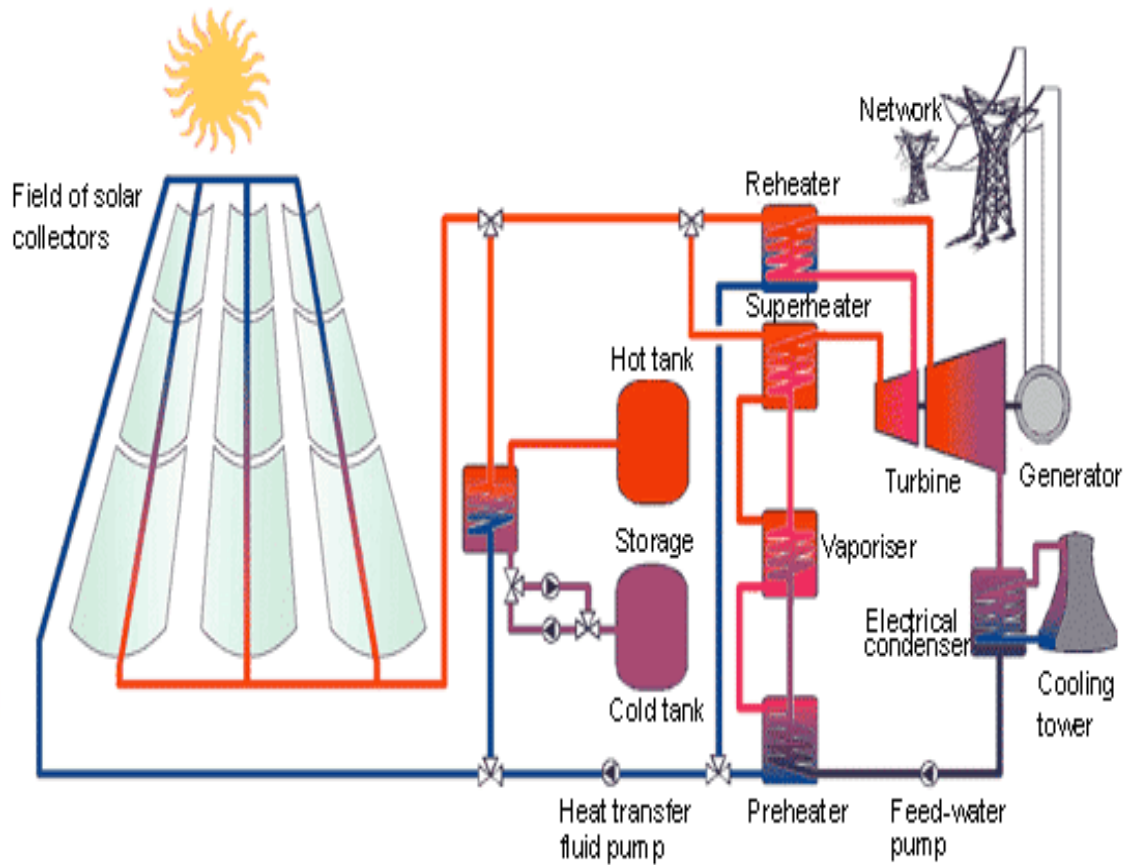
جدول ۲-۲ : حداکثر توان تولید شده توسط آرایه های متحرک و ثابت

نوع آرایه		ساعت نمونه برداری
ثابت	متحرک	
۷۳ وات	۱۱۳/۳ وات	۹ : ۰۰
۹۴ وات	۱۱۲/۲ وات	۱۰ : ۰۰
۱۰۶/۵ وات	۱۲۰/۴ وات	۱۱ : ۰۰
۱۱۳ وات	۱۱۹/۱ وات	۱۲ : ۰۰
۱۱۵/۲ وات	۱۱۹/۷ وات	۱۳ : ۰۰
۱۱۰/۳ وات	۱۱۸/۶ وات	۱۴ : ۰۰
۹۵/۵ وات	۱۱۷/۱ وات	۱۵ : ۰۰
۶۹/۲ وات	۱۱۱/۷ وات	۱۶ : ۰۰
۴۵ وات	۱۰۶/۴ وات	۱۷ : ۰۰
۱۶/۲ وات	۹۸ وات	۱۸ : ۰۰
۸۳۷/۹	۱۱۳۶/۵	کل انرژی جذب شده در روز (وات ساعت)
۱	۱/۳۶	کل انرژی جذب شده نسبت به آرایه متحرک

۱۳-۲- انواع روشهای استفاده از سیستمهای فتوولتائیک

۱-۱۳-۲- سیستم های متصل به شبکه سراسری برق (Grid Connected):

در این روش، انرژی الکتریکی حاصل از سیستم فتوولتائیک (با استفاده از تجهیزات الکتریکی مبدل جریان مستقیم به جریان متناوب، هم چون اینورترهای متصل به شبکه و...) مطابق، بامشخصات سطح ولتاژ، اختلاف فاز، فرکانس و... شبکه سراسری به شبکه سراسری برق تزریق می گردد.



شکل ۲-۳۴ : سیستم فتوولتائیک متصل به شبکه سراسری برق

۲-۱۳-۲- سیستم های مستقل از شبکه (Stand Alone):

این نوع کاربرد، بدون نیازه وجود شبکه سراسری برق قادر به تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز مصرف کننده میباشد. در این روش انرژی الکتریکی مورد نیاز با استفاده از پنل های فتوولتائیک، سیستمهای ذخیره و کنترل، بعنوان یک واحد نیروگاهی با طول عمر مناسب ۳۰ سال می تواند با قابلیت اطمینان بالا قابل نصب و راه اندازی می باشد.

- روشنایی خورشیدی
- سیستم تغذیه یک واحد مسکونی
- سیستم پمپاژ آب توسط پمپ های خورشیدی
- یخچالهای خورشیدی
- سیستم تغذیه ایستگاه های مخابراتی



- سیستم تغذیه ایستگاه های زلزله شناسی - نیروگاه فتوولتائیک
- حفاظت کاتدیک و ...

۲-۱۴- کاربرد صفحات فتوولتائیک

۲-۱۴-۱- فتوولتائیک های یکپارچه ساختمان:

تکنولوژی فتوولتائیک (PV) امروزه به عنوان بخش رایجی ازواژه شناسی ساختمان باامکان کاربرد در ساختمان های موجود و نو مطرح شده است. استفاده از این سیستم در پوشش ساختمان بسیار متنوع بوده و راه های نوینی به سوی طراحان خلاق می گشاید. بعنوان نمونه در فتوولتائیک های نیمه شفاف، مدولها می توانند در کنار ذخیره انرژی سایر عملکردهای پوششی بنا را نیز به خوبی انجام دهند. در صورتی که تاثیرات و کاربردهای جامع فتوولتائیک ها در ساختمان به دقت درک و در کل طراحی و مفاهیم انرژی ساختمان در نظر گرفته شود، تواند در اجرای ساختمان کارکردی چند منظوره یافته و علاوه بر تولید الکتریسیته کاربردهای دیگری نیز در پوشش ساختمان به عهده گیرد. امروزه آگاهی فزاینده ای که در خصوص تخریب عوامل محیطی و توجه ویژه ای در باره کیفیت محیط مصنوع در اروپا وجود دارد منجر به تغییر خصوصیات و نیازمندی های ساختمان و طراحی آن شده است.

در مرکز این توجهات، نما و پوشش ساختمان قرار دارد. بطوریکه پیشرفت های تکنولوژیکی جدید، رویکردهای مختلفی از سقف و نماهای ساختمان ایجاد می کند. در این میان در رابطه با چند منظورگی پوشش ساختمان، استفاده از تکنیک های فعال و غیر فعال خورشیدی بسیار ضروری است. یکی از این فنون خورشیدی که به طور قابل توجهی به عنوان بخش مهمی از فرهنگ ساختمان مطرح می شود، فتوولتائیک یا (PV) است. یک واحد یا مدول فتوولتائیک اساساً پوششی است که می تواند در دوره های مشخصی از روز الکتریسیته تولید کند که این تولید، شاید به عنوان حق امتیاز این محصول بی نظیر ساختمان مطرح گردد. بطوریکه این فتوولتائیک حتی قادر به شرکت در تامین نیروی برق سراسری است. اگرچه هنوز نیروی برق تولیدی آنها، پنج برابر از نیروی برق شبکه گران تر است اما فتوولتائیک های یکپارچه ساختمان یا (bipv) با ارائه مزایای هزینه ای ویژه، برای مناطق شهری نظیر هلند و آلمان که زمین خالی و کافی برای تجهیزات نیروگاه در اختیار ندارند، بسیار جالب توجه می باشند.



شکل ۲-۳۵: فتوولتائیک های نیمه شفاف

www.WikiPower.ir

۲-۱۴-۲ - صفحات نمای ساختمان:

نماها اکثریت سطح پوسته یک ساختمان را اشغال می کنند. درحقیقت یک نما نخستین احساس بصری از ساختمان را به بینندگان خود انتقال می دهد و معماران بنا نیز با استفاده از نمابه بیان ایده ها و ترجمه خواسته های کار فرما با زبانی ویژه از شکل و رنگ می پردازند. مدول های استاندارد فتوولتائیک می توانند به دیوار موجود ساختمان برای تامین نمایی موفق به لحاظ زیباشناختی متصل گردند. این واحدها بدون نیاز به عایق به استراکچر متصل می شوند که این عمل توسط زیرسازی شبکه ای درمدول های فتوولتائیک صورت می گیرد. بنابراین سیستمهای فتوولتائیک می توانند به عنوان بخش مهمی از عناصر نمای ساختمان مطرح می شوند. چهره اصلی یک لایه فتوولتائیک به عنوان مصالح پوششی، شبیه یک شیشه رنگی است.



شکل ۲-۳۶ : صفحات نمای ساختمان

لایه های فتوولتائیک حفاظت طولانی مدت در برابر شرایط جوی را تامین می توانند در هر اندازه، شکل، طرح و رنگی، برش و تهیه شوند و حتی قسمتی از نور روز را نیز به داخل ساختمان برسانند. این عناصر ساختمانی می توانند بعنوان صفحات ساده نما، عناصر چند عملکردی برای نماهای سرد و گرم، به عنوان سیستم سایه انداز یا باز شو عمل نمایند.

ساختمان (Okotech ۳) در برلین مثال جالبی از نماهای فتوولتائیک است. نمای این بنا متشکل از گرانیته و پانلهای شیشه ای با استفاده از شیوه ستاره ای شکل (سیستم نمای SI) برای نگهداری پانلهاست. دست انداز طبقه دوم تا پنجم توسط صفحات فتوولتائیک پوشانده شده است و این صفحات با داشتن اندکی خاصیت انعکاسی، ظاهری نظیر پانلهای شیشه ای دیگر ندارند.



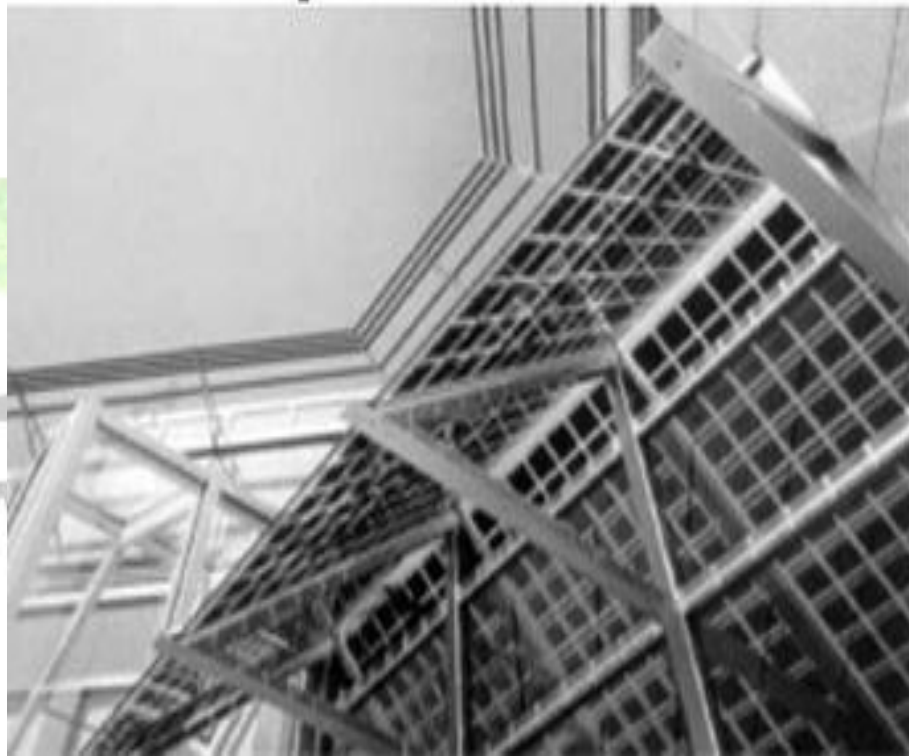
شکل ۲-۳۷ : صفحات نما



شکل ۲-۳۸ : صفحات نما

۱۵-۲- نماهای نیمه شفاف:

ورقهای فتوولتائیک همانند پنجره های تواند کارکرد شفافیت و پشت نمایی خود را از دو طریق انجام دهند. سلول فتوولتائیک به تنهایی می تواند بسیار ظریف و یالیزی بوده و از این طریق امکان ۲۰ تا ۵۰ درصد امکان دید فیلتر شده ای را فراهم کند. مدولهای سیلیکون غیر بلوری نیمه شفاف، ویژه این کارکرد، تهیه می شوند. از سوی دیگر، سلول های بلورین نیز در روشی مشابه می تواند در عین ایجاد فیلتر دید، فضای داخلی را روشن سازند. حتی با اضافه نمودن لایه هایی از شیشه به واحد اصلی از فتوولتائیک نیمه شفاف، عایق حرارتی و صوتی نیز برای نیازهای ویژه ساختمان تامین می شود.



شکل ۲-۳۹: فتوولتائیک نیمه شفاف

۱۵-۲-۱- سیستمهای سایبان:

در معماری امروز نیاز شدیدی برای سیستم های سایه انداز در بازار ساختمان وجود دارد که منجر به استفاده وسیع از بازشوهای بزرگ و پرده هاویا سایبان های دیگر می گردد. در این میان فتوولتائیک ها با اشکال مختلفی می توانند به عنوان سایبان در بالای پنجره هاویا بخشی از سازه بام استفاده شوند، البته به شرطی که استفاده از این سایبان ها منجر به تحمیل بار اضافی به سازه ساختمان نگردد.



شکل ۲-۴۰ : فتوولتائیک سایبان

سیستم های سایه انداز فتوولتائیک می توانند به گونه ای و درجهتی آرایش یابند که در آن واحد، هم برای تولید بیشترین انرژی و هم برای تامین درجات متغیری از سایه بکار روند.

۲-۱۵-۲- مصالح بام

بام ها برای فتوولتائیک ها بسیار ایده آل می باشند. چراکه معمولاً عوامل سایه ساز در پشت بام بسیار کمتر از سطح زمین است و معمولاً بام، سطح بدون استفاده وسیعی را بدین منظور در اختیار می گذارد. یک بام شیبدار ایده آل برای فتوولتائیک ها بامی است به سمت جنوب (در نیمکره شمالی) که زاویه ای معادل عرض جغرافیایی ± 15 برای بهترین تولید انرژی داشته باشد. در این خصوص بامهای روبه جنوب شرقی و جنوب غربی نیز قابل قبول اند. صفحات فتوولتائیک می توانند در پشت بام بناهای موجود نیز برآحتی نصب گردند. یک روش زیبا برای استفاده از فتوولتائیک ها در بام ساختمان، استفاده



از تایلهای توفالهای PV است که امکان نصب راحت آنها را توسط یک پیمانکار بام نظیر تایلهای یا پوشالهای دیگر پشت بام میسر می سازد. بامهای مسطح نیز مزایایی همچون دسترسی مناسب و نصب آسان دارند. روش کلاسیک در این خصوص، چیدمان و آرایش واحدهای فتوولتائیک بر روی زیرساختهای شبکه ای آن و سپس نصب آنها بر روی بام می باشد. در این روش علاوه بر توجه ویژه در خصوص آرایش مدول ها و نصب آنها که در بام شیب دار نیز صورت می گیرد، می بایست در مورد نیروی باد نیز تدابیر لازم اندیشیده شود. تجربیات و پیشرفت های اخیر در این زمینه سبب سبکی، سهولت و سرعت استعمال این سیستم ها گشته است.

۲-۱۵-۳- نورگیرها:

ساختار نورگیرها معمولاً مزایای انشانورد در ساختمان را با تامین سطحی باز برای نصب مدولهای فتوولتائیک نوام می سازد. در این صورت عناصر فتوولتائیک می بایست نور و الکتریسیته را همزمان تامین کنند.

بطوریکه قطعات فتوولتائیک و سازه پشتیبان مورد استفاده برای این نوع کارکرد، مشابه نماهای نیمه شفاف هستند. این ساختار که میتواند از بیرون نیز نمایان گردد، طبقات و راهروهای زیبا و جذاب از نور پدید آورده و امکان طرح معماری مهیجی از نور و سایه فراهم می سازد.





شکل ۲-۴۱ : نورگیرفتوولتائیک



شکل ۲-۴۲ : نورگیرفتوولتائیک دیگر

۱۶-۲- میزان تولید انرژی الکتریکی بوسیله یک سیستم فتوولتائیک

میزان تولید برق بوسیله یک سیستم فتوولتائیک معمولاً از ۲ تا ۵۰ کیلووات می باشد. یک سیستم فتوولتائیک که برای نصب روی بام ساختمان هادرشهرلوس آنجلس ساخته شده است با ظرفیت توان ۲ کیلووات، ۳۶۰۰ کیلووات ساعت انرژی در سال تولید می کند. این میزان تولید انرژی باعث ۳.۴ تن صرفه جویی در سوخت زغال سنگ برای تولید برق شده و همچنین مانع ورود 5000 lbs گاز به اتمسفر می گردد. یک سیستم PV دیگر که با ظرفیت ۱۰ کیلو وات در دره تنسی در ایالات متحده آمریکا نصب شده، بطور متوسط در حدود ۱۶۵۰۰ کیلووات ساعت انرژی در سال تولید می کند. این میزان انرژی کمی بیش از نیاز مصرف برق یک خانه متوسط در ایالات متحده است.

۱-۱۶-۲ بهره برداری از سیستمهای فتوولتائی برای استفاده از انرژی خورشیدی در سطح جهان:

استفاده از انرژی خورشیدی به عنوان یک منبع به دلیل ویژگی هایی که در آغاز این مقاله ذکر شد، کاملاً فراگیر شده است. شرکت های متعددی در کشورهای مختلف نسبت به نصب این سیستم ها اقدام کرده اند و کار بهینه سازی این سیستم ها، همچنان ادامه دارد. شرکت آب و برق لس آنجلس (LADWP) در



نظردارد برنامه ای را برای نصب سیستم های برق خورشیدی روی سقف ساختمان های این شهر به مورد اجراء گذارد. به موجب این طرح تا سال ۲۰۱۰ ، ۱۰۰۰۰۰ سیستم فتوولتائیک روی سقف ساختمان ها اعم از مسکونی و تجاری نصب خواهند شد. این سیستم ها در اتصال با شبکه کار می کنند. طبق این برنامه، هر ساختمانی برق خویش را تأمین خواهد کرد. در صورتی که میزان تولید برق ساختمانی کمتر از نیاز مصرف آن باشد و همینطور در شب، کمبود برق از سوی شبکه سراسری جبران می شود و بر عکس اگر ساختمانی بیش از مصرف خود برق تولید کند، این انرژی اضافی به شبکه برق جاری خواهد شد. اداره آب و برق لوس آنجلس برای نصب سیستم های خورشیدی روی بام ساختمان ها شرایطی به قرار زیر وضع کرده است :

- ساختمان یک طبقه و سقف آن تخته کوبی شده باشد.
- عمر ساختمان کمتر از ۱۰ سال باشد.
- فضای آزاد آن حداقل ۳۰۰ متر مربع و شیب سقف آن بین ۱۰ تا ۲۵ درجه باشد.
- ترجیحا " سوی شیب بام ساختمان به سمت جنوب یا جنوب غربی بوده و در ساعات بین ۱۱ قبل از ظهر تا ۴ بعد از ظهر سایه نخورد.

شرکت TVA در ایالت تنسی آمریکا نیز اقدام به استفاده از انرژی خورشیدی به عنوان یک منبع " انرژی سبز" کرده است. این شرکت برای نمایش تولید برق خورشیدی و به منظور تشویق مشترکین خود به استفاده از آن در سایت انرژی خورشیدی، یکی در موزه علوم کامبرلند و دیگری در یک گردشگاه توریستی در دالیورد دایر کرده است. شکل (2-43) سابت مستقر در موزه کامبرلند را نشان می دهد.

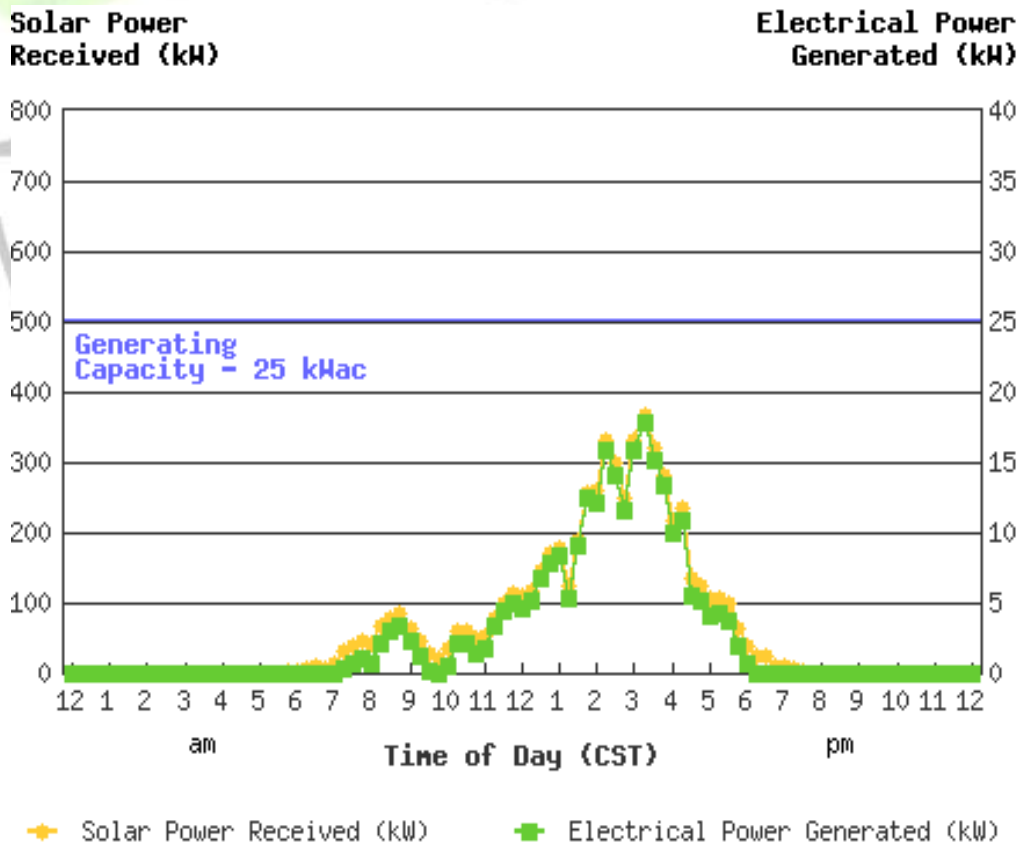




شکل ۲-۴۳ : سایت انرژی خورشیدی درموزه علوم کامبرلندواقع درایالت تنسی آمریکا

میزان انرژی تولید شده در سایت کامبرلندروز 7.5.Kwh .m میباشد.میزان انرژی تولیدشده دراین سایت، ۱۴۶ کیلووات ساعت وظرفیت تولید آن 25 Kwac است.میزان انرژی الکتریکی تولیدی دراین سایت درشکل (2-44) نشان داده شده است.

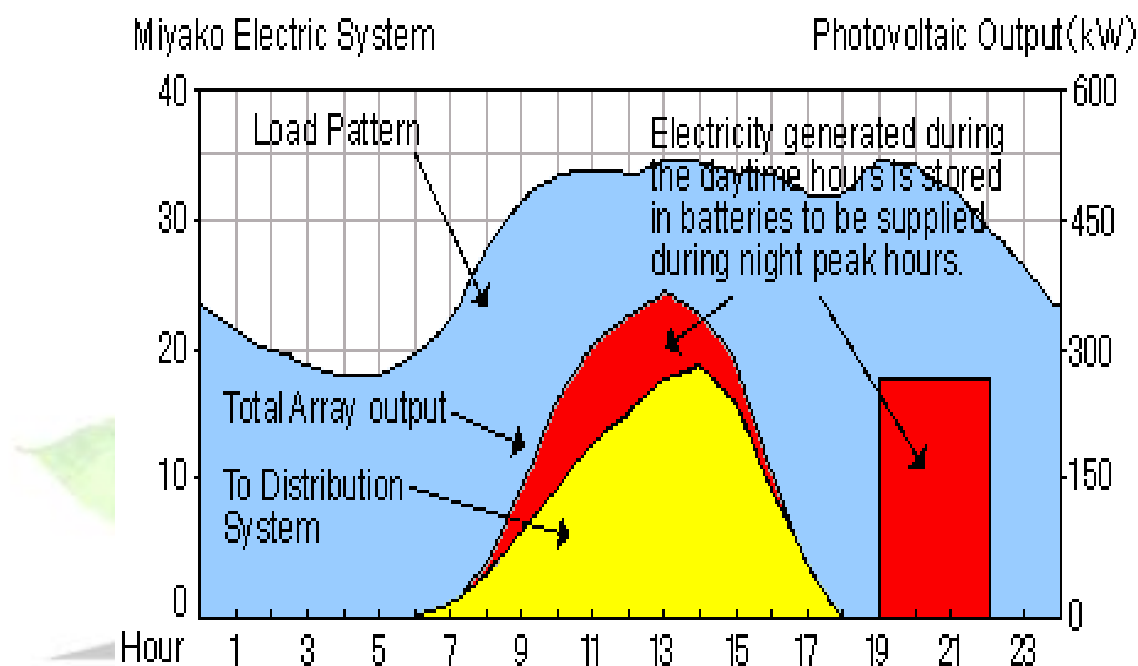
تحقیق درزمینه کاربردعملی سیستم برق بااستفاده ازپنل های فتوولتائیک بصورت متصل درشبکه برق اکیناوی ژاپن نیزادامه دارد.این تحقیقات شامل بررسی ویژگی های عملکرد سیستم وتأثیر باتری هابر شبکه وهمینطوراندمان و تداوم برق رسانی شبکه می باشد.





شکل ۲-۴۴ : منحنی توان دریافتی از خورشید و توان تولید شده توسط سایت انرژی خورشیدی مستقر در

موزه کامبرلند در ایالت تنسی آمریکا



شکل ۲-۴۵ : منحنی بار و عملکرد سیستم تولید برق خورشیدی در شبکه برق میاکو-ژاپن

در میاکو، مصرف برق به هنگام شب، تقریباً "بایک روز برابر است. بنابراین از انرژی خورشیدی برای تامین بخشی از نیاز برق روزانه بطور مستقیم و برق شبانه از طریق باتری ها استفاده می شود. شکل (2-45) عملکرد تولید برق خورشیدی را در سیستم برق میاکو در ژاپن نشان می دهد.

۲-۱۷- آرایه فتوولتائیک متحرک جهت افزایش توان خروجی سلولهای خورشیدی

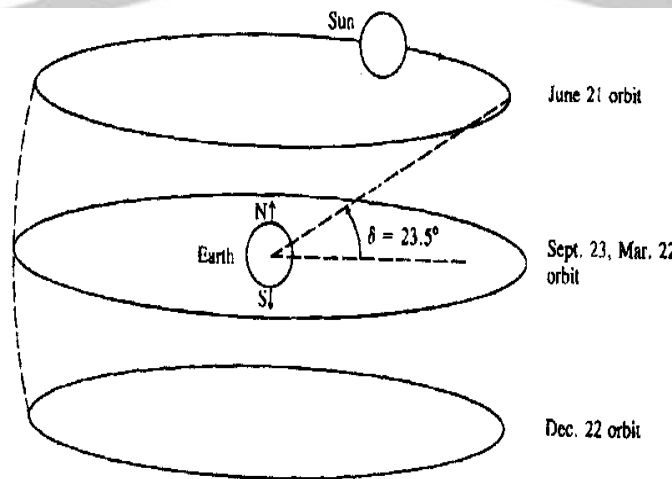
مبدل های فتوولتائیک بدلیل امکان تبدیل مستقیم انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی و مزایای دیگر نظیر وزن کم و امکانات نصب در قدرتهای کوچک، جزء تجهیزات مورد توجه در زمینه استفاده از انرژی های نومی باشند ولی در مقایسه با سایر مبدل های انرژی الکتریکی، قیمت بیشتری دارند. بنابراین لازم است که همواره شرایطی فراهم شود که از این مبدل ها حداکثر انرژی جذب شود تا استفاده بهینه از سیستم



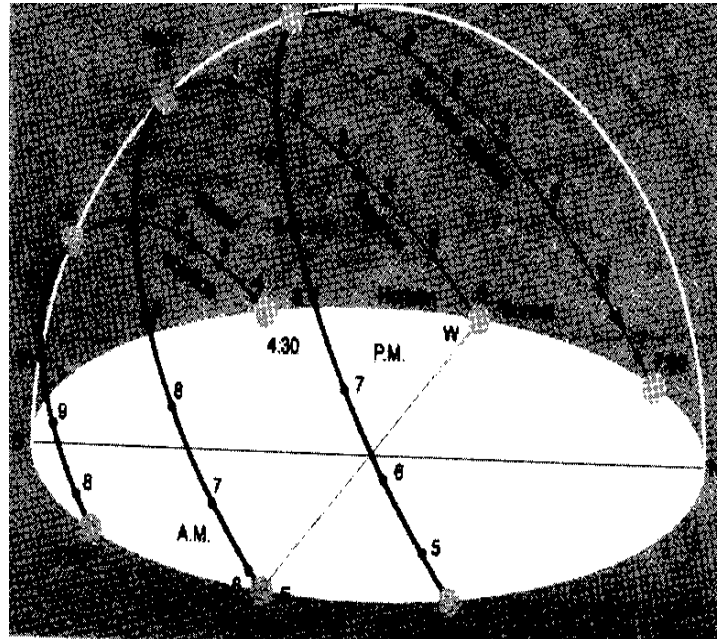
صورت گیرد. باتوجه به اینکه خورشید در طول روز حرکت میکند، لذا نور آن همواره با زاویه بر سطح آرایه خورشیدی می تابد و بخشی از نور از روی سطح سلول ها منعکس و مانع از جذب کامل نور خورشید می شود. یکی از روشهای افزایش انرژی الکتریکی خروجی در مبدلهای فتوولتائیک، استفاده از آرایه خورشیدی متحرک است بنحوی که آرایه فتوولتائیک در تمامی اوقات روز بتواند حرکت خورشید را تعقیب نماید تا با عمود قرار گرفتن تابش نور خورشید بر سطح آرایه حداکثر نور توسط سلولهای خورشیدی جذب و حداکثر انرژی الکتریکی تولید شود. در این مقاله تأثیر بکارگیری آرایه فتوولتائیک متحرک در میزان افزایش توان خروجی در مقایسه با یک آرایه فتوولتائیک ثابت با قدرت نامی یکسان مورد بررسی قرار گرفته است.

۱۸-۲- تأثیر زاویه تابش نور خورشید بر سطح سلول در میزان تبدیل انرژی

محور چرخش زمین نسبت به مسیر حرکت آن حول خورشید، دارای زاویه ای معادل 23.5° درجه است (شکل 2-46). این اختلاف زاویه باعث تغییر طول مدت شب و روز در سیاره زمین می شود. در تابستان بدلیل طولانی شدن مسیر حرکت خورشید در آسمان، روزها بلندتر و در زمستان بدلیل کوتاه شدن مسیر حرکت خورشید در آسمان، روزها کوتاه تر می شود (شکل 2-47).



شکل ۲-۴۶: نحوه تغییر زاویه بین محور گردش زمین و مدار حرکت آن حول خورشید در طول سال



نحوه : ۴۷-۲

شکل

تغییر مسیر حرکت خورشید در طول سال

زاویه.....که زاویه بین محور شمال - جنوب زمین و صفحه مدار گردش زمین و صفحه مدار گردش زمین حول خورشید می باشد، توسط رابطه زیر بیان می شود:

$$\delta = 23.45^\circ \sin \left[2\pi \cdot \frac{n - 80}{365} \right] \quad \text{معادله (۱-۱۵)}$$

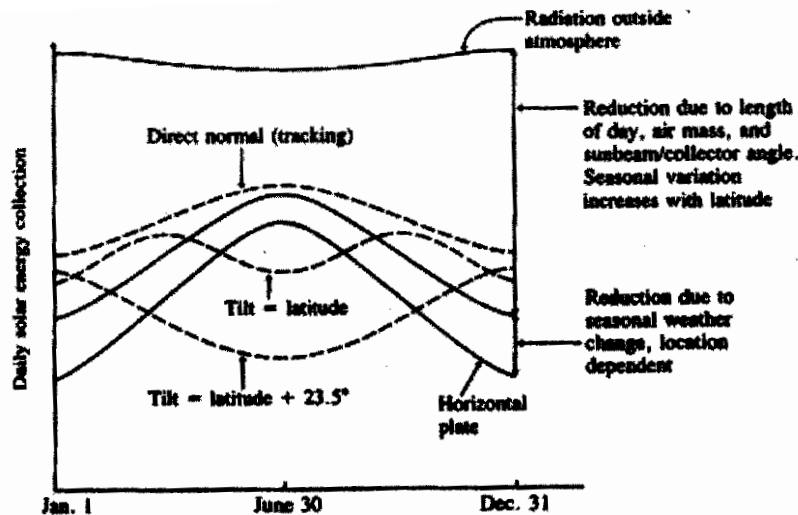
در رابطه فوق n , شماره روز در سال میلادی است که در روز اول ژانویه $n=1$ است.

۱۹-۲ - تأثیر زاویه کلکتور در جذب انرژی خورشیدی

باتوجه به اینکه خورشید همواره در طول روز در حرکت است، نور آن با زاویه به سطح کلکتورهای ثابت می تابد و بدلیل انعکاس نور از سطح کلکتور، امکان تبدیل کامل انرژی وجود نخواهد داشت که در مورد مبدا فتولتائیک بدلیل گرانیجیمت بودی ماژولهای خورشیدی، این موضوع اهمیت پیدامی کند. در شکل (2-48) نمودارهای انرژی خورشیدی جمع آوری شده در روز بر حسب تقویم سالانه برای انواع کلکتور خورشیدی از لحاظ وضعیت های مختلف نصب در محلی با عرض جغرافیایی ۵.۲۳ درجه شمالی مشاهده میشود. همانگونه که انتظار می رود یک کلکتور مستقیم که همواره روبه خورشید قرار دارد، در تمامی طول

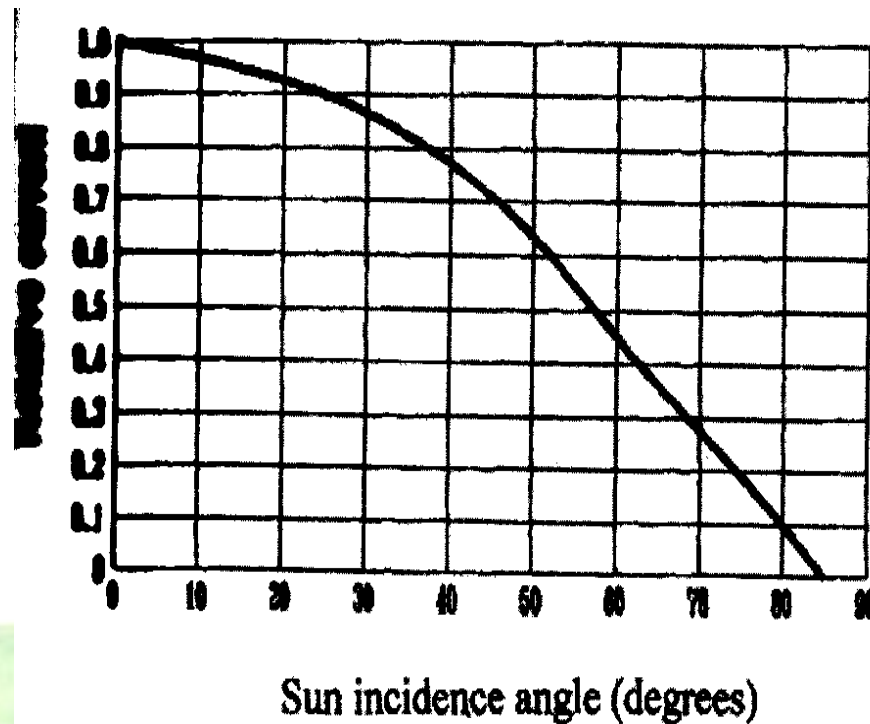


سال، حداکثر انرژی را در مقایسه با کلکتورهای دیگر جذب می کند. همچنین میزان جذب انرژی توسط کلکتور شیب دار با زاویه های معادل عرض جغرافیایی محل و روبه جنوب و نیز برای کلکتور افقی، مشاهده می شود.



شکل ۲-۴۸: تغییرات مجموع انرژی خورشیدی روزانه قابل جذب در طول سال توسط کلکتورهای مختلف

یکی از دلایل کاهش انرژی جمع آوری شده در طول روز برای یک کلکتور شیب دار، در مقایسه با کلکتور افقی کاهش طول روز خورشیدی (ساعات حضور خورشید در بالای سطح یا صفحه جمع کننده) برای سطح شیب داری است که روبه جنوب در نیمکره شمالی زمین قرار گرفته است، ولی طول روز خورشیدی برای یک کلکتور افقی و یک کلکتور مستقیم، از طلوع یا غروب کامل خورشید است. جریان الکتریکی تولید شده در سلول خورشیدی واقع در یک آرایه، به زاویه تابش نور خورشید بر سطح سلول نیز بستگی دارد. در شکل (2-49) تغییر جریان خروجی یک سلول خورشیدی به هنگام تغییر در زاویه تابش نور بر آن مشاهده می شود.



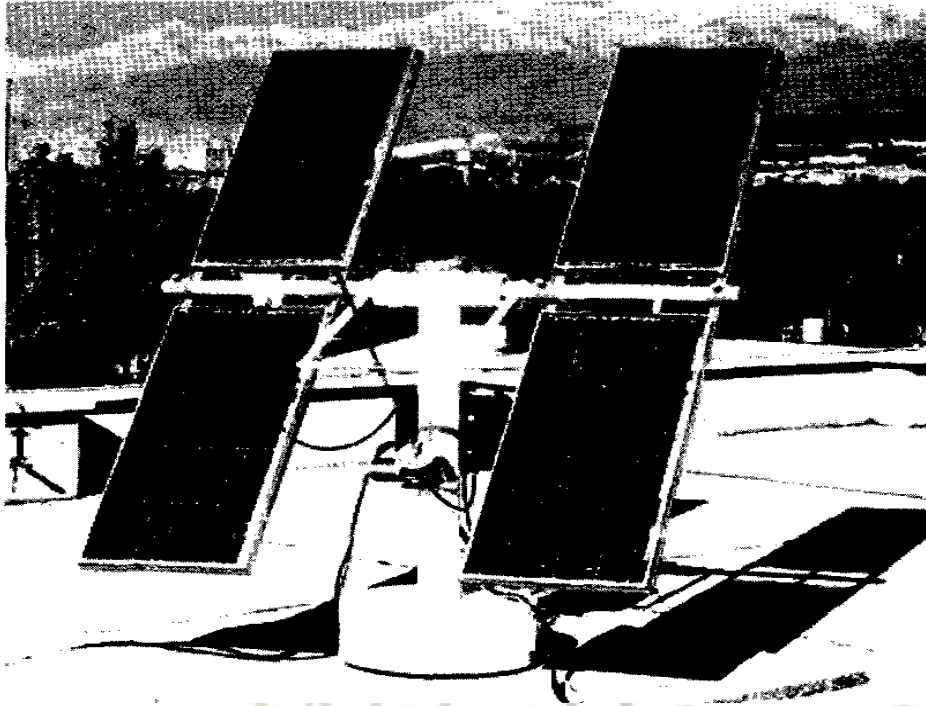
شکل ۲-۴۹: نحوه تغییر جریان سلول خورشیدی در اثر تغییر زاویه تابش نور خورشید بر سطح سلول

یک کلکتور افقی در فصل تابستان انرژی بیشتری نسبت به کلکتور شیب دار جذب می کند که بدلیل افزایش ارتفاع خورشید در وسط روز است. اما همواره نور خورشید زاویه دار بر آن می تابد. بخصوص در زمان آغاز و پایان روز، میزان انرژی تبدیل شده بسیار کم خواهد بود لذا طراحی خوبی برای یک آرایه خورشیدی نمی باشد. زاویه دار شدن کلکتور خورشیدی نسبت به افق، باعث افزایش در میزان انرژی قابل جذب می شود اما چنانچه گفته شد این عیب را دارد که طول روز خورشیدی برای نوع کلکتور، از طول روز واقعی کوتاهتر است بخصوص در تابستان این اختلاف چشمگیر است و باعث کم شدن راندمان مبدل می شود.

در یک کلکتور خورشیدی متحرک که قابلیت تعقیب مسیر حرکت خورشید را در تمامی طول روز داشته باشد، با توجه به منحنی شکل (۲-۴۹)، بدلیل تابش عمودی شعاع نور خورشید بر روی سطح سلولهای آرایه، حداکثر انرژی نور خورشید را جذب خواهد نمود. در شکل (۲-۵۰)، آرایه خورشیدی متحرک ساخته شده جهت انجام این مطالعه مشاهده می شود. این سیستم با داشتن دودرجه آزادی استفاده از حسگرهای نوری ویژه، قابلیت دنبال نمودن مسیر حرکت خورشید در طول روز را دارد. محورهای این آرایه



فقط زمانی حرکت درمی آیند که سنسور محور مربوطه لزوم تنظیم راتشخیص دهد. بنابراین انرژی نسبتاً کمی (در حد ۱۰ وات ساعت) در طول روز جهت حرکت و تنظیم مصرفی می شود.



شکل ۲-۵۰ : آرایه فتوولتائیک مورد مطالعه

۲-۲۰- آسیب پذیری دستگاههای فتوولتائیک

پنل های خورشیدی طوری ساخته شده اند که در برابر همه سختی های محیط مانند سرمای شدید قطبی، گرمای بیابان، رطوبت استوایی و بادهای با سرعت بیش از ۱۲۵ مایل در ساعت مقاومت می کنند. با این حال جنس این وسایل از شیشه بوده و در اثر ضربات سنگین ممکن است بشکنند.



۲-۲۱- عمده دلایل توجه به صنعت فوتولتائیک در یک دهه اخیر ورشد سالانه آن

- (1) عدم نیاز به سوخت فسیلی ومشکلات سوخت رسانی بویژه درمناطق صعب العبور.
- (2) قابلیت تولیددر محل مصرف، کاهش و صرفه جویی در هزینه های انتقال و توزیع انرژی الکتریکی و عدم نیاز به شبکه سراسری برق.
- (3) امکان نصب وراه اندازی در توان های مختلف، متناسب با نیاز مصرف کننده.
- (4) طول عمرمناسب وسهولت در بهره برداری امکان نصب برنماویاروی سقف خانه هاوتوانایی ذخیره سازی انرژی در باطری.

۲-۲۲- برآورد هزینه سیستمهای برق خورشیدی

بالا بودن هزینه سرمایه گذاری اولیه درسیستمهای برق خورشیدی (فوتولتائیک) مهمترین مسئله برسرراه توسعه و ترویج آن می باشد.حمایت های دولتی وسیاست های تشویقی، توجه به امرتحقیق و توسعه زیرساختارهاو...از جمله فعالیت هایی است که در کشورهای پیشرو،دررشداین صنعت ، توسعه و ترویج بازارآن موثر بوده وراه گشای مفیدی دراین خصوص خواهد بود.

فن آوریهای حرارتی خورشیدی به دو بخش نیروگاه های حرارتی خورشیدی و کاربردهای غیر نیروگاهی سیستم های خورشیدی تقسیم بندی می شوند.نیروگاه های حرارتی خورشیدی از تابش مستقیم خورشید (DNI) استفاده می کنند.این بخش ازتابش خورشید توسط ابرها،دود یا گردوغبار منحرف نمی شود. بنابراین، نیروگاه های حرارتی- خورشیدی باید در مناطقی که از تابش مناسب خورشید برخوردار هستند ساخته شوند. سایت های مناسب برای ساخت نیروگاه های خورشیدی از تابش خورشید ۲۰۰۰ کیلووات ساعت بر هر متر مربع ($kWh.m^2$) سالانه برخوردار هستند، مناطق مناسب تر جهت احداث این نوع نیروگاه ها از تابشی بیش از ۲۸۰۰ کیلووات ساعت برهر متر مربع ($kWh.m^2$) سالانه برخوردار هستند. به طور معمول نقاطی برای این سایتها مناسب هستند که آب و هوا و گیاهان منطقه رطوبت و گردوغبار زیادی رادر اتمسفرایجاد نمی کنند مانند استپ ها، بوته زار، صحراهای نیمه خشک و صحراها که به طورمعمول درعرض جغرافیایی شمال یا جنوب کمتر از ۴۰ درجه قرار دارند. ازمناطق مستعدمی توان به جنوب غربی ایالات متحده آمریکا،کشورهای مدیترانه ای اروپا،خاور میانه وخاور نزدیک،ایران و صحراهای هند، پاکستان، چین واسترالیا اشاره نمود.

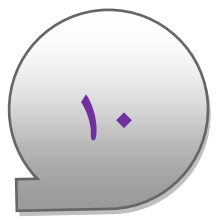
در بسیاری از مناطق جهان می توان بااستفاده از تکنولوژی های حرارتی-خورشیدی در مساحت یک کیلو متر مربع از زمین، ۱۰۰ الی ۳۰۰ گیگاوات ساعت الکتریسیته خورشیدی تولید نمود. این مقدارمعادل

تولید سالانه نیروگاه های متداول فسیلی، زغال سنگ یا گازی با ظرفیت ۵۰ مگاوات در بار متوسط است. یک نیروگاه خورشیدی شامل تاسیساتی است که انرژی تابشی خورشید را جمع کرده و با تمرکز کردن آن، درجه حرارتهای بالا ایجاد می کند. انرژی جمع آوری شده از طریق مبدل های حرارتی، توربین ژنراتورها و موتورهای بخار به انرژی الکتریکی تبدیل خواهد شد.

۲-۲۳- کم شدن نگرانی هادرباره ی آلودگی ناشی از ساخت سلول های خورشیدی

دانشمندان طی یافته ای که می تواند نگرانی های مربوط به تأثیرات محیطی منفی سلول های خورشیدی را کم کند، اظهار می کنند که ساخت سلول های خورشیدی، آلاینده های خیلی کم تری نسبت به فن آوری های با سوخت فسیلی ایجاد می کند. این گزارش دانشمندان، اولین گزارش جامع و گسترده ای است که روی آلاینده های تولید شده در طول ساخت سلول های خورشیدی انجام گرفته است. به گزارش خبرگزاری برق، الکترونیک و کامپیوتر ایران (الکترونیوز) و به نقل از ساینس دیلی، چندین سال است که انرژی خورشیدی به عنوان یک انرژی مطمئن تر و تمیزتر نسبت به سوخت های فسیلی قلمداد شده است تا پاسخی به تقاضای روزافزون انرژی باشد. محیط زیست شناسان و دیگران درباره ی تأثیر منفی فن آوری سلول خورشیدی (فتوولتائیک) روز به روز نگران ترمی شوند. ساخت سلول های فتوولتائیکی به طور بالقوه نیاز به فلزات سمی از قبیل سرب، جیوه و کادمیم دارد و در عوض گازدی اکسید کربن تولید می کند که به گرم شدن کره ی زمین کمک خواهد کرد. طی مطالعه ی جدیدی، آقای واسیلیس و همکارانش، از سیزده شرکت تولید کننده ی سلول خورشیدی در اروپا و امریکا و در سال های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۶، اطلاعاتی مربوط به مواد آلاینده گردآوری کردند. سلول های خورشیدی شامل چهار نوع تجاری اساسی است: سیلیکان چند بلورین، سیلیکان تک بلورین، سیلیکان نواری، و کادمیوم تلوراید با لایه ی نازک.

پژوهشگران عقیده دارند که تولید برق از سلول های خورشیدی، نسبت به فن آوری های با سوخت فسیلی معمولی، ۹۰ درصد آلاینده های کمتری وارد هوا می کند.



۲-۲۴-۲- مجموعه ای از سوالات متداول در مورد صفحات فتوولتائیک

۲-۲۴-۲-۱- سلول و یا باطری خورشیدی و جنس مواد سازنده آن:

به صفحه ای که انرژی تابشی خورشید را به انرژی الکتریکی تبدیل می کند، سلول یا باطری خورشیدی می گویند. سلول های خورشیدی بطور عمده از سیلیسیوم ساخته می شود.

۲-۲۴-۲-۲- مشخصه جریان ولتاژ حاصل از پنل های فتوولتائیک:

جریان الکتریکی حاصل از پنل های فتوولتائیک از نوع جریان ولتاژ مستقیم (DC) می باشد.

۲-۲۴-۲-۳- آیا باطری های خورشیدی قدرت ذخیره سازی دارند؟

پیل یا باطری های خورشیدی تنها تبدیل انرژی تابشی خورشید به انرژی الکتریکی با جریان الکتریکی از نوع مستقیم می باشند و توانایی ذخیره سازی انرژی را ندارند. از ابزار ذخیره سازی در این سیستم ها استفاده از باطری های الکتروشیمیایی می باشد.

۲-۲۴-۲-۴- مشخصه پنل ها بر اساس تابش و دما به چه صورت تغییر می کند؟

مشخصه جریان-ولتاژ پنلها بر اساس دمای ثابت و تابش متغیر و نیز تابش ثابت و دمای متغیر متفاوت می باشد.

۲-۲۴-۲-۵- طول عمر مفید سلولهای خورشیدی بطور متوسط چند سال می باشد و به چند نوع می باشند؟

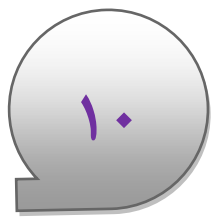
طول عمر مفید پنل های فتوولتائیک بطور عمده ۲۵ (۲۰ الی ۳۰) سال می باشد.

۲-۲۴-۲-۶- انواع سلولهای خورشیدی عبارتند از:

مونوکریستال- پلی کریستال و آمورف

۲-۲۵-۲- سه بخش عمده سیستمهای فتوولتائیک:

- پنل های خورشید
- بخش واسطه
- مصرف کننده تشکیل داده است.



۲-۲۵-۱- وظیفه پنلهای خورشیدی در سیستم فتوولتائیک چه می باشد؟

وظیفه این بخش تأمین انرژی و منبع تغذیه مورد نیاز سیستم الکتریکی می باشد. در واقع بدلیل استفاده از پنلهای خورشیدی جهت تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز در یک سیستم الکتریکی، به آن سیستم فتوولتائیک گویند.

۲-۲۵-۲- وظیفه بخش واسطه چه می باشد؟

بخش واسطه یا تطبیق توان در واقع، وظیفه کنترل و تطبیق توان الکتریکی حاصل از پنلهای مصرف کننده را بر عهده دارد.

۲-۲۵-۳- انواع کاربرد سیستمهای فتوولتائیک عبارتند از:

- سیستم های مستقل از شبکه سراسری برق
- سیستم های متصل به شبکه سراسری برق
- سیستم های هیبرید

۲-۲۵-۴- تعریف سیستم های مستقل، متصل و هیبرید:

سیستمهای مستقل: به سیستم هایی گفته می شود که انرژی مورد نیاز بطور کامل از طریق پنل های خورشیدی تأمین می گردد و نیازی به شبکه سراسری برق و یا منبع تغذیه دیگری نمی باشد. سیستم های متصل به شبکه سراسری: به سیستم هایی گفته می شود که انرژی الکتریکی حاصل از پنل های خورشیدی مستقیماً به شبکه سراسری برق تزریق می گردد. در واقع در این نوع سیستم ضمن تزریق انرژی الکتریکی به شبکه سراسری برق از مزایای شبکه برق نیز استفاده می گردد.

۲-۲۵-۵- سیستمهای هیبرید:

به سیستمهایی گفته می شود که از چند منبع تغذیه برای تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز استفاده می گردد و سیستم فتوولتائیک یکی از منابع تغذیه اصلی می باشد. از جمله منابع تأمین کننده انرژی دیگری که در این مجموعه استفاده می گردند شبکه سراسری برق، دیزل ژنراتور، توربین های بادی و... می باشند. (در این مدل، بر اساس موقعیت و نیاز بار استفاده از هر یک از منابع تغذیه مذکور اولویت بندی و کنترل می گردند).



۲-۲۵-۶- مقایسه سیستمهای مستقل،متصل و هیبرید با یکدیگر:

- در سیستمهای مستقل تنه‌ام‌ن‌ب‌ع تأمین کننده انرژی سیستم فتوولتائیک است.
- در سیستمهای متصل ضمن بهره جویی از مزایای شبکه سراسری برق از سیستمهای P.V نیز جهت کمک به شبکه سراسری و جلوگیری از افت ولتاژ استفاده می گردد .
- در سیستمهای هیبرید منابع تأمین کننده انرژی چندگانه و در صورت قطع هر کدام از منابع دیگر استفاده می گردد. در این مدل احتمال قطع برق به حداقل می رسد.

۲-۲۵-۷- چند نمونه از کاربردهای سیستم های فتوولتائیک

- روشنایی خورشیدی (مغاب‌ر، تونلها، منازل، مدارس، جاده ها، چراغهای دریایی و...)
- پمپ آب (کشاورزی، دامپروری و آبشخور حیوانات، پرورش ماهی، آب شرب و...)
- سیستم های نیروگاهی (بصورت مستقل و متصل)
- سیستم های پرتابل
- یخچال های خورشیدی

۲-۲۵-۸- تولید کننده مهم پنل های فتوولتائیک در دنیا :

- شرکت Sharp ژاپن
- شرکت Kyocera ژاپن
- شرکت Solar cell
- شرکت Qcell

۲-۲۵-۹- تولید کنندگان پنل فتوولتائیک در داخل کشور:

تنها تولید کننده پنل فتوولتائیک در داخل کشور شرکت-کارخانه کابل های مخابراتی شهید قندی می باشد.

۲-۲۵-۱۰- چند نمونه از فعالیت های ناسا در زمینه سیستم های فتوولتائیک:

- روشنایی خورشیدی



- پمپ آب
- سیستم های متصل به شبکه سراسری
- سیستم مستقل از شبکه برای تأمین برق مورد نیاز یک منطقه مسکونی

۲-۲۵-۱۱- انواع کلکتورهای بکاررفته در آبگرمکن های خورشیدی

- کلکتورهای نوع صفحه تخت (FPC – Flat Plate Collectors)
- کلکتورهای نوع جفت سهموی (Compound parabolic collectors)
- کلکتورهای لوله خلاء (ETCEvacuated tube collectors)

این کلکتورها اغلب بصورت ثابت در محل خود نصب می شوند و نیازی به دنبال کردن خورشید ندارند.

۲-۲۵-۱۲- نحوه قرارگیری و اجزای کلکتورهای FPC

این کلکتورها باید رو به خط استوا نصب شوند، بطوری که در نیم کره شمالی به سمت جنوب و در نیم کره شمالی به سمت شمال قرار گیرند. زاویه شیب مناسب برای این کلکتورها برابر با عرض جغرافیایی منطقه نصب است که بسته به نوع سیستم، این زاویه بین ۵ تا ۱۰ درجه افزایش یا کاهش می یابد.

۲-۲۵-۱۳- کلکتورهای صفحه تخت عموماً از قسمت های زیر تشکیل می شوند:

شیشه: یک یا چند صفحه شفاف شیشه ای یا از جنس مواد دیاترموس (عبور دهنده پرتو)

لوله ها، پره ها، کانال ها: برای هدایت و انتقال سیال عامل از ورودی به خروجی

صفحات جاذب: صفحه های تخت، موج دار، یا شیار داری که لوله ها، پره ها یا کانال هایی به آنها وصل شده اند یا اینکه ممکن است لوله ها بصورت یکپارچه و قسمتی از صفحات باشند.

هدرهای امانی فولدها: برای جمع آوری و تخلیه سیال

عایق: برای به حداقل رساندن افت حرارتی در اطراف صفحه جاذب

محفظه نگهدارنده: برای دربرگرفتن اجزای فوق الذکر به جهت حفاظت از آنها در مقابل گرد و خاک، رطوبت هوا و غیره.

۲-۲۵-۱۴- نحوه کار کرد آبگرمکن های خورشیدی

مهم ترین قسمت هر سیستم آبگرمکن خورشیدی یا (SWHSolar water heating) عبارتست از آرایه کلکتورهای آن که وظیفه جذب انرژی خورشیدی و تبدیل آن به حرارت رابه عهده دارند. حرارت دریافت شده از طریق سیال عامل (آب، مایع ضد یخ یا هوا) که از داخل کلکتور عبور میکند جذب میشود. این حرارت میتواند مستقیماً مورد استفاده قرار گیرد یا اینکه در یک منبع ذخیره حرارتی، برای استفاده های بعدی ذخیره شود. اجزاء مختلف سیستم های انرژی خورشیدی دائماً در معرض شرایط جوی هستند، لذا این قطعات باید بتوانند در مقابل یخ زدگی یا افزایش بیش از حد حرارت و هنگامی که تقاضا برای مصرف کم است بطور مناسب محافظت شوند.

در سیستمهای آبگرمکن خورشیدی، آب مصرفی یا بطور مستقیم با عبور از کلکتور گرم میشود (سیستم های گردش مستقیم) یا اینکه بطور غیر مستقیم و توسط یک مبدل حرارتی که خود در یک سیکل بسته توسط سیال داخل کلکتور گرم شده است، گرما میگیرد (سیستم گردش غیر مستقیم). سیال عامل نیز یابه صورت طبیعی (غیر فعال یا پسیو) جابجا میشود یا اینکه بصورت اجباری به گردش درمی آید (فعال یا اکتیو). گردش طبیعی سیال عامل بر اثر پدیده ترموسیفون بوجود می آید در حالی که برای گردش اجباری این سیال از یک پمپ استفاده میشود. غیر از سیستم های ترموسیفون و سیستم هایی که کلکتور و منبع ذخیره یکپارچه دارند، سایر سیستمهای گرمایش آب توسط ترموستات های تفاضلی کنترل می شوند.

پنج نوع از سیستم های خورشیدی می توانند برای گرم کردن آب مصرفی یا بهداشتی مورد استفاده قرار گیرند که عبارتند از: ترموسیفون، کلکتور- مخزن یکپارچه، گردش اجباری، غیر مستقیم و هوا. دو سیستم اول سیستم های غیر فعال (پسیو) نامیده میشوند، اما سه سیستم دیگر سیستم های فعال (اکتیو) هستند، چون یک پمپ یا فن برای گردش سیال عامل در آنها نصب می شود. برای جلوگیری از یخ زدگی کلکتور در سیستمهای مستقیم از گردش معکوس (recirculation) یا تخلیه (drain-down) و در سیستم های غیر مستقیم از تخلیه برگشتی (drain-back) استفاده میشود. تمامی این سیستم ها دارای مزایای اقتصادی خوبی هستند و بسته به نوع سوخت جایگزین، دوره بازگشت سرمایه برای آنها بین ۴ سال (برای الکتریسیته) و ۷ سال (برای دیزل) میباشد. البته دوره بازگشت سرمایه، در کشورهای مختلف بستگی به شاخص های اقتصادی، نظیر میزان تورم و قیمت انواع سوخت و غیره دارد. امروزه در دنیا به میزان بسیار زیادی از کلکتورهای خورشیدی برای آبگرمکن های خورشیدی استفاده می شود.



۲-۲۵-۱۵- نحوه عملکرد سیستم پمپ حرارتی خورشیدی

پمپ های حرارتی با استفاده از انرژی مکانیکی، انرژی حرارتی را از یک محل به یک منبع حرارتی منتقل می کنند. پمپهای حرارتی که بوسیله الکتریسیته راه اندازی می شوند در مقایسه با گرمکن های الکتریکی یا سوخت های گران قیمت دارای دو مزیت هستند: ضریب عملکرد (COP) این پمپ ها به اندازه ای بالاست که می توانند بازای هر کیلووات ساعت انرژی تغذیه شده به کمپرسور، ۱۱ تا ۱۵ مگاژول گرما بدهند که این امر موجب صرفه جویی در هزینه های تامین انرژی می شود.

پمپ های حرارتی آب به هوا، که از آب گرم شده توسط خورشید بعنوان منبع انرژی اوپراتور استفاده می کنند را میتوان بعنوان منابع کمکی گرمایی استفاده کرد. استفاده از آب مشکلات یخ زدگی را دارد که باید مدنظر قرار گیرد. سیستم های خورشیدی که از سیال مایع استفاده می کنند در دمایی کمتر از سیستم های متداول کاری کنند و از تجهیزات بیشتری برای هدایت گرما به ساختمان استفاده می کنند.

۲-۲۵-۱۶- گرمایش پسیو خورشیدی در ساختمان

برای گرمایش خورشیدی پسیو اقدام اولیه باید صورت گیرد:

- استفاده از شیشه در وجه جنوبی
 - استفاده از جرم حرارتی جهت جذب کردن، ذخیره سازی و انتشار گرما
- در اینجا ۳ رهیافت برای سیستم های پسیو وجود دارد:
- کسب مستقیم
 - کسب غیر مستقیم
 - ایزوله کردن

هدف همه سیستم های گرمایش خورشیدی ذخیره سازی گرما توسط مصالح ساختمانی و رهاسازی آن در زمان هایی است که تابش خورشید وجود ندارد. هنگامی که مصالح ساختمانی گرما را برای استفاده های بعدی ذخیره می نمایند گرمایش خورشیدی فضای مطلوبی را برای داخل خانه مهیامی نماید.

(۱) کسب مستقیم :

معمول ترین سیستم خورشیدی پسیو، کسب مستقیم نامیده می شود. کسب مستقیم مربوط به نور خورشید است که از پنجره ها وارد ساختمان می شود و فضای داخلی منزل را گرم می کند. طی ساعات

افتابی این گرمادرجرم های حرارتی سقف هایا دیوارهای داخلی باجنس آب، سنگ، بتون آجر ذخیره می شود. گرمای ذخیره شده درجرم حرارتی در طی ساعاتی که آفتاب غروب کرده است به درون منزل منتقل می شود. طراحی یک سیستم کسب مستقیم عبارت است ازحاسبه سطح پنجره ومیزان جرم حرارتی مورد نیاز جهت گرم کردن فضای منزل بطورکلی مساحت شیشه درکسب مستقیم بایدحداقل ۷ صدم مساحت سقف خانه باشد واز ۱۲ درصدآن تجاوز نکند. در کسب مستقیم شیشه های دوجداره نیز توصیه می شوند.

در این سیستم فضای منزل، یک کلکتورخورشیدی،جاذب گرماو سیستم توزیع می باشد. شیشه ضلع جنوبی انرژی خورشیدی رابه داخل خانه جائیکه جرم حرارتی ماننددیوارهاو کف بطور مستقیم وغیر مستقیم تحت تابش این نور قرارمی گیرند هدایت می کند. سیستم کسب مستقیم ۴۰-۷۵ درصدانرژی خورشیدی برخوردار کرده به پنجره رامصرف می کند. درسیستم کسب مستقیم دیوارهاو کف هابه عنوان جرم حرارتی بخش های عملیاتی خانه هستند. همچنین می توان بااستفاده از مخازن آب ،گرمارا ذخیره کرداگرچه استفاده از مجموعه مخازن آب در نقشه ساختمان دشوارمی باشد .

جرم حرارتی در اثر جذب گرما در طی روز گرم می شودودر شب گرمارا به فضای منزل هدایت می کنداکثر سیستمهای خورشیدی پسیوباعطف به جرم حرارتی یاموادى باظرفیت جذب وذخیره گرمای بالا(آجر، بتون،موزائیک،آب) کارمی کنند.جرم حرارتی رامی توان درنقشه ساختمان،درقسمتهای سقف،دیوارهای داخلی، شومینه یابالکن ها بکار برد.این سطوح نیازبه تابش مستقیم خورشید ندارنداما بایدرنگ آنها تیره باشد.میزان ذخیره سازی حرارت مواد مختلف وابسته به هدایت حرارتی، گرمای ویژه وچگالی آنها می باشد.اغلب باافزایش چگالی،رسانایی گرما نیزافزایش می یابد. نکات مهمی که در مورد سقف باید به آنها توجه کرد عبارتنداز:

نوع رنگ،رنگ. بتن،آجر،کاشی های شیشه ای و سرامیک تیره همچنین دیوارهای داخلی و شومینه جهت ذخیره سازی گرما به جرم بیشتری نیازدارند.از نقطه نظر انرژی بکار بردن چندین جرم حرارتی در منزل دشوار خواهد بودولی جرم حرارتی که جهت ذخیره سازی حرارت بکار می رود زیاد گران نیست.

قوانین کلی سیستم کسب مستقیم:

تحلیل یک ذخیره ساز گرمای خورشیدی که برای رسانش گرمابه منزل استفاده می شود.ضخامت مصالح جرم حرارتی از ۱۵.۲۴ سانتی مترتجاوز نکند.



کف هایی که بعنوان جرم حرارتی استفاده می شوند نباید توسط فرش های سرتاسری کاملاً پوشیده شده و تا حد ممکن کاملاً بدون کف پوش باشند. استفاده از رنگ تیره برای کفها، استفاده از رنگ روشن برای دیوارهای کم جرم و هررنگ دلخواه برای دیوارهایی که بعنوان جرم حرارتی استفاده می شوند. برای هر ۰.۰۹ مترمربع شیشه جنوبی، ۶۷.۹ کیلوگرم مصالح ساختمانی یا ۱۵.۱۲ لیتر آب به عنوان جرم حرارتی استفاده می شوند. حفره های بلوک های بتنی که بعنوان ذخیره ساز حرارتی استفاده می شوند با بتون پر شوند. استفاده از جرم حرارتی با ضخامت کم در فضای مسکونی با صرفه تراز جرم کلفت تر سطوح متمرکزکننده می باشد. مساحت سطوح جرمی بی حفاظ در معرض تابش باید ۹ برابر مساحت شیشه ها باشد. دمای خورشیدی بدون استفاده از جرم حرارتی در کسب مستقیم استفاده می شود. گرمایش خورشیدی پایه ترین تکنیک خورشیدی پسیو است که شامل افزایش تعداد پنجره ها در وجه جنوبی و جنس پنجره ها به عنوان جرم حرارتی که اغلب در منازل رعایت می شود می باشد. در خانه خورشیدی حدود ۲۵٪ پنجره ها رو به جنوب بوده و ۳٪ آن در سقف خانه ها قرار دارد. صرفه جویی انرژی در این روش کم بوده اما هزینه پایینی در بر دارد.

۲) کسب غیر مستقیم:

در یک سیستم کسب غیر مستقیم، جرم حرارتی بین فضای منزل و خورشید قرار گرفته پرتو خورشیدی که به آن می رسد را جذب می کند و از طریق رسانش به فضای منزل منتقل می کند. سیستم کسب غیر مستقیم ۳۰-۴۵ درصد از انرژی خورشیدی که به شیشه بعنوان جرم حرارتی می رسد مصرف می نماید.

انواع سیستم های کسب غیر مستقیم عبارتند از:

- سیستم دیوار انباشتگر حرارت (دیوارهای ترومب)
- سیستم حوضچه ای
- دیوار آبی

دیوار ترومب: در این سیستم، جرم حرارتی تقریباً پشت شیشه ضلع جنوبی قرارداد می شود. شکل ۲ دریاچه هایی در بالا و پایین دیوار ترومب وجود دارند که به گرما اجازه جریان یافتن از این دیوار و شیشه به داخل منزل را می دهند. شبها وقتی که دریاچه ها بسته شوند تابش حرارت از دیوار، فضای منزل را گرم می نماید. این دیوار تکنیکی برای گرفتن گرمای خورشید بوده و توسط مهندس فرانسوی فلیکس ترومب ساخته شد. قسمتی از دیوار جنوبی که از مواد جرم حرارتی مثل بتن ساخته شده اند را با شیشه ای که در فاصله ۰.۰۵ متر از سطح واقع شده است می پوشانند. نور خورشید وارد شده و گرماتوسط

شیشه محبوس می شود و به دیوار در جذب آن کمک می کند. سپس گرما به داخل خانه در ساعات شبانه و غروب تابیده می شود. دیوارهای ترومب نیازی به تهویه ندارند زیرا هدف گردش هوای گرم بوده و گرفتن گرما از طریق تابش از دیوار می باشد.

دیوار ذخیره ساز حرارت باید جامد باشد و هیچ دریچه یا منفذ بازی به بیرون یا فضای منزل نداشته باشد. در تابستان دیوار ترومب بازده بهتری نسبت به روش کسب مستقیم دارد. دیوارهای ترومب با پنجره های روش کسب مستقیم در همان دیوار ترکیب می شوند. شیشه های دو جداره نیز برای ذخیره حرارت توصیه می شوند بین شیشه و جرم حرارتی ۷.۶۲-۲.۵۴ سانتی متر فاصله باید باشد.

سیستم های حوضچه آبی :

در بام های مسطح ۰.۳-۰.۱۵ متر آب ذخیره می شود. این سیستم بهترین سیستم سرمایه گذاری برای مناطق بارطوبت کم می باشد، ولی برای مناطق مرطوب آب باید در مخازن فایبرگلاس یا پلاستیکی بزرگ قرار گیرد که توسط شیشه پوشیده شده و فضای زیر آن توسط تابش گرم می شود.

دیوار آبی: آب در مخازن صلبی نگهداری می شود. ظرفیت ذخیره گرمای آب دو برابر بیشتر از جرم حرارتی می باشد. بنابراین به نسبت حجم کمتر از جرم حرارتی نیاز می باشد. حداقل ۱۳.۲۳ لیتر آب به ازای هر فوت مربع شیشه در مخزن ریخته می شود. حتی یک لوله داغ داخل دیوار یا یک استخر نیز بعنوان جرم ذخیره ساز حرارت استفاده می شود.

قوانین کلی سیستم کسب غیر مستقیم برای دیوارهای ترومب:

دیوار جرمی رو به خورشید بوده و تیره رنگ باشد .

حداقل فاصله ۰.۱ متر بین دیوار جرم حرارتی و شیشه وجود داشته باشد.

دریچه هایی که در دیوار جرم حرارتی استفاده می شوند، باید هنگام شب بسته باشند .

اگر عایق متحرک شبانه در سیستم دیوار حرارتی استفاده شود، مساحت دیوار جرم حرارتی حدود ۱۵٪

کاهش می یابد .



اگر جنس دیوار حرارتی آجری باشد ضخامت تقریبی آن ۰.۲۵-۰.۳۵ متر برای بتن ۰.۳-۰.۴۵ متر برای خشت خام و سایر مصالح ۰.۲-۰.۳ متر و برای آب حداقل ۰.۱۵ متر باید باشد.

۳) ایزوله کردن خانه :

یک سیستم ایزوله مجموعه بخش هایی جدای از قسمت اصلی خانه دارد، مثل یک اتاق خورشیدی و یک مدارمنتقل کننده حرارت از کلکتور به سیستم انباشتگرخانه و از نقاط تمایز این سیستم با سایر سیستم ها عایق نمودن منزل مسکونی می باشد. سیستم ایزوله ۳۰-۱۵ درصد از نور خورشید که به شیشه جهت گرمایش فضای منزل می رسد را استفاده می کند و همچنین انرژی خورشیدی را در اتاق های خورشیدی حفظ می نماید. ظاهراً اتاق های خورشیدی یا گلخانه های خورشیدی ترکیبی از سیستم های کسب مستقیم و غیر مستقیم می باشند. نور خورشیدی ورودی به اتاق خورشیدی در جرم حرارتی ذخیره می شود. نور خورشید توسط رسانش از دیوار جرمی مشترک بین منزل و گلخانه به داخل منزل منتقل می شود.



۲-۲۵-۱۷) انواع روشهای سرمایه‌گذاری پسیو

تکنیهای سرمایه‌گذاری طبیعی باعث میشوند بدون استفاده از هرگونه انرژی در تابستان، خانه خنک بماند. سایه از جمله موارد کاربردی و مهم در خانه های خورشیدی پسیو میباشند زیرا همین ساختار در زمستان نور خورشید را جمع آوری می کند. جرم حرارتی و مصالح ساختمانی به همان خوبی که در گرمایش کاربرد دارند در سرمایه‌گذاری نیز مؤثرند. در زمستان گرما را ذخیره می کنند و در تابستان جهت خنک سازی منزل استفاده می شوند همچنین بکار بردن پنجره هایی که در تابستان با ایجاد سایه گرمای کمتری به خانه منتقل می کنند.

پنجره های مناسب جهت تهویه:

یک استراتژی اولیه برای سرمایه‌گذاری ساختمان ها بدون بکار بردن قطعات مکانیکی در آب و هوای گرم بکار بردن تهویه طبیعی می باشد. نسیم های رایج تابستانی با شیشه های بزرگ دیوار جنوبی که برای گرمایش پسیو بکار می روند هماهنگی دارد و به پیرواستراتژی های زیر امکان استفاده از تهویه و در نتیجه خورشیدی را بطور مؤثری کارامی سازند. وضعیت پنجره ها باید به گونه ای باشد که بهترین جریان هوا بوجود آمده و پنجره های باحفاظ (سایبان دار) بطور کامل باز شود. این پنجره بهترین محافظ در برابر باران بوده



وبهتر از پنجره های دولنگه (لولایی) عمل می کنند. اگر اتاقی فقط در یک وجه پنجره دارمی توان بجای یک پنجره ازدو پنجره پهن استفاده نمود.

کنسول بام:

کنسول های ثابت نه گران هستند و نه نیازی به اپریشن دارند. فقط در طراحی آنها باید دقت کرد به گونه ای که در تابستان برای خارج کردن گرما و در زمستان برای حفظ گرما در داخل منزل عمل کنند ترکیب هوشیارانه ایی از کنسول های باندازه مشخص در پنجره های جنوبی و سایه آن روی سایر پنجره ها راه حل مؤثری می باشد. در سانتافی یک کنسول ایده آل برای پنجره با بلندی ۱.۲ متر، ۴۵.۷۲ سانتی متری باشد البته اگر بالای کنسول ۳۳ سانتی متر بیشتر از بالای پنجره باشد.

سایه بان:

وسایل ایجاد کننده سایه قبل از اینکه نور خورشید به ساختمان برسد آنها را متوقف می کنند این وسایل عبارتند از سایبان، صفحات خورشیدی، پرده های غلطان دیافراگم مخصوص پشت پنجره و بادگیر عمودی. این وسایل قابل کنترل بوده و توسط صاحب خانه بر حسب نیاز تنظیم می شوند استفاده از پرده در منزل کم هزینه و مفید می باشد راه دیگر ایجاد سایه استفاده از یک ایوان یا دالان در قسمت های شرقی یا غربی ساختمان می باشد.

دیوارهای مؤثر بر هوا (بالدار):

دیوارهای بالدار در معرض جریان باد قرار دارند و سرعت باد طبیعی را طی اختلاف فشار بوجود آمده توسط این دیوارها زیاد می کند.

۲-۲۵-۱۸- نحوه عملکرد خشک کن های خورشیدی

روشهای مختلف خشک کردن خورشیدی مواد غذایی عبارتند از:

خشک کردن با جریان هوای گرم:



در این روش مواد غذایی در تماس مستقیم با جریان هوای گرم قرار می گیرند و رطوبت موجود در غذا توسط جریان هوا از آن خارج می شود.

خشک کردن با سطوح گرم:

در این حالت رطوبت موجود در مواد غذایی از طریق سطوح گرم، گرفته می شود.

۲-۲۵-۱۹- انواع آب شیرین کن های خورشیدی ظرفیت پایین

- آب شیرین کن یک مرحله ایی (حوضچه ایی یا کف پله ایی)
- آب شیرین کن یک فتیله ایی
- دستگاه تقطیر خورشیدی از نوع ریزشی
- آب شیرین کن خورشیدی از نوع دودکشی
- آب شیرین کن خورشیدی از نوع پیشانی گرم
- آب شیرین کن ۳ اثره
- آب شیرین کن خورشیدی دولنگه

۲-۲۵-۲۰- انواع آب شیرین کن های خورشیدی.

در ساده ترین روش آب شیرین کنی، هنگامی که حرارت دریافت شده از خورشید با درجه حرارت کم روی آب شور اثر می کند، آب تبخیر شده و املاح و نمک هاباقی می مانند.

سپس با استفاده از روشهای مختلف می توان آب تبخیر شده را تقطیر کرده و به این ترتیب آب شیرین تولید نمود. البته روشهای مختلفی برای تقطیر آب وجود دارد که همگی آنها به حرارت احتیاج دارند. لازم به توضیح است که تنها تفاوت یک آب شیرین کن خورشیدی با آب شیرین کنهای دیگر در نوع حرارت دهی، به سیستم آب شیرین کن می باشد و در بقیه سیستم روند کار کاملاً مشابه می باشد. با این روش می توان آب شیرین بهداشتی مورد نیاز در نقاطی که به آب بهداشتی دسترسی ندارند، مانند جزایر و نقاط دور افتاده، را تأمین کرد.



برای تأمین حرارت در آب شیرین کن های غیر خانگی از دو نوع کلکتور خورشیدی برای گرمایش آب استفاده میشود، که عبارتند از:

- کلکتورهای خورشید حرارت بالا (سهموی ولوله خلاء ها).
- کلکتورهای حرارت پایین (نوع صفحه ای تخت).

آب شیرین کنها در دو سایز صنعتی و خانگی ساخته می شوند. در نوع صنعتی با حجم بالا می توان آب شیرین بهداشتی مصرفی شهرها را تأمین کرد.

۲-۲۵-۲۱- عملکرد اجاق خورشیدی

کشورهای در حال توسعه که از شبکه برق پیشرفته ای برخوردار نیستند، برای پختن غذا از گرمایش خورشیدی پسیواستفاده می شود. اجاق های خورشیدی در دو نوع رایج شلجمی و جعبه ای ساخته شده است. نوع شلجمی آن به صورت یک بشقاب سهموی می باشد که برای پختن غذا بوسیله آن باید ماده غذایی مورد نظر را در کانون این بشقاب قرار دهیم. کیت آموزشی از این اجاق در سال ۱۳۸۲ در دفتر انرژی خورشیدی سازمان انرژیهای نو ایران، در گروه کاربردهای غیر نیروگاهی، ساخته شد و جهت آموزش در اختیار مدارس و آموزشگاهها قرار گرفت. اجاق خورشیدی نوع جعبه ای اولین بار توسط شخصی بنام نیکلاس ساخته شد. این اجاق بسیار ساده بوده و از یک جعبه عایق کاری شده بایک درب شیشه ای تشکیل شده بود. در نوع از اجاق های خورشیدی، گرمای حاصل از نور متمرکز شده خورشید در داخل جعبه به دام افتاده و می تواند غذای قرار داده شده در جعبه را گرم کرده و یا آنرا بپزد.

۲-۲۵-۲۲- عملکرد کوره خورشیدی

نوتورا در اوایل قرن ۱۸، اولین کوره خورشیدی را در فرانسه ساخت و بوسیله آن یک تل چوب را در فاصله ۶۰ متری آتش زد. بسمر، پدر فولاد جهان نیز حرارت مورد نیاز در کوره خود را از انرژی خورشیدی تأمین می کرد. متداولترین سیستم یک کوره خورشیدی، متشکل از دو آینه، یکی تخت و دیگری کروی می باشد. نور خورشید به آینه تخت رسیده و توسط این آینه به آینه کروی بازتابیده می شود. طبق قوانین اپتیک، هرگاه دسته پرتوی موازی محور آینه با آن برخورد نماید، در محل کانون، متمرکز می شوند و به این ترتیب انرژی حرارتی گسترده خورشید در یک نقطه جمع می شود، که این نقطه به دماهای بالایی می رسد. امروزه پروژه های متعددی در زمینه کوره های خورشیدی در سراسر جهان در حال طراحی و اجراء می باشد.

۲-۲۵-۲۳ - سیستم گرمایش با سیال عامل

یک سیستم گرمایش خورشیدی از هوابعنوان سیال عامل استفاده کرده و سیستم ذخیره حرارتی آن از نوع بستر شنی میباشد. یک گرمکن کمکی نیز در این سیستم تعبیه شده است که با تغییر وضعیت دریچه های تنظیم کننده میتواند حالات کارکردی مختلفی برای سیستم ایجاد کرد. در اغلب سیستم های هوایی، عملاً امکان اضافه کردن و برداشت همزمان از منبع ذخیره حرارتی وجود ندارد. گرمکن کمکی نیز میتواند گرمای ارسالی از سوی کلکتورها یا منبع ذخیره را گرم تر کرده و برای مصرف به ساختمان ارسال کند. دمنده ها، کنترلرها، نحوه تأمین آب گرم و جزئیات بیشتری از دریچه های تنظیم هوا قابل مشاهده است.

معمولاً کلکتورهای هوایی که در گرمایش هوا مورد استفاده قرار میگیرند با نسبت جریان ثابت کار می کنند، بنابراین دمای خروجی آنها در طول روز تغییر می کند. البته میتوان میزان دمای خروجی را ثابت نگه داشت و بدین ترتیب شدت جریان هوا در طول روز متغیر خواهد بود. اما این امر میتواند موجب کاهش جریان هوا در کلکتورها شود و بدین ترتیب، هنگام کاهش شدت جریان هوا بازده کلکتور کاهش می یابد.



www.WikiPower.ir

۲-۲۵-۲۴ - نحوه عملکرد کلکتور لوله خلاء

انواع متعارف کلکتورهای صفحه تخت برای استفاده در مناطق گرم و آفتاب خیز توسعه یافته اند و مورد استفاده قرار می گیرند. کارایی این نوع کلکتورها در شرایط نامساعد جوی، روزهای سرد، ابری و طوفانی به شدت کاهش می یابد. علاوه بر آن، شرایط آب و هوایی منطقه نظیر فشار هوا و میزان رطوبت موجب تسریع در فرسودگی اجزاء داخلی این گونه کلکتورها و در نهایت موجب کاهش بازده و خرابی سیستم نیز میشود. کارکرد کلکتورهای لوله خلاء متفاوت از سایر کلکتورهای لوله خلاء است. این کلکتورها همانطور که در شکل ۵ نشان داده شده است، عبارتند از یک لوله گرمایی (Heat pipe) که درون یک لوله خلاء شیشه ای قرار گرفته است.

کلکتورهای لوله خلاء نشان دادند که ترکیب یک سطح جاذب انتخابی مناسب و قرار دادن آن در شرایطی که اتلاف حرارتی ناشی از جابجایی وجود نداشته باشد، میتواند در دماهای بالا بازده خوبی داشته

باشد. محفظه خلاء موجب کاهش افت حرارت هدایت و همرفتی شده و موجب میشود که این کلکتور هادر دماهای بالاتری نسبت به کلکتورهای صفحه تخت کار کنند. این نوع کلکتورها همانند FPC ها قادرند که تابش مستقیم و غیر مستقیم خورشید را جذب کنند. هرچند که این نوع کلکتورها در زاویه های تابش کمتر نیز راندمان بهتری نسبت به FPC ها دارند. این مزیت موجب میشود که ETC هادر طول روز هم بازده کلی بالاتری نسبت به FPC ها داشته باشند.

کلکتورهای لوله خلاء با بهره بردن از تغییر فاز مایع- بخار مواد، موجب انتقال حرارت باراندمان بالا میشوند. این کلکتورها برای انتقال حرارت، از مزیت های لوله خلاء (یک رسانای حرارتی راندمان بالا) که درون لوله خلاء قرار میگیرد استفاده می برند. لوله گرمایی که جنس آن از مس است، به یک پره (fin) تیره رنگ (سطح جاذب) که داخل لوله خلاء جاسازی شده است، وصل میشود. در انتهای هر کدام از لوله های یک قسمت فلزی جود دارد که به لوله گرمایی وصل شده است (کندانسور لوله گرمایی). لوله گرمایی، دربرگیرنده مقدار اندکی مایع (مثلاً متانول) است که تحت شرایط سیکل تبخیر- میعان قرار دارد. در این سیکل، گرمای جذب شده از خورشید موجب تبخیر سیال شده و این بخار به سمت محفظه حرارتی منتقل شده و با از دست دادن گرمای نهان مجدداً به مایع تبدیل میشود. مایع کندانس شده مجدداً به قسمت پایین برگشته و با جذب حرارت این سیکل ادامه می یابد. هنگامی که لوله ها نصب می شوند، نوک های فلزی به سمت بالا قرار گرفته و داخل یک مبدل حرارتی (مانیفولد) قرار می گیرند. آب یا گلیکول در این منیفولد جریان دارد و گرمای ایجاد شده در این لوله ها را جذب می کند. این سیال گرم از طریق مبدل حرارتی دیگری گرمای خود را به آب مصرفی یا منبع ذخیره حرارت منتقل میکند.

در خارج از محدوده حرارتی تغییر فاز سیال درون لوله حرارتی، تبخیر و چگالش امکان پذیر نیست و به مین دلیل این نوع کلکتورهای خورشیدی بطور ذاتی مشکلات یخ زدگی و افزایش بیش از حد دما (overheat) را ندارند. کنترل خودکار محدوده درجه حرارت مزیتی منحصر به فرد برای کلکتورهای خورشیدی نوع لوله خلاء است.

مبنای ساخت کلکتورهای لوله خلاء قرار دادن یک لوله گرمایی درون یک لوله خلاء میباشد. طرح های متنوعی برای سطوح جاذب بکار رفته در این کلکتورها در بازار موجود میباشد. نوعی از لوله های خلاء به همراه بازتاب دهنده های CPC نیز بصورت تجاری توسط سازندگان مختلف تولید شده اند. اخیراً یک نوع کلکتور لوله خلاء ساخته شده است که تماماً از جنس شیشه میباشد و این کار اقدامی مهم در جهت کاهش قیمت و افزایش عمر این سیستم ها محسوب می شود. نوع دیگری از این کلکتورها بصورت لوله های دوجداره (Dewar) ساخته شده است که فضای بین دو لوله خلاء است (vacuum jacket). مزیت این طرح

این است که تماماً از شیشه ساخته می شود و نیازی نیست که برای خارج کردن حرارت از داخل محفظه شیشه ای، آنرا سوراخ کنیم و به همین دلیل میزان خلاء بر اثر نشتی کاهش نمی یابد، ضمن اینکه این طرح از نوع تک محفظه ای ارزان تر هم هست. ویژگی های نمونه ای از ETC در جدول شماره ۳ آورده شده است.

اخیراً طرح دیگری نیز توسعه یافته است که بایک نوع CPC مجتمع شده است و ICPC خوانده می شود. این طرح یک ETC است که قسمت زیرین لوله شیشه ای بوسیله یک ماده بازتاب دهنده پوشیده شده است. این کلکتور از محفظه خلاء و بخش تمرکز دهنده ثابتی که هر دو یکپارچه می باشد تشکیل شده است. در طرح دیگری نوعی ICPC ساخته شده است که خورشید را دنبال می کند و برای استفاده در کاربردهای دمابالا مفید است.

۲-۲۵-۲۵- روشنایی ساختمان با استفاده از خورشید

این کاربرد به معنی استفاده از نور خورشید برای روشن کردن داخل ساختمان است. در این کاربرد، پنجره های وجه جنوبی، پنجره های سقفی و پنجره های نورگیر بام (یک ردیف پنجره که نزدیک به پشت بام نصب می شود)، می توانند نور را به درون اتاق های رو به شمال ساختمان برسانند. در طبقاتی که فاقد دیوارهای داخلی جداکننده می باشند، نور به سراسر ساختمان می رسد. در ساختمانهای تجاری و اقتصادی این کاربرد می تواند موجب صرفه جویی قابل توجهی در صورت حسابها و هزینه های برق شود. تنها استفاده روشنایی خورشیدی، تأمین روشنایی با کیفیت بالاتر نمی باشد، بلکه بر راندمان کاری نیروی انسانی و سلامتی نیز موثر می باشد. لازم بذکر است که استفاده از این سیستم در مدارس، می تواند در ارتقاء سطح علمی و سلامتی دانش آموزان مؤثر باشد.

۲-۲۵-۲۶- فواید طرح های پسیو خورشیدی

- بازده بالای انرژی ، صورت حساب های کم تر در طی سال
- سرمایه گذاری، بدون وابستگی به افزایش هزینه های سوخت، پس انداز مالی طولانی مدت بعد از بازگشت هزینه اولیه
- رضایت صاحب خانه، ارزش بالای فروش مجدد
- محیط زندگی جذاب، پنجره های بزرگ و چشم اندازهای طبیعی فراوان، آفتاب موجود در خانه
- بادوام بوده، محافظت کم و هزینه عملیات و تعمیر پائینی دارد

- تامین کننده آسایش، بدون هرگونه سروصدا، در زمستان گرم، در تابستان خنک

۲-۲۵-۲۷ عوامل مهم در اندمان آب شیرین کن های ظرفیت پایین تک حوضچه ای

خروجی آب شیرین کن خورشیدی به شدت و میزان تابش خورشیدی وابسته است. میزان آب شیرین خروجی با میزان تابش خورشید بطور خطی تغییر می کند. اگر دمای محیط افزایش یابد یا سرعت باد کاهش یابد، اتلاف گرما از آب شیرین کن خورشیدی کاهش می یابد. به ازای هر ۱۰ درجه سانتیگراد افزایش دمای محیط، خروجی حدود ۱۰٪ افزایش می یابد. عمق آب در حوضچه هم در میزان بازده مؤثر است. در عمق کمتر ظرفیت حرارتی کاهش می یابد. افزایش دمای آب، راندمان را افزایش می دهد. همچنین عایق کردن و افزایش دمای آب، اتلاف حرارت از پایین دستگاه را افزایش می دهد. مشاهده می شود که اگر عمق آب از ۱.۲ سانتی متر به ۳۰ سانتی متر افزایش یابد، خروجی آب شیرین کن به اندازه ۳۰٪ کاهش می یابد. افزایش تعداد پوشش های شفاف در آب شیرین کن، خروجی آب شیرین کن را افزایش نمی دهد. هرچه زاویه قرار گیری پوشش کمتر شود خروجی افزایش می یابد ولی حداقل این زاویه ۱۰ درجه پیشنهاد می شود. ماکزیمم بازده یک آب شیرین کن تک حوضچه ای حدود ۶۰٪ است. آب شیرین کن باید در جهت شرق - غرب نصب شود.



www.WikiPower.ir

۲-۲۶-۳۶.۴۵MA مشخصات ماژول خورشیدی

ماژول های خورشیدی مورد استفاده در این مطالعه، از محصولات شرکت تولید فیبر نوری و برق خورشیدی ایران، مدل 36.45 MA است که مشخصات الکتریکی آن در شرایط استاندارد (شدت تابش نور ۱ کیلو وات بر متر مربع و دمای ۲۵ رجه سانتیگراد) مطابق جدول (2-3) می باشد.

جدول ۲-۳ : مشخصات ماژول خورشیدی 36.45MA



توان نامی	۴۵ وات
ولتاژ مدار باز	۲۰/۵ ولت
ولتاژ در نقطه حداکثر توان	۱۶/۷ ولت
جریان اتصال کوتاه	۲/۹۶ آمپر
جریان در نقطه حداکثر توان	۲/۷۴ آمپر

۲-۲۶-۱- نحوه انتخاب سایت های خورشیدی جهت نصب پنل های فتوولتائیک

سایت ها باید بامعيارهای لازم فیزیکی همخوانی داشته باشند، از جمله اینکه جهت آنها روبه جنوب باشد، به خوبی در معرض آفتاب قرار داشته باشند (آفتاب گیر باشند) و فضای لازم و همچنین ساختار مناسبی برای نصب پنل های فتوولتائیک داشته باشند.

۲-۲۶-۲- آیا سیستمهای فتوولتائیک بطور مداوم الکتریسیته تولید می کنند؟

تولید برق بوسیله سیستم های PV به فصول بستگی ندارد، اما در طول شبانه روز از ساعات اولیه صبح تا غروب می توانند برق تولید کنند. پیک تولید آنها در ساعات ظهر می باشد.

واحدهای فتوولتائیک در صورت ابری بودن هوا نیز می توانند برق تولید کنند، هر چند خروجی آنها کاهش می یابد. در یک روز بسیار ابری کم نور، یک سیستم فتوولتائیک ممکن است ۵ تا ۱۰ درصد نور خورشید در روزهای عادی را دریافت دارد، به طبع خروجی آن نیز به همان میزان کم خواهد شد.

پنل های خورشیدی در دمای پایین تر، برق بیشتری تولید می کنند. این تجهیزات همچون سایر دستگاه های الکتریکی در صورتی که هوا خنک باشد، بهتر کار می کنند. البته سیستم های PV در روزهای زمستانی کمتر از روزهای تابستانی انرژی تولید می کنند که علت آن نه برودت هوا، بلکه کاهش ساعات روز و پایین تر بودن زاویه تابش خورشید است.



۲-۲۷- بادبان خورشیدی

یک بادبان خورشیدی یک آیینه بسیار بزرگ است که نور خورشید را بازتاب می‌کند. اگر فوتون های نور خورشید را مانند توپی هایی فرض کنیم که به سطح بادبان برخورد می کند طبیعتاً بازتابش نور خورشید از روی بادبان توپ ها هم بازتاب می یابند و بادبان را با انتقال اندازه ی حرکت خود به جلومی رانند چون در نور خورشید فوتون های بسیاری وجود دارد این فوتون هادائماً به بادبان برخورد می کنند این برخورد دائمی یک فشار پایاروی بادبان اعمال می کند. این فشار یک شتاب پایا (یا یک نیروی پیشران ثابت) را برای فضاییما راهم خواهد کرد. گرچه نیروی پیشران حاصل از یک بادبان خورشیدی از نیروی پیشران های شیمیایی متداول مانند موتور شاتل فضایی کمتر است ولی فضاییمای بادبان خورشیدی به صورت پایاشتاب خواهد گرفت و با گذشت زمان سرعت بسیار بیشتری کسب خواهد کرد. بادبان های خورشیدی توانایی رانش در منظومه شمسی و حتی ستاره های دور دست تر بدون نیاز به پیشران های شیمیایی موشکی بزرگ را فراهم میاورند و در ساختار آنها به مقادیر بسیار زیاد پیشران (سوخت و اکسید کننده) نیازی نخواهد بود.



شکل ۲-۵۱: یک بادبان خورشیدی

۲-۲۷-۱ اجزای بادبان خورشیدی

بادبانهای خورشیدی از پلاستیک های نازک بادوام مانند کاپتون یا میلار باروکش های فلزی ساخته شده اند. یک بادبان خورشیدی باید ویژگی های زیر را داشته باشد:



1) مساحت بزرگ یعنی تاحدامکان باید نورخورشیدبیشتری فراهم شود پس هرچه سطح بزرگتر باشد نیروی بیشتری ازخورشیدگردآوری میشود.

2) سبک وزن بودن: بادبان باید نازک باشد و جرم کمینه داشته باشد. چون هرچه جرم بیشتری داشته باشد شتاب کمتری خواهد بود.

3) بادوام و مقاوم در برابر دما: یک بادبان خورشیدی باید در برابر تغییرات دمای ذرات باردار و ریز شهاب سنگ های فضایی مقاوم باشد. بادبان های خورشیدی عمدتاً بر سه گونه اند:

1) بادبانهای چهارگوش که نیازمند تیر برای پشتیبانی و نگه داشتن بادبان است.

2) بادبان هلیوجایرو که مانند یک بالگرد دارای تیغه است در این حالت بادبان باید برای پایداری چرخش کند.

3) بادبان گرد که در آن بارانش مرکز جرم نسبت به مرکز فشار کنترل می شود .

۲-۲۷-۲- سفر فضایی بابه کار گیری از نور خورشید

رانش یک فضاپیما ی بادبان خورشیدی نیازمند متعادل کردن دو عامل است : یکی راستای بادبان خورشیدی نسبت به خورشید و دیگری سرعت چرخشی فضاپیما.

با تغییر زاویه یادبان نسبت به خورشید راستای نیروی اعمال شده از نور خورشید تغییر خواهد کرد. وقتی که فضاپیما در مدار زمین یا خورشید است در یک مسیر دایره ای یا بیضوی با یک مسافت و سرعت معین حرکت میکند برای رفتن به مدار بالاتر و حرکت به سمت دورتری نسبت به مکان رهایی بادبان خورشیدی نسبت به خورشید زاویه می گیرد به گونه ای که فشار حاصل از نور خورشید در راستای مدار مورد نظر باشد .



شکل ۲-۵۲: سفر فضایی بابه کار گیری ازنور خورشید

نیرو فضاییما را شتاب خواهد داد سرعت گردش آن را افزایش داده فضاییما را به مدار بالاتر خواهد برد. در مقابل اگر بخواهیم فضاییما را به مدار پایین تر ببریم بادبان خورشیدی نسبت به خورشید زاویه می گیرد به صورتی که فشار حاصل ازنور خورشید در خلاف راستای حرکت مداری باشد. نیروی حاصل از این فشار شتاب فضاییما را کاهش می دهد سرعت گردش آن کمتری شود و فضاییما به مدار پایین تر منتقل شد. فشار نور خورشید با کاهش مربع فاصله از خورشید کاهش می یابد. بنابراین با نزدیک شدن به خورشید نور آن فشار بیشتری به فضاییما اعمال می کند. ممکن است بادبان های خورشیدی آینده بابه کار گیری این ویژگی نخست به مداری بیافتند که به خورشید نزدیک تر باشد و با فشار بیش تر در نتیجه شتاب بیشتر مأموریت خود را آغاز کنند .

۲-۲۸- دودکش خورشیدی

اساساً اگر بخواهید انرژیهای تجدید پذیر از کاربرد وسیعی برخوردار شوند باید که تکنولوژیهای آرایه شده ساده و قابل اعتماد بوده و برای کشورهای کمتر توسعه یافته نیز مشکلات فنی به همراه نداشته باشد و بتوان از منابع محدود مواد خام آنها نیز استفاده کرد. در مرحله بعدی نیز باید به آب زیاد نیاز نداشته باشد. در همین جا باید گفت که تکنولوژی دودکش دارای این شرایط است. بررسیهای اقتصادی نشان داده

است که اگر این نیروگاهها در مقیاس بزرگ (بزرگتر یا مساوی ۱۰۰ مگاوات) ساخته شوند، قیمت برق تولیدی آنها قابل مقایسه با برق نیروگاههای متداول است. این موضوع کافی است که بتوان انرژی خورشیدی را در مقیاس های بزرگ نیز به خدمت گرفت. بر این اساس می توان انتظار داشت که دودکش های خورشیدی بتوانند در زمینه تولید برق برای مناطق پرآفتاب نقش مهمی را ایفا کنند. باید توجه داشت که تکنولوژی دودکش خورشیدی در واقع از سه عنصر اصلی تشکیل شده است که اولی جمع کننده هوا و عنصر بعدی برج یا همان دودکش و قسمت آخر نیز توربین های باد آن است و همه عناصر آن برای قرن ها است که بصورت شناخته شده درآمده اند و ترکیب آنها نیز برای تولید برق در سال ۱۹۳۱ توسط گونتر مورد بحث قرار گرفته است. در ال ۸۴-۱۹۸۳ نیز نتایج آزمایشات و بحثهای نمونه ای از دودکش خورشیدی که در منطقه مانزانارس در کشور اسپانیا ساخته شده بود، ارائه شد. در سال ۱۹۹۰ شلایش و همکاران در مورد قابل تعمیم بودن نتایج بدست آمده از این نمونه دودکش بحثی را ارائه کردند. در سال ۱۹۹۵ شلایش مجدداً این بحث را مورد بازبینی قرار داد. در ادامه در سال ۱۹۹۷ کریتز طرحی را برای قرار دادن کیسه های پراز آب در زیر سقف جمع آوری کننده حرارت ارائه کرد تا از این طریق انرژی حرارتی ذخیره سازی شود.

گانون و همکاران در سال ۲۰۰۰ یک تجزیه و تحلیل برای سیکل ترمودینامیکی ارائه کردند و علاوه بر سال ۲۰۰۳ نیز مشخصات توربین را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. در همین سال روپریت و همکاران نتایج حاصل از محاسبات دینامیک سیالاتی و نیز طراحی توربین برای یک دوربین خورشیدی ۲۰۰ مگاواتی را منتشر ساختند. در سال ۲۰۰۳ دوز سانتوز و همکاران تحلیلهای حرارتی و فنی حاصل از محاسبات حل شده به کمک کامپیوتر را ارائه کردند در حال حاضر در استرالیا طرح نیروگاه دودکش خورشیدی با ظرفیت ۲۰۰ مگاوات در مرحله طراحی و اجرا است. باید گفت که استرالیا مکان مناسبی برای این فناوری است چون شدت تابش خورشید در این کشور زیاد است. در ثانی زمینهای صاف و بدون پستی و بلندی در آن زیاد است و دیگر اینکه تقاضا برای برق از رشد بالایی برخوردار است و نهایتاً اینکه دولت این کشور خود را به افزایش استفاده از انرژیهای تجدید پذیر ملزم کرده است و از این رو به ۹۵۰۰ گیگاوات ساعت برق در سال از نابع تجدید پذیر جدید نیاز دارد.

۲-۲۸-۱- اصول کار :

هوادر زیر یک سقف شفاف که تشعشع خورشیدی را عبور می دهد، گرم می شود. باید توجه داشت که وجود این سقف و زمین زیر آن بعنوان یک کلکتور یا جمع کننده خورشیدی عمل می کند. در وسط این سقف شفاف یک دودکش یا برج عمودی وجود دارد که هوای زیادی از پایین آن وارد می شود. باید محل

اتصال سقف شفاف و این برج به صورتی باشد که منفذی نداشته باشد و اصطلاحاً «هوا بند» شده باشد. بر همگان روشن است که هوای گرم چون سبکتر از هوای سرد است به سمت بالای برج حرکت می‌کند. این حرکت باعث ایجاد مکش در پایین برج می‌شود تا هوای گرم بیشتری را به درون بکشد و هوای سرد پیرامونی به زیر سقف شفاف وارد شود. برای اینکه بتوان این فناوری را بصورت ۲۴ ساعته مورد استفاده قرارداد می‌توان از لوله‌ها یا کیسه‌های پر شده از آب در زیر سقف استفاده کرد. این موضوع بسیار ساده انجام می‌شود یعنی در طول روز آب حرارت را جذب کرده و گرم می‌شود و در طول شب این حرارت را آزاد می‌کند. قابل ذکر است که باید این لوله‌ها را فقط برای یکبار با آب پر کرده و به آب اضافی نیازی نیست. بنابراین اساس کار بدین صورت است که تشعشع خورشیدی در این برج باعث ایجاد یک مکش به سمت بالا می‌شود که انرژی حاصل از این مکش توسط چند مرحله توربین تعبیه شده در برج به انرژی مکانیکی تبدیل شده و سپس به برق تبدیل می‌شود.

۲-۲۸-۲- توان خروجی

به زبان ساده می‌توان توان خروجی برجهای خورشیدی را بصورت حاصل ضرب انرژی خورشیدی ورودی (Qsolar) در راندمان مربوط به جمع‌کننده، برج و توربین بیان کرد. در ادامه سعی می‌شود پارامترهای قابل محاسبه مشخص شوند و در این راستا باید گفت که Qsolar را می‌توان بصورت حاصل ضرب تشعشع افقی (Gh) در مساحت کلکتور (Acol) در داخل برج جریان گرمایی ناشی از کلکتور به انرژی سینتیک (بصورت کنوکسیون) و انرژی پتانسیل (افت فشار در توربین) تبدیل می‌شود. بنابراین متوجه می‌شویم که اختلاف دانسیته هوا که ناشی از افزایش دما در کلکتور است، بعنوان یک نیروی محرکه عمل می‌کند. هوای سبکتر موجود در برج در قسمت تحتانی و در قسمت فوقانی برج به هوای اطراف متصل است و از این رو باعث ایجاد یک حرکت روبه بالا می‌شود. در یک چنین حالتی یک اختلاف فشار بین قسمت پایین برج (خروجی کلکتور) و محیط اطراف ایجاد می‌شود که فرمول آن بصورت زیر است:

بر این اساس با افزایش ارتفاع برج، ΔP_{tot} افزایش خواهد یافت. البته این اختلاف فشار را می‌توان (با فرض قابل صرف نظر کردن اتلافهای اصطکاکی) به اختلاف استاتیک و دینامیک تقسیم کرد قابل ذکر است که اختلاف فشار استاتیک در توربین افت می‌کند و اختلاف فشار دینامیک بیانگر انرژی سینتیک جریان هوا است. می‌توان بین توان موجود در این جریان و اختلاف فشار کل و جریان حجمی هوا وقتی که $\Delta P_s = 0$ ، رابطه‌ای نوشت. راندمان برج را بصورت زیر بیان می‌کنند:

در عمل افت فشار استاتیک و دینامیک ناشی از توربین است. در حالتی که توربین وجود نداشته باشد می‌توان به حداکثر سرعت جریان دست یافت و تمام اختلاف فشار موجود به انرژی سینتیک تبدیل می‌شود. بر



اساس تخمین Boussinesq حداکثر سرعت قابل دسترسی برای جریان جابجایی آزاد بصورت زیر است :

که در این فرمول ΔT همان افزایش دمای محیط و خروجی کلکتور (ورودی دودکش) است. معادل زیر بیانیگر اندمان برج و پارامترهای موثر در آن است. بر اساس این نمایش ساده شده در بین پارامترهای دخیل در دودکش خورشیدی، مهمترین عامل در اندمان برج، ارتفاع آن است. مثلاً برای برجی به ارتفاع ۱۰۰۰ متر اختلاف بین محاسبات دقیق و محاسبه تقریبی آرایه شده، قابل صرف نظر کردن است. با کمی دقت می توان دریافت که توان خروجی یک دودکش خورشیدی متناسب با سطح کلکتور و ارتفاع برج است. مشخص شد که توان تولید برق یک دودکش خورشیدی متناسب با حجم حاصل از ارتفاع برج و سطح کلکتور است یعنی می توان با یک برج بلند و سطح کم و یا یک برج کوتاه با سطح وسیع به یک میزان برق تولید کرد. البته اگر ائتلاف اصطکاکی وارد معادلات شود دیگر موضوع فوق صادق نیست. با این وجود تا زمانی که قطر کلکتور بیش از حد زیاد نشود می توان از قاعده سرانگشتی فوق استفاده کرد.

کلکتور:

هوای گرم مورد نیاز برای دودکش خورشیدی توسط پدیده گلخانه ای در یک محوطه ای که با پلاستیک یا شیشه پوشانده شده و حدوداً چندمتری از زمین فاصله دارد، ایجاد می شود. البته با نزدیک شدن به پایه برج، ارتفاع ناحیه پوشانده شده نیز افزایش می یابد تا تغییر مسیر حرکت جریان هوا بصورت عمودی با کمترین اصطکاک انجام پذیرد. این پوشش باعث می شود که امواج تشعشع خورشید وارد شده و تشعشعهای با طول موج بالا مجدداً از زمین گرم بازتاب کند. زمین زیر این سقف شیشه ای یا پلاستیکی، گرم شده و حرارت خود را به هوایی که از بیرون وارد این ناحیه شده است و به سمت برج حرکت می کند، پس می دهد.

۲-۲۸-۳- ذخیره سازی:

اگر به یک ظرفیت اضافی برای ذخیره سازی حرارت نیاز باشد، می توان از لوله های سیاه رنگ که با آب پر شده اند و بر روی زمین در داخل کلکتور قرار داده شده اند، بهره جست. این لوله ها را باید فقط یکبار با آب پر کرده و دو طرف آنها را بست و بنابراین تبخیر نیز رخ نخواهد داد. حجم آب درون لوله ها بنحوی انتخاب می شود که بسته به توان خروجی نیروگاه لایه ای با ضخامت ۲۰-۵ سانتیمتری تشکیل شود. در شب زمانی که هوای داخل کلکتور شروع به سرد شدن می کند، آب داخل لوله ها نیز حرارت ذخیره شده در طول روز را آزاد می کند. ذخیره حرارت به کمک آب بسیار موثرتر از ذخیره در خاک به تنهایی است چون

همانطور که می‌دانید انتقال حرارت بین لوله و آب بسیار بیشتر از انتقال حرارت بین سطح خاک و لایه‌های زیرین است و این از آن بابت است که ظرفیت حرارتی آب پنج برابر ظرفیت حرارتی خاک است .

۲-۲۸-۴- برج:

برج به خودی خود نقش موتور حرارتی نیروگاه را بازی می‌کند و همانند یک لوله تحت فشار است که به دلیل دارا بودن نسبت مناسب سطح به حجم از اتلاف اصطکاکی کمی برخوردار است. در این برج سرعت مکش به سمت بالای هوا تقریباً متناسب با افزایش دمای هوا (ΔT) در کلکتور ارتفاع برج است. در یک دودکش خورشیدی چند مگاواتی، کلکتور باعث می‌شود که دمای هوایین ۳۵-۳۰ درجه سانتیگراد افزایش یابد و این به معنی سرعتی معادل 15 m.sec است که باعث حرکت شتابدار هوا نخواهد شد و بنابراین برای انجام عملیات تعمیر و نگهداری می‌توان براحتی وارد آن شد و ریسک سرعت بالای هوا وجود ندارد.

۲-۲۸-۵- توربین‌ها:

با بکارگیری توربین‌ها، انرژی موجود در جریان هوا به انرژی مکانیکی دورانی تبدیل می‌شود. توربین‌های موجود در دودکش خورشیدی شبیه توربین‌های بادی نیستند و بیشتر شبیه توربین‌های نیروگاه‌های برقی هستند که با استفاده از توربین‌های محفظه‌دار، فشار استاتیک را به انرژی دورانی تبدیل می‌کنند . سرعت هوادر قبل و بعد از توربین تقریباً یکسان است. توان قابل حصول در این سیستم متناسب با حاصلضرب جریان حجم هوادر واحد زمان و اختلاف فشار در توربین است. از نقطه نظر بهره‌وری بیشتر از انرژی، هدف سیستم کنترل توربین حداکثر رساندن این حاصلضرب در تمام شرایط عملیاتی است.

۲-۲۸-۶- مدل آزمایشی :

برای ساخت یک مدل آزمایشی، تحقیقات تئوریک مفصلی انجام شده که آزمایشات تونل باد وسیعی را به همراه داشت و نهایتاً در سال ۱۹۸۱ منجر به ساخت واحدی با توان تولید ۵۰ کیلووات برق در منطقه مانزانارس (Manzanares) در ۱۵۰ کیلومتری جنوب مادرید در کشور اسپانیا شد و این واحد از کمک مالی وزارت تحقیق و فناوری آلمان برخوردار بود. هدف از این طرح تحقیقاتی، تطبیق، اندازه‌گیری محلی، مقایسه پارامترهای تئوریک و عملی و بررسی تاثیر اجزاء مختلف دودکش خورشیدی بر راندمان و نیز توان تولیدی این فناوری تحت شرایط واقعی و نیز شرایط خاص آب و هوایی بود. پوشش سقف قسمت کلکتور نه تنها باید شفاف یا حداقل نیمه شفاف باشد بلکه باید محکم بوده و از قیمت قابل قبولی

برخوردار باشد. برای این پوشش نوعی از ورقه‌های پلاستیکی و نیز شیشه مورد توجه قرار گرفتند تا مشخص شود در درازمدت کدامیک از آنها بهتر بوده و صرفه اقتصادی دارد. باید توجه داشت که شیشه می‌تواند سالیان سال در مقابل طوفان و باد مقاومت کرده و آسیب نبیند و در مقابل بارانهای فصلی نیز نوعی خاصیت خودتمیز کنندگی بروزمی‌دهد. در عوض لایه‌های پلاستیکی را باید درون یک قاب قرار داد و وسط آنها نیز اصطلاحاً به سمت زمین شکم می‌دهد. هرچند هزینه اولیه سرمایه‌گذاری ورقه‌های پلاستیکی کمتر است ولی در مانز انارس با گذشت زمان این لایه‌ها شکننده شدند و آسیب دیدند. البته با پیشرفت در ساخت لایه‌های مقاوم در برابر دما و اشعه ماوراء بنفش می‌توان به استفاده از پلاستیک‌ها نیز امیدوار بود. مدل ساخته شده در اسپانیا در سال ۱۹۸۲ تکمیل گشت و هدف اصلی از ساخت آن نیز گردآوری اطلاعات بود. بین اواسط ۱۹۸۶ تا اوایل ۱۹۸۹ این واحد بطور مرتب هر روز مورد استفاده قرار گرفت و برق تولیدی آن نیز به شبکه برق سراسری متصل شد. طی این دوره ۳۲ ماهه این واحد بصورت کاملاً اتوماتیک راهبری شد. در سال ۱۹۸۷ در این منطقه حدود ۳۰۶۷ ساعت باشدت تابش 150 w.m² وجود داشته است. یکی از مطالب قابل توجه در راهبری این مدل آزمایشی آن بود که اسپانیایی‌ها در زیر قسمت کلکتور اقدام به کشاورزی کردند تا این امکان رانیز در طرح خود مورد بررسی قرار دهند و اصطلاحاً از زمین بصورت بهینه استفاده کنند. نتیجه این قسمت از تحقیق آن بود که توانستند گیاه مورد نظر خود را پرورش دهند و تاثیر آن را بر رطوبت هوای زیر سقف و دیگر پارامترهای مربوطه مورد ارزیابی قرار دهند. تمامی نتایج بدست آمده بیانگر آن بوده است که این فناوری از قابلیت کافی جهت استفاده در مقیاسهای بزرگتر را دارا است. بر پایه این نتایج یک سری تحقیقات توسط موسسات و دانشگاههای مختلف انجام شد تا وضعیت آن راشبیه سازی و مدلسازی کند تا بتوان نتایج این سیستم در مقیاس بزرگتر را پیشگویی کرده و قابل بررسی کرد.

۲-۲۸-۷- تحولات آینده:

در آینده نزدیک قرار است یک نیروگاه دودکش خورشیدی با ظرفیت ۲۰۰ مگاوات در استرالیا ساخته شود که ارتفاع برج آن ۱۰۰۰ متر خواهد بود. بر اساس اطلاعات بدست آمده کشور آفریقای جنوبی نیز در نظر دارد با کمک سازمانهای بین‌المللی و نیز نهادهای سازمان ملل متحد یک نیروگاه با برجی به ارتفاع ۱۵۰۰ متر احداث کند تا از آن برای رفع کمبود برق خود استفاده کند. در این ارتباط باید متذکر شد که دولت هند نیز برای اجرای این طرح در ایالت گجرات اعلام آمادگی کرده است. هرچند در ابتدا ساخت برجهای مرتفع کاری سخت بنظر می‌رسد ولی نباید از نظر دور ساخت که برج مرتفع شهر تورنتو کانادا در حال حاضر دارای ۶۰۰ متر ارتفاع است و ژاپنی‌ها در نظر دارند آسمان خراش‌هایی با ارتفاع ۲۰۰۰ متر

در مناطقی بسازند که امکان زمین لرزه آنها نیز زیاد است و نهایتاً آنکه ساخت برج میلاد در کشورمان ایران نیز تاییدی بر این مدعاست که امروزه ساخت یک چنین سازه‌هایی دور از دسترسی نیست و ضمناً ما در ساخت سازه سدهای آبی نشان داده‌ایم که براحتی می‌توانیم سازه‌های عظیم بتنی را برپاسازیم.

نباید از نظر دور داشت که با افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی معادلات به نفع فناوری های مرتبط با انرژی های تجدیدپذیر تغییر خواهد کرد. در ثانی در کشورهایی که دستمزد نیروی کار پایین است، هزینه تولید برق با این روش کاهش خواهد یافت چون تقریباً نیمی از هزینه ساخت یک چنین نیروگاهی مربوط به هزینه ساخت کلکتور می‌شود که با کارگران ارزان و نسبتاً غیرماهر می‌توان براحتی آن را ساخت.

۲-۲۸-۸- نتیجه‌گیری:

باتوجه به اجرایی شدن معاهده زیست‌محیطی کیوتو پس از پیوستن روسیه و عضویت ایران در این معاهده، بنظر می‌رسد که باید به دنبال راه هایی جهت کاستن از میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای بود. یکی از بهترین روشها جهت حصول به این هدف، استفاده از انرژیهای تجدیدپذیر است و در این راستا برای کشورهای در حال توسعه میتوان فناوری «دودکش خورشیدی» را معرفی کرد. این معرفی از آن جهت است که قسمت عمده کار با نیروی نسبتاً غیرماهر قابل انجام است و این سیستم قادر است بدون نیاز به تعمیر و نگهداری خاص برای مدت مدیدی برق تولید کند و مناسب برای کشورهایی است که میزان تابش خورشید در آنها زیاد است. بعلاوه نباید رشد بالای تقاضا برای برق در کشورمان را نیز از یاد برد.

در ضمن می‌توان اینگونه طرح‌ها را با استفاده از اعتبارات تعیین شده در معاهده کیوتو که اصطلاحاً CDM (Clean Development Mechanism) خوانده می‌شوند حتی اعتبارات دیگر سازمانهای بین‌المللی پیگیری کرد چون بسیاری از سازمانها و کشورها حاضرند جهت استفاده از نتایج و نیز توسعه اینگونه فناوریها، کمک‌هایی را به کشورهای داوطلب اعطا کنند.



فصل ۳- نیروگاه های خورشیدی

۳-۱- انواع نیروگاه های خورشیدی

تأسیساتی که با استفاده از آنها انرژی جذب شده حرارتی خورشید به الکتریسیته تبدیل می شود نیروگاه حرارتی خورشیدی نامیده می شود این تأسیسات بر اساس انواع متمرکز کننده های موجود و بر حسب اشکال هندسی متمرکز کننده ها به سه دسته تقسیم می شوند:

- نیروگاههایی که گیرنده آنها آینه های سهموی ناودانی هستند
- نیروگاههایی که گیرنده آنها در یک برج قرار دارد و نور خورشید توسط آینه های بزرگی به نام هلیوستات به آن منعکس می شود. (دریافت کننده مرکزی)
- نیروگاههایی که گیرنده آنها بشقاب سهموی (دیش) می باشد

قبل از توضیح در خصوص نیروگاه خورشیدی بهتر است شرح مختصری از نحوه کارکرد نیروگاه های تولید الکتریسیته داده شود. بهتر است بدانیم در هر نیروگاهی اعم از نیروگاه های آبی، نیروگاه های بخاری و نیروگاه های گازی برای تولید برق از ژنراتورهای الکتریکی استفاده می شود که با چرخیدن این ژنراتورها برق تولید می شود. این ژنراتورهای الکتریکی انرژی دورانی خود را از دستگاهی بنام توربین تأمین می کنند. بدین ترتیب می توان گفت که ژنراتورها انرژی جنبشی را به انرژی الکتریکی تبدیل می کنند.

تأمین کننده انرژی جنبشی ژنراتورها، توربین ها هستند. توربینها انواع مختلف دارند در نیروگاه های بخاری توربینهایی وجود دارند که بخار با فشار و دمای بسیار بالا وارد آنها شده و موجب به گردش در آمدن پره های توربین می گردد. در نیروگاه های آبی که روی سدها نصب می شوند انرژی پتانسیل موجود در آب موجب به گردش در آمدن پره های توربین می شود. بدین ترتیب می توان گفت در نیروگاه های آبی انرژی پتانسیل آب به انرژی جنبشی و سپس به الکتریکی تبدیل می شود. در نیروگاه های حرارتی بر اثر سوختن سوخت های فسیلی مانند مازوت، آب موجود در سیستم بسته نیروگاه داخل دیگ بخار (بویلر) به بخار تبدیل می شود و بدین ترتیب انرژی حرارتی به جنبشی و سپس به الکتریکی تبدیل می شود. و اما در نیروگاه های حرارتی خورشیدی توربینهایی وجود دارد که بطور مستقیم بر اثر سوختن گاز به حرکت در آمده و ژنراتور را می گرداند و انرژی حرارتی به جنبشی و سپس به الکتریکی تبدیل می شود. و اما در نیروگاه های حرارتی خورشیدی وظیفه اصلی بخش های خورشیدی تولید بخار مورد نیاز برای تغذیه توربینها است یا به عبارت دیگر می توان گفت که این نوع نیروگاهها شامل دو قسمت هستند:

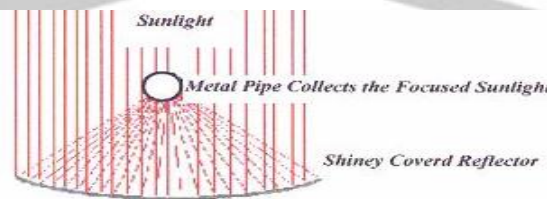


- سیستم خورشیدی که پرتوهای خورشید را جذب کرده و با استفاده از حرارت جذب شده تولید بخار می‌نماید.
- سیستمی موسوم به سیستم سنتی که همانند دیگر نیروگاههای حرارتی بخار تولید شده را توسط توربین و ژنراتور به الکتریسیته تبدیل می‌کند.

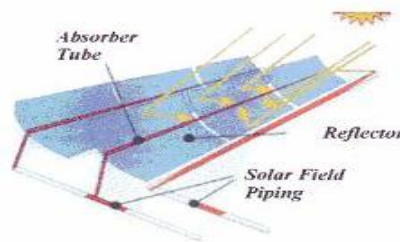
نیروگاه های خورشیدی بر اساس نوع متمرکز کننده ها به سه دسته تقسیم می شوند:

۳-۱-۱- نیروگاه سهموی خطی (Parabolic Trough Concentrator) :

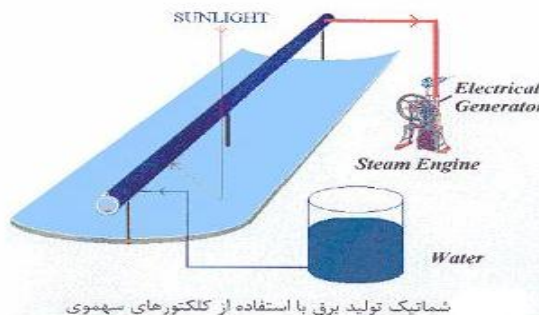
نیروگاه های حرارتی خورشیدی از نوع سیستم کلکتور سهموی خطی شامل ردیفهای موازی و طولانی از متمرکز کننده ها میباشد. بخش متمرکز کننده شامل سطوح انعکاسی سهموی است که از جنس آینه های شیشه ای میباشد و روی یک سازه نگهدارنده قرار می گیرند. دریافت کننده انرژی شامل لوله های جذب استوانه ای شکل با پوشش انتخابی هستند که بوسیله شیشه پیرکس پوشانده میشوند و در طول خط کانونی قرار می گیرند. بخش دریافت کننده در قسمتهای انتهایی روی دوتکیه گاه قرار گرفته اند که این مجموعه روی تیرک های اصلی سازه سوار است.



بازتاب نور خورشید بر روی لوله گیرنده انرژی



شماتیک کلکتور سهموی خطی



شماتیک تولید برق با استفاده از کلکتورهای سهموی

شکل ۳-۱ : نیروگاه سهموی خطی

سیستم ردیابی در این دستگاه هاتک محوره بوده و ردیابی خورشید از شرق به غرب بر روی تک محور دورانی انجام می گیرد بگونه ای که پرتوهای خورشیدی در تمام مدت ردیابی بر روی لوله های جذب کننده کانونی میشوند. یک سیال انتقال حرارت، بطور مشخص روغن، در دمای بیش از ۴۰۰ درجه سانتیگراد از میان لوله های جاذب در جریان می باشد و روغن داغ در مبدل های حرارتی، آب را به بخار تبدیل میکند و بخار فوق داغ طی سیکل رانکین از توربین و ژنراتور انرژی الکتریکی تولید می کند در این نیروگاهها، از منعکس کننده هایی که به صورت سهموی خطی می باشند جهت تمرکز پرتوهای خورشید در خط کانونی آنها استفاده می شود و گیرنده به صورت لوله ای در خط کانونی منعکس کننده ها قرار دارد. در داخل این لوله روغن مخصوصی در جریان است که بر اثر حرارت پرتوهای خورشید گرم و داغ می گردد. روغن داغ از مبدل حرارتی عبور کرده و آب را به بخار به مدارهای مرسوم در نیروگاههای حرارتی انتقال داده می شود تا به کمک توربین بخار و ژنراتور به توان الکتریکی تبدیل گردد. برای بهره گیری بیشتر و افزایش بازدهی لوله دریافت کننده سطح آن را با اکسید فلزی که ضریب بالایی دارد پوشش می دهند و همچنین در محیط اطراف آن لوله شیشه ای به صورت لفاف پوشیده می شود تا از تلفات گرمایی و افت تشعشعی جلوگیری گردد و نیز از لوله دریافت کننده محافظت بعمل آید. ضمناً بین این دو لوله خلاء بوجود می آورند برای آنکه پرتوهای تابشی خورشید در تمام طول روز به صورت مستقیم به لوله دریافت کننده برسد.

در این نیروگاهها یک سیستم ردیاب خورشید نیز وجود دارد که بوسیله آن آینه های شلجمی دائماً خورشید را دنبال می کنند و پرتوهای آن را روی لوله دریافت کننده متمرکز می نمایند. تغییرات تابش خورشید در این نیروگاهها توسط منبع ذخیره و گرمکن سوخت فسیلی جبران می شوند. در چند کشور نظیر ایالات متحده آمریکا - اسپانیا - مصر - مکزیک - هند و مراکش از نیروگاه های سهموی خطی استفاده شده است که این نیروگاهها یادر مرحله ساخت و یا در مرحله بهره برداری قرار دارند. در ایران نیز تحقیقات و مطالعاتی در زمینه این نیروگاهها انجام شده و پروژه یک نیروگاه تحقیقاتی با ظرفیت 350 کیلووات توسط سازمان انرژی های نو ایران در شیراز در حال انجام می باشد و انتظار می رود تا پایان سال 83 به بهره برداری برسد. کلیه مراحل مطالعاتی، طراحی و ساخت این نیروگاه به طور کامل توسط مهندسین و مهندسان ایرانی انجام می پذیرد.



بدیهی است که باافزایش ظرفیت فنی و علمی که در اثر اجرای پروژه نیروگاه خورشیدی شیرازعابدمحققین مجرب ایرانی می شود ایران درزمره محدودکشورهای سازنده نیروگاههای خورشیداز نوع متمرکز کننده های سهموی خطی قرارخواهند گرفت.

۳-۱-۲- نیروگاه دریافت کننده مرکزی (Power Tower):

دراین نیروگاهها پرتوهای خورشیدی توسط مزرعه ای متشکل از تعدادزیادی آینه منعکس کننده بنام هلیوستات بر روی یک دریافت کننده که دربالای برج نسبتاًبلندی استقرار یافته است متمرکز می گردد.در نتیجه روی محل تمرکز پرتوها انرژی گرمایی زیادی بدست می آید که این انرژی بوسیله سیال عامل که داخل دریافت کننده در حرکت است، جذب می شودو بوسیله مبدل حرارتی به سیستم آب وبخار مرسوم درنیروگاههای سنتی منتقل شده وبخار فوق گرم درفشارودمای طراحی شده برای استفاده در توربین ژنراتور تولید می گردد.

این سیال عامل در مبدلهای حرارتی در کنار آب قرار گرفته و موجب تبدیل آن به بخاربا فشاروحرارت بالا میگردد.در برخی ازسیستمها سیال عامل آب است ومستقیماً درداخل دریافت کننده به بخار تبدیل می شود.





شکل ۳-۲ : نیروگاه دریافت کننده مرکزی

برای استفاده دائمی از این نوع نیروگاه در زمانی که تابش خورشید وجود ندارد مثلاً ساعات ابری یا شبها از سیستم‌های ذخیره کننده حرارت و یا احیاناً از تجهیزات پشتیبانی که ممکن است از سوخت فسیلی استفاده کنند جهت ایجاد بخار برای تولید برق کمک گرفته می‌شود. مطالعات و تحقیقات در زمینه فناوری و سیستم‌های این نیروگاه‌ها ادامه دارد و آزمایشگاه‌ها و مؤسسات متعددی در سراسر دنیا در این زمینه فعالیت می‌کنند. مطالعات ساخت اولین نیروگاه خورشیدی ایران از نوع دریافت کننده مرکزی توسط سازمان انرژی‌های نو ایران و با کمک شرکت‌های مشاور و سازنده داخلی با ظرفیت یک مگاوات و سیال عامل آب و بخار در طالقان جریان دارد. کلیه مطالعات اولیه و پتانسیل سنجی و طراحی نیروگاه به انجام رسیده و یک نمونه هلیوستات نیز ساخته شده است.

نیروگاه حرارتی خورشیدی از نوع برج دریافت کننده مرکزی با متمرکز نمودن پرتوهای تابش خورشید روی برج دریافت کننده انرژی الکتریکی تولید می‌کنند. این سیستم از مجموعه‌ای از آینه‌ها که هر یک بطور جداگانه خورشید را ردیابی می‌کنند تشکیل شده تعداد این آینه‌ها در یک نیروگاه به صدها و هزاران عدد می‌رسد که هلیوستات نامیده می‌شوند. سطوح متمرکز کننده طوری تنظیم می‌شود که همواره پرتوها را روی دریافت کننده ثابتی که همان برج مرکزی است منعکس کنند.

۳-۱-۳- نیروگاه دیش استرلینگ (Dish Stirling):

موتور استرلینگ موتورهای گرما-کاری هستند که حرارت را بدلیل به جنبش می‌کنند و نسبت به موتور بنزینی و دیزلی کارایی بیشتری دارند. امروزه چنین موتورهایی برای موردهای خاص استفاده می‌شوند. موتورهای استرلینگ از چرخه استرلینگ استفاده می‌کنند که با چرخه‌های استفاده شده در موتورهای احتراق داخلی متفاوت است. چرخه استرلینگ از یک منبع حرارتی خارجی که مانند بنزین، انرژی خورشیدی یا گازهای بیومس استفاده می‌کند و هیچ احتراقی داخل سیلندرهای موتور رخ نمی‌دهد برای تامین انرژی مورد نیاز این موتور از یک دیش منعکس کننده استفاده می‌شود. این دیش انرژی حرارتی خورشید را مستقیماً به روی موتور منعکس می‌کند و موتور شروع به تولید برق می‌کند.

از انرژی حرارتی خورشید علاوه بر استفاده نیروگاهی، می‌توان در زمینه‌های زیر بصورت صنعتی، تجاری و خانگی استفاده کرد:

- گرمایش آب مصرفی (آب گرمکنهای خورشیدی برای منارل، ساختمان‌ها، کارخانجات و استخرها)



• آبگرمکن های خورشیدی

به طوریکه از نام آنها پیداست از طریق جذب انرژی تابش خورشید توسط صفحات جاذب (کلکتور) عمل می نمایند و راندمان گرمایشی آنها در فصول مختلف سال و بر حسب موقعیتهای جغرافیایی متفاوت می باشد. مخزن آبگرم به گونه ای طراحی شده که آبگرم را بطور ذخیره در شبانه روز مهیا نماید و تلفات حرارتی آن تا صبح روز بعد و طلوع مجدد بسیار ناچیز باشد.

با استفاده از این سیستم می توان هزینه های مصرف گاز- گازوئیل و برق را بطور چشمگیری کاهش داد که این امر در پروژه های بزرگ ملموس تر خواهد بود، بطوریکه بعد از گذشت حدود ۴ الی ۵ سال می توان با صرفه جویی در مصرف سوخت های فسیلی سرمایه گذاری اولیه را مستهلک نمود. هزینه های نگهداری و تعمیرات این سیستمها بسیار پائین است. طول عمر کارکرد سیستمهای استاندارد و با کیفیت فنی بالا تا ۱۵ سال می رسد.

• گرمایش فضای داخلی ساختمانها

گرمایش ساختمان توسط خورشید، اولین و اصلی ترین کاربرد انرژی خورشیدی در بخش ساختمان می باشد. سیستم های گرمایش خورشیدی بر مبنای نوع سیال هوابا مایع، که در کلکتورهای خورشیدی گرم می شود، به دو نوع عمده تقسیم بندی می شوند. هر دو نوع از این سیستم ها تابش خورشید را جمع آوری و جذب کرده و حرارت بدست آمده از خورشید را جهت تامین بار گرمایش مستقیماً به فضاهای داخلی ساختمان ها انتقال می دهند. استفاده این سیستم ها از منبع انرژی بی پایان و ارزان خورشیدی یکی از مزایای سیستم های خورشیدی می باشد و از همه مهم تر این سیستم ها برخلاف سوخت های فسیلی تهدیدی برای محیط زیست به شمار نمی روند.

۳-۲- کوره خورشیدی

در قرن هجدهم نوتور اولین کوره خورشیدی را در فرانسه ساخت و بوسیله آن یک تل چوبی را در فاصله 60 متری آتش زد. بسمیرا در فولاد جهان نیز حرارت مورد نیاز کوره خود را از انرژی خورشیدی تأمین می کرد. متداولترین سیستم یک کوره خورشیدی متشکل از دو آینه یکی تخت و دیگری کروی می باشد. نور خورشید به آینه تخت رسیده و توسط این آینه به آینه کروی بازتابیده می شود. طبق قوانین اپتیک هر گاه دسته پرتوی موازی محور آینه با آن برخورد نماید در محل کانون متمرکز می شوند به این ترتیب انرژی حرارتی گسترده خورشید در یک نقطه جمع می شود که این نقطه به دماهای بالایی می رسد. امروزه پروژه های متعددی در زمینه کوره های خورشید در سراسر جهان در حال طراحی و اجراء می باشد.



۳-۳- طول عمر مولدهای برق خورشیدی

کلیه تولید کننده های پنلها ومولهای فتوولتائیک محصولات خود را برای یک دوره ۲۰ الی ۲۵ سال ضمانت مینمایند. تعمیرات نگهداری عملاً در اینگونه تجهیزات مفهومی ندارد و تنها غبار رویی دوره ای آنها کفایت می نماید. تجهیزاتی از قبیل شارژکنترلر، مبدلهای مربوطه به همراه دیگر اقلام مورد مصرف در اینگونه سیستم ها عملاً استهلاکی نداشته و برای مدتهای طولانی بدون تعمیرات و نگهداری قابل استفاده میباشند.

در صورت انتخاب مناسب تجهیزات و استفاده نگهداری بهینه از باطریها طول عمر آنها نیز حدود ۳ الی ۵ سال خواهد بود . همچنین با پیشرفت تکنولوژی و ساخت باطریهایی جدید با عملکرد و کیفیت برتر و عرضه آنها به بازار فروش ، دوره عمر شان نیز افزایش یافته است. اخیراً چندین پروژه مولدها برق خورشیدی توسط سازمانها مراکز دولتی در کشور نصب و مورد بهره برداری قرار گرفته است. وزارت مخابرات و فن آوری اطلاعات نیروگاههای خورشیدی در یزد و نواحی جنوبی کشور احداث نموده است. استفاده از چراغهای راهنمایی و رانندگی و تلفن های اضطراری میان راهی در امتداد بزرگراهها همچنین سیستمهای روشنایی در پارکهای در تهران و سمنان تغذیه شده توسط مولدهای خورشیدی از این قبیل میباشند.

۳-۴- مزیت نسبی سیستم های مولد خورشیدی

- ۱) عدم وجود ادوات متحرک در سیستم
- ۲) قابل اطمینان با طول عمر ۲۵ ساله پنلها
- ۳) عدم نیاز به کنترل دائم
- ۴) عدم نیاز به تعمیر و نگهداری
- ۵) تامین برق قابل استناد بر اساس استانداردهای سازمان هوا و فضای کشور آمریکا " ناسا "
- ۶) استقلال در تامین و عدم وابستگی به شبکه های توزیع محلی و قطعی برق شبکه
- ۷) استهلاک هزینه های احداث در یک دوره ۳ الی ۵ ساله
- ۸) عدم وجود آلایندهی در تامین انرژی و همراهی و همسویی با مدافعین حفاظت محیط زیست
- ۹) استفاده از منابع تجدید شونده انرژی و عدم وابستگی به سوخت های فسیلی



۳-۵- سیستم های (پکیج) مستقل تامین برق خورشیدی

تامین برق مستقیم DC = (Direct Current) از طریق پکیجهای خورشیدی برای تجهیزاتی که بایر DC تغذیه میگردند همانند انواع روشنایی ها و دیگر تجهیزات خانگی که بایر مستقیم کار میکنند. امروزه در دنیا بسیار متداول شده است. تولید اینگونه لوازم بصورت روزافزون صورت میگیرد و به بازارهای لوازم خانگی عرضه میشوند مثل انواع یخچال ها و... با افزودن یک مبدل (Inverter) به مجموعه مولد برق خورشیدی (پکیج ها) که جریان برق مستقیم (DC Appliances) را به جریان متناوب (Alternating Current) تبدیل میکند استفاده از کلیه لوازم متعارف برقی خانگی میسر میسازد. برق رسانی به لوازمی که با برق مستقیم کار میکنند میتواند مستقیماً از باتری سیم کشی شود و برای لوازم برقی AC میبایست از خروجی مبدل انشعاب گرفت. جهت روشنایی منازل روستایی میتوان از مولد برق خورشیدی استفاده نمود. دولت اخیراً در یک پروژه پایلوت با احداث پکیج مولد برق خورشیدی در یک روستای ۴۰ خانوار اقدام به تامین برق منازل آنها نموده است. برق مورد نیاز پمپ چاه های آب و سیستمهای آبیاری مزارع را میتوان از طریق مولدهای برق خورشیدی تامین نمود.

۳-۶- لیست شرکتهای تولیدکننده آبگرمکن و حمام خورشیدی

نام شرکت	نوع فعالیت	محل کارخانه	سایت	تلفن تماس و یا شهرستان
شرکت آردل	آبگرمکن و حمام خورشیدی	تهران	-	۸۸۸۷۸۴۰۸ - ۸۸۸۷۸۴۰۷ ۸۸۸۷۸۴۰۹
شرکت انرژی سازان آفتاب	آبگرمکن و حمام خورشیدی	تهران	www.aryanapar sco.com	۴۴۹۰۶۷۱۴
شرکت ایران پویا	آبگرمکن و حمام خورشیدی	تهران	http.iranpouya.c o.ir	۶۶۶۰۴۳۲۵
شرکت پلار	آبگرمکن و حمام خورشیدی	اصفهان	http.solar.polar.i r	۰۳۱۲-۵۶۴۳۶۶۱



۸۸۸۳۵۸۳۵ - ۸۸۸۲۵۹۳۹	http.sangarkar.com	سمنان	آبگرمکن و حمام خورشیدی	شرکت سنگر کار
۸۸۳۱۱۸۹۰ - ۲	www.prs-mashal.com	اصفهان	آبگرمکن و حمام خورشیدی	شرکت صنعت خورشیدی پارس
۲۲۷۸۰۰۱۶ ۲۲۷۸۰۰۱۸	-	تهران	آبگرمکن و حمام خورشیدی	شرکت صنعت گستر سهیل
۴۴۰۰۱۷۴۳	www.kianenergy.com	تهران	آبگرمکن و حمام خورشیدی	شرکت کیان انرژی
 ۲۲۹۰۱۸۸۵-۷	www.radnoursolar.com	تهران	آبگرمکن خورشیدی گرمایشی و سرمایشی محیط	راد نور

جدول ۱-۳ : لیست شرکتهای تولیدکننده آبگرمکن و حمام خورشیدی



منابع و مأخذ:

- ۱) کتاب راهنمای طرحهای انرژی خورشیدی در ایران اصغر حاجی سقطی، استادیار دانشگاه علم و صنعت ایران
- ۲) کتاب نگرشی بر سیستم‌های استفاده از انرژی خورشیدی نویسنده دکتر مجید رئوفی راد
- ۳) کتاب اصول کاربردی حرارتی انرژی خورشیدی ترجمه و تألیف دکتر محمد علی عبدنی
- ۴) کتاب مهندسی گرما و خورشیدی، تألیف پیتر. جی. لاندترجمه دکتر حسین پناهنده
- ۵) پایگاه اطلاعاتی مرکز تحقیقات برق آمریکا <http://www.epri.com> (EPRI)
- ۶) آمریکا TVA پایگاه اطلاعاتی شرکت <http://www.tva.org>
- ۷) پایگاه اطلاعاتی شرکت برق اکینا وا-ژاپن
<http://www.okiden.co.jp>
- ۸) پایگاه اطلاعاتی اداره آب و برق لس آنجلس. <http://www.ladwp.com>
- ۹) daneshnameh.roshd.ir
- ۱۰) www.electrnews.ir
- ۱۱) <http://www.nesea.org>
- ۱۲) www.ifco.ir
- ۱۳) کتاب منابع تولید انرژی در قرن بیست و یکم تألیف دکتر سیدمسعود مقدس تفرشی انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی تاریخ چاپ مرداد ۱۳۸۶.



www.WikiPower.ir

برای خرید فایل **word** این پروژه [اینجا کلیک](#) کنید.

(شماره پروژه = 10)

شماره جهت ارسال پیام : ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

۰۹۳۵۴۶۳۴۶۵۰