

انرژی خورشیدی

نوشته

یوسف متولدی نوبر

مؤسسه علوم و فنون هسته‌ای دانشگاه تهران

چکیده :

در این مقاله بعد از شناسایی سرچشمه و بیناب و برآورد کل انرژی خورشیدی که بزمین می‌رسد، نحوه استفاده از آن و وسایل و ماشین‌آلات آنرا در طول قرن گذشته یادآوری کرده و بکاربردهای آن در حال حاضر می‌رسیم. نمونه گیرنده‌ها مسطح، گیرنده‌های متمرکز خطی و نقطه‌ای، موتورها و مراکز خورشیدی مورد بحث قرار می‌گیرند. ژنراتورهای خورشیدی با استفاده از نیم رساناها و کاربردهای متعدد آن در حال حاضر و چگونگی پیشرفت آنها در آینده نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد.

پیشگفتار و گذشته تاریخی: از چند سال قبل که بازار جهانی انرژی تحول یافته و قیمت مواد انرژی را بطور مداوم رویه افزایش نهاده و بخصوص در صحنه بین‌المللی هر کشوری جهت استقلال نسبی خود در تولید و مصرف انرژی می‌اندیشد و عواسلی چون تضمین ذخائر فراوان و طولانی، عدم آلودگی محیط زیست، مورد توجه قرار گرفته است منابع دیگری برای جانشینی نفت و گاز و ذغال سنگ باید در نظر گرفته شود.

تجربه سی و چند ساله در مورد انرژی هسته‌ای و مشکلات فراوان آن از نظر محیط زیست بخصوص کمبود منابع سوختی و عدم استقلال و تأمین آن نشان می‌دهد که انرژی هسته‌ای فقط بعنوان مسکن می‌تواند بمدت چند دهه جزئی از انرژی مصرفی را تأمین نماید در این صورت توجه به انرژی خورشیدی و توسعه تکنولوژی مربوط به آن می‌تواند بهترین راه تأمین انرژی باشد. در این گزارش سعی می‌شود بعد از شناسایی انرژی خورشیدی کاربردهای مختلف آن بررسی گردد. حدود یک قرن پیش آموشوش **A. Mouchot** اولین موتور خورشیدی با آینه رادریس آزمایش کرد که مورد توجه قرار گرفت. لازم به یادآوری است که در این تاریخ موتورهای بنزینی و الکتریکی هنوز بصورت کامل ساخته نشده و اولین مرکز حرارتی برای تولید نیروی الکتریکی هشت سال بعد در ۱۸۸۶ بکار می‌افتاد.

در سال ۱۸۸۰، آموشوش **A. Mouchot** و همکارانش در الجزایر موتور خود را برای کشیدن آب از چاه بکار بردند. بعد از آن بدون ذکر دلیل آزمایش‌های آنها متوقف شد. در سال ۱۸۸۲ مخترع معروف ژئی-اریکسون (**J. Ericsson**) موتور آینه‌ای خود را در نیویورک به معرض نمایش قرار داد. در سال ۱۹۰۲ موتور دیگری بر اساس تمرکز پرتوهای خورشیدی بمدت یکسال در کالیفرنیا برای کشیدن آب بکار رفت بالاخره در سال ۱۹۱۳ یک موتور با قدرت یکصد اسب در مصر بکار گرفته شد. این تجربه تا به امروز بزرگترین کاربرد ترمودینامیکی پرتوهای خورشیدی است. بین دو جنگ جهانی یک شرکت ایتالیایی، موتوری با گیرنده‌ی مسطح در لیبی آزمایش کرد و بالاخره در اوائل دهه شصت پروفیسور

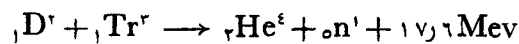
هماسون H. Masson و همکارش ژ. پ. ژیراردیه J. P. Girardier موتورهای باگیرنده‌ی سطح مجدداً مطالعه و عرضه کردند. در تاریخ استفاده از انرژی خورشیدی فقط موتور اخیر بوده که بصورت صنعتی درآمده و ساخته شده است.

تقطیر از طریق انرژی خورشیدی نیز خیلی زود مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته و اولین تقطیر کننده احتمالاً در سال ۱۸۷۲ در شیلی بکار گرفته شده است در حال حاضر دوازده تأسیسات تقطیر با مساحت‌های بالاتر از یکصد متر مربع در کشورهای مختلف کار می‌کند و بزرگترین آنها با مساحت ۱۰۰۰ متر مربع در یونان قرار دارد.

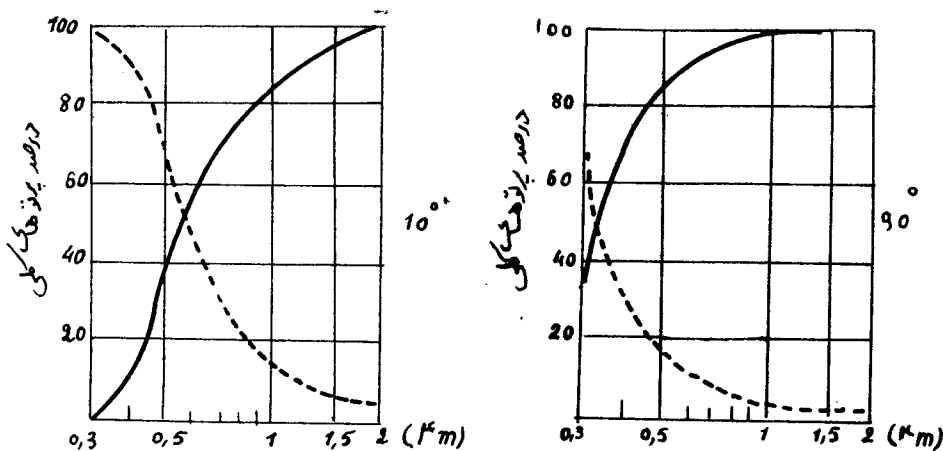
در مورد تمرکز پرتوهای خورشیدی در سال ۱۷۵۷، برنیه Berniere فرانسوی آینه‌ای با قطر یک متر ساخته و در کانون آن توانست نقره و آهن را ذوب کند. اخیراً بعد از جنگ دوم در سال ۱۹۵۲ اولین کوره با قدرت ۰.۵ کیلووات و در سال ۱۹۷۰ با قدرت یک مگاوات و با درجه حرارت ۳۰۰ درجه سانتیگراد در کوه‌های پیرنه فرانسه بکار گرفته شده است. گرم کن‌های خورشیدی نیز از مدت‌های مدید شناخته شده بودند تا ابتدای سالهای ۶۰ به تعداد ۲/۴ میلیون گرم کن خانوادگی در ژاپن بکار رفته بود بعد از آن این مقدار کاهش یافته و برعکس استفاده از خانه‌های خورشیدی رواج یافته است. اولین خانه خورشیدی در سال ۱۹۳۹ در دانشگاه ام‌آی-تی ساخته شده بعد از جنگ نیز ساخت این نوع خانه‌ها ادامه یافت و بعضی از آنها بعد از گذشت ۲۰ سال هنوز کار می‌کنند.

بطور کلی دیده می‌شود که سالهای گذشته چندین بار استفاده از انرژی خورشیدی بصورت‌های مختلف مورد توجه قرار گرفته ولی متأسفانه هرگز بصورت صنعتی در نیامده است اخیراً بعزت بحران جهانی انرژی و کمبود مواد انرژی‌زا یکبار دیگر توجه مراکز تحقیقی و صنعتی جهان به انرژی خورشیدی معطوف شده است.

سرچشمه و بیناب انرژی خورشیدی: پرتوها و انرژی خورشیدی از یک پدیده ترسونوکلتر کنترل شده و تحول هیدروژن به هلیوم بوجود می‌آیند فعل و انفعال بصورت زیر خلاصه می‌شود:

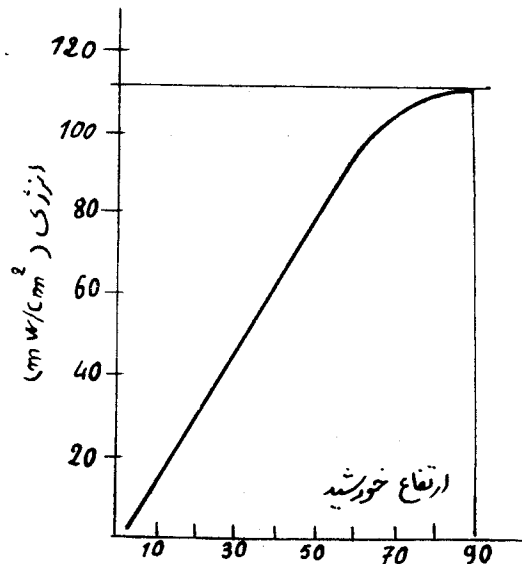


دیده می‌شود که فعل و انفعال انرژی‌زا است و نوترون بوجود آمده برای ادامه آن کافی است. در حد بالای اتمسفر زمین - پرتوهای خورشیدی با اندازه ۱۳۵ میلی وات بر هر سانتیمتر مربع عمود بر مسیر پرتوها، انرژی وارد می‌کنند این انرژی قادر است در هر دقیقه دمای دو گرم آب را با اندازه یک درجه سانتیگراد بالا ببرد. این توان بنام «ثابت خورشیدی» خوانده می‌شود. انرژی دریافتی زمین از خورشید در بالای اتمسفر خود سالیانه با اندازه 1.2×10^{24} کالری است. بعضی از - سولفه‌های اتمسفر مانند اکسیژن، اوزن، گاز کربنیک، بخار آب، گرد و خاک، مقداری از انرژی خورشیدی را جذب کرده و یا در فضا پخش می‌کنند. شکل یک برای یک آسمان آرام درصد پرتوهای مستقیم و پخش شده آسمانی را برای یک گیرنده سطح که در سطح زمین بصورت افقی قرار گرفته است در دو حالت خورشید برای ۹۰ درجه و ۱۰ درجه نشان می‌دهد. دیده



شکل ۱- درصد پرتوهای مستقیم و غیرمستقیم (آسمانی) خورشیدی خط پر: پرتو خورشیدی- خط چین: پرتو آسمانی

می‌شود که برای طول موج $0.5 \mu\text{m}$ و ارتفاع خورشیدی 90° درجه، نسبت پرتوهای آسمانی 17% بوده و قابل چشم پوشی نیست. برای یک آسمان بدون ابر باد و میلیمتر اوزون و در سطح دریا، مقدار انرژی خورشیدی برای هر سانتیمتر مربع برای ارتفاع خورشیدی 90° درجه، برابر 112 میلی وات است و با تغییر ارتفاع خورشید بصورت شکل ۲ تغییر میکند. با توجه به جذب انرژی در ابرها (30%) می‌توان مقدار انرژی رسیده بزمین را برابر 4% کل آن در بالای اتمسفر در نظر گرفت این مقدار انرژی، سالیانه برابر 1.23×10^6 کالری خواهد بود.



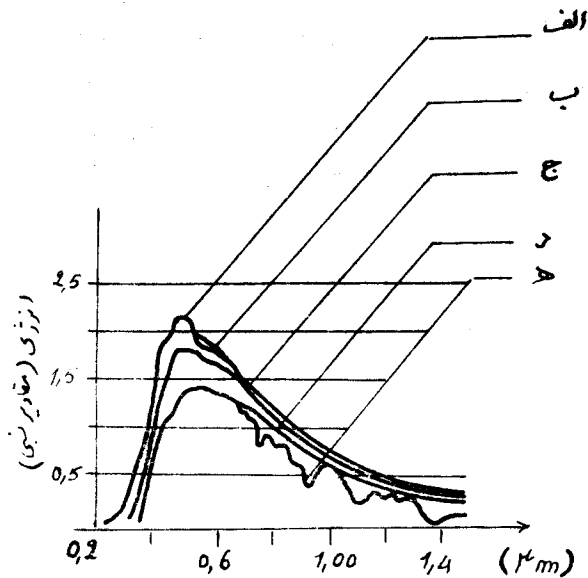
شکل ۲- انرژی وارده بزمین بر حسب ارتفاع خورشید

از نظر کیفی، بیناب پرتوهای خورشیدی قبل از رسیدن به اتمسفر زمین مشابه بیناب «جسم سیاه» در درجه حرارت 2700°C درجه کلون است (منحنی الف شکل ۳). بیناب از $0.2 \mu\text{m}$ تا $4 \mu\text{m}$ ادامه دارد. وقتی که پرتوهای خورشیدی وارد اتمسفر بالای زمین می‌شوند مولکولهای اکسیژن با جذب پرتوهای ماوراء بنفش پائین تر از $0.3 \mu\text{m}$ تحریک شده و به مولکولهای اوزون تبدیل می‌شوند ($2\text{O} \rightarrow \text{O}_2$) (منحنی ب شکل ۳) مولکولهای اوزون مجدداً در اثر پرتوهای ماوراء بنفش با طول موج $0.3 \mu\text{m}$ تا $0.3 \mu\text{m}$ به اکسیژن تبدیل می‌گردند بدین ترتیب همواره یک پرده دائمی برای پرتوهای ماوراء بنفش در بالای اتمسفر وجود خواهد داشت. اگر این پرده نبود پرتوهای ماوراء بنفش یاد شده از اتمسفر عبور کرده و بعد از ترکیب با مولکولهای آلی همه آنها را از بین می‌بردند.

یک قسمت از پرتوهای خورشیدی تحت تأثیر پخش انتخابی مولکولی قرار می‌گیرند در این صورت توزیع بینابی پرتوهای مستقیم خورشید بصورت منحنی ج شکل (۳) در خواهد آمد. بالاخره جذب و پخش نور خورشید توسط گرد و خاک بیناب را بصورت منحنی «د» و بخار آب آنرا بشکل منحنی «ه» شکل (۳) در می‌آورد.

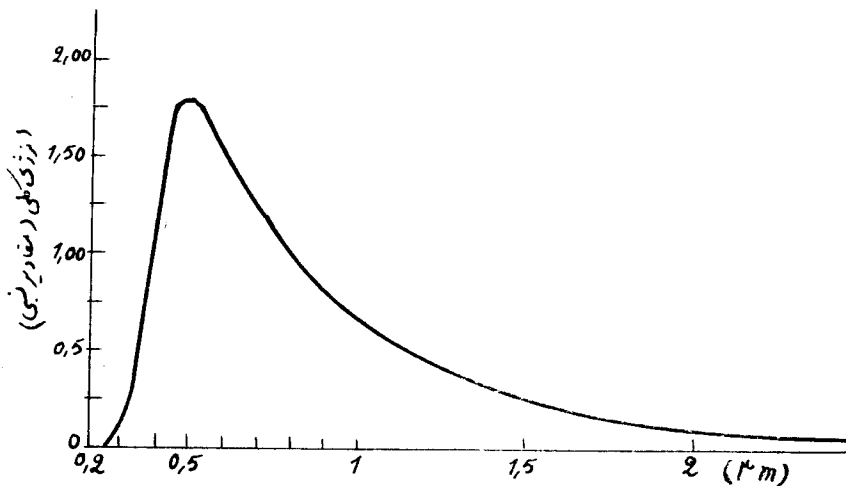
تقریباً نیمی از پرتوهای پخش شده توسط مولکولها و گرد و خاک بصورت پرتوهای آسمانی بزمین می‌رسند. چون جذب نواحی با طول موج‌های کوتاه نسبت به طول موج‌های بلند شدید است بیناب پرتوهای آسمانی نسبت به پرتوهای خورشیدی بطرف رنگ آبی تغییر محل میدهد. پرتوهای کلی مجموعه‌ای از پرتوهای مستقیم و پرتوهای آسمانی خواهد بود که بیناب آن در شکل (۴) نشان داده شده است دیده می‌شود که ماگزیمم این منحنی در روی $0.49 \mu\text{m}$ در صورتیکه ماگزیمم منحنی (۳) در روی $0.54 \mu\text{m}$ است.

اگر قادر بودیم انرژی وارده از خورشید را بخوبی اخذ کرده و حفظ نمائیم دیگر احتیاجی به هیچ منبع انرژی دیگر نبود ولی مشکلاتی در مورد تبدیل انرژی خورشیدی به حرارت و یا الکتریسته وجود دارد و تاکنون راه حل اقتصادی مناسبی پیدا نشده است مگر زیر کاربردهای مختلف و محدودیتهای آنرا بررسی خواهیم کرد.



شکل ۳- بیناب پرتوهای مستقیم انرژی خورشیدی

- الف: بیناب جسم سیاه با ... درجه کلون
- ب: بیناب خورشیدی بعد از جذب پرتوهای ماوراء بنفش .
- ج: بیناب خورشیدی بعد از جذب و پخش مولکولهای انتخابی .
- د- بیناب خورشیدی بعد از اثر گردو خاك .
- هـ- بیناب خورشیدی بعد از اثر بخار آب .



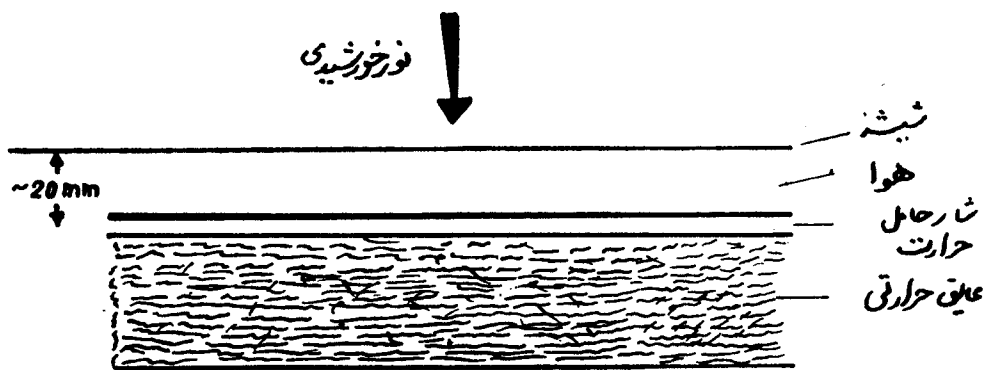
شکل ۴- بیناب کلی خورشید (مستقیم و پخش شده)

ارتفاع خورشید . ۹ درجه - آسمان صاف

۱- گرمایش مستقیم: باگیرنده‌های مسطح بدون هیچ اشکالی درجات حرارت تا حدود یکصد درجه سانتیگراد به‌سوی دست می‌آید. در این سیستم حرارت وسیله یک سطح سیاه با استفاده از روش گلخانه‌ای مانند شکل جذب می‌گردد. یک شیشه که در فاصله چند میلیمتری بالای صفحه سیاه قرار گرفته است از اتلاف حرارتی مربوط به پرتوهای مادون قرمز و انتقال حرارت از طریق هوا جلوگیری می‌نماید (اثر گلخانه‌ای) هر قدر دمای شاری که حرارت را منتقل می‌کند

در خروجی آن نزدیک دمای محیط باشد بهره سیستم بهتراست. باین ترتیب برای تابش خورشیدی خوب، بهره تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی حرارتی به ۰.۷٪ می‌رسد. بدلیل ازدیاد اتلاف حرارتی که بصورت تابع غیر خطی نسبت به درجه حرارت بالا می‌رود بهره در حدود ۱۰۰ درجه سانتیگراد صفر می‌گردد. همچنین بهره برای تابش های با شدت کم کاهش یافته و برای تابش در حدود ۰.۳٪ تابش ماگزیمم ممکن، که 1 KW/m^2 است برابر صفر می‌گردد.

در یک آب‌هوای معمولی و برای دمای خروجی برابر ۰.۵ درجه سانتیگراد می‌توان بهره سالیانه برابر ۰.۳٪ بدست آورد. در کشورهای مختلف هم اکنون برای گرم‌کن‌های خانگی و استخرهای عمومی و خشک‌کردن میوه‌ها از این روش استفاده می‌کنند. در مورد آب بدلیل غلظت زیاد و توانائی ما برای سجزا کردن آن از محیط اطراف و تمرکز زیاد انرژی خورشیدی در آن، راندمان بالا است. در مورد گرم‌کن‌های آفتابی خانگی با توجه به بازار تکنولوژی ساخت و در نظر گرفتن قیمت فعلی نفت، هزینه ساخت آن بعد از سه تا پنج سال جبران شده و از آن به بعد آب گرم بصورت رایگان در می‌آید. در مورد خانه‌های آفتابی مقایسه گرمایش وسیله آفتاب با گرمایش وسیله نفت یا برق در حال حاضر مشکل است. محاسبات و تجربه نشان داده است در صورتیکه ساخت این‌گونه ساختمانها بصورت سری درآید قیمت‌های کنونی ۰.۵ تا ۰.۶٪ کاهش یافته و بسیار با صرفه خواهد بود هم‌اکنون تعداد زیادی خانه و آپارتمان‌های بلند با استفاده از این سیستم‌ها در اروپا و ژاپن ساخته شده‌است گیرنده‌ها در روی پشت‌بام و یا سطوح ساختمان‌ها قرار داده شده و نتایج بسیار رضایت بخشی بدست آمده است.



شکل ۰- جذب انرژی خورشیدی (اثر گلخانه)

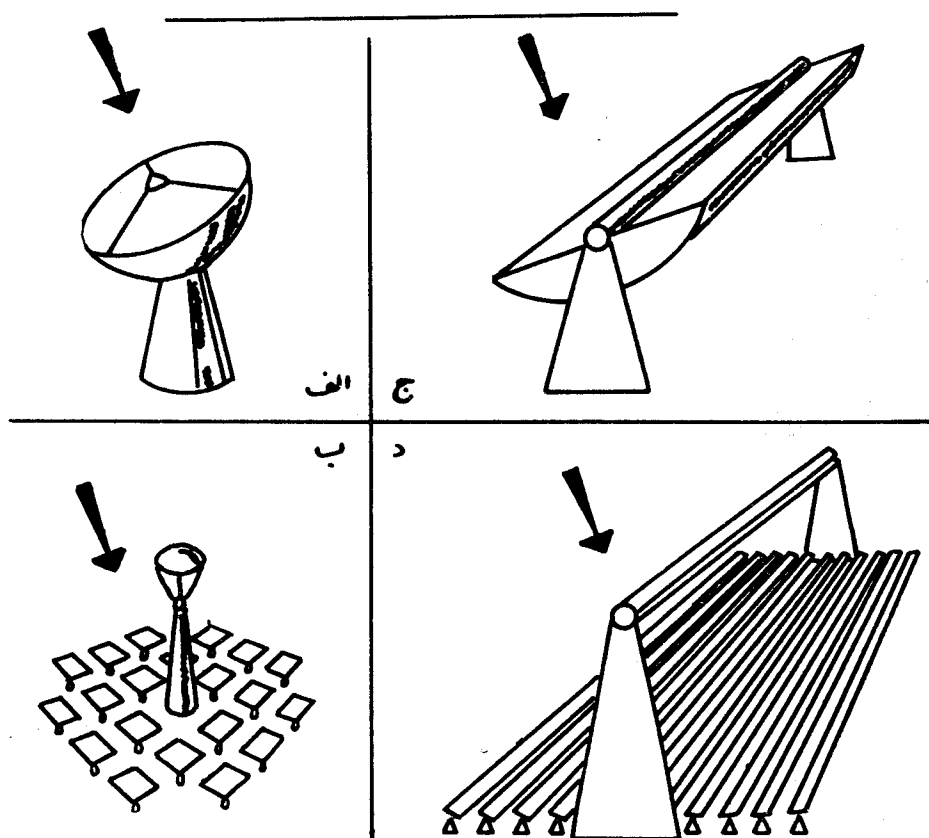
۲- موتورها و مراکز خورشیدی :

با استفاده از یک‌ساشین پیستونی یا یک توربین بخاری یا گازی از حرارت آفتاب می‌توان انرژی مکانیکی یا الکتریکی بدست آورد. راندمان تبدیل پرتوها به انرژی مکانیکی حاصل ضرب راندمان گیرنده خورشیدی و راندمان ساشین مورد استفاده است. بالنتیجه هرچه دمای شار جذب کننده انرژی خورشیدی در ورودی سیکل ترمودینامیکی بالاتر باشد راندمان کلی بالاتر است از اینرو باید سعی شود سیستم گیرنده با قدرت تمرکز زیاد که قادر به تهیه حرارت‌های بالا است بکار رود. بدون سیستم متمرکز بزحمت می‌توان دمای ۰.۷ درجه بدست آورد در صورتیکه اگر قدرت تمرکز سیستم حداقل ۰.۵ باشد می‌تواند تا دمای ۳۰۰ درجه سانتیگراد فراهم نماید.

اگر درجات بالاتر مورد توجه باشد تنها سیستم تمرکز کانونی نقطه‌ای که می‌تواند با قدرت تمرکز زیاد (مثلاً ۳۰۰۰) کار کند بکار خواهد رفت.

سه سیستم گیرنده در حال حاضر شناخته شده‌است: گیرنده مسطح، گیرنده با تمرکز خطی، گیرنده با تمرکز نقطه‌ای. گیرنده‌های مسطح کل نور پخش شده را اخذ کرده و بگردوغبار حساس نبوده و نگهداری آنها ساده است. این نوع موتور-های خورشیدی در مناطق خشک که دسترسی به آنها مشکل است بسیار مفید است راندمان کلی آنها حدود چند درصد بوده و بزرگترین نوع آن با قدرت 3 KW چندسال است در مکزیک کار می‌کند. سطح گیرنده مسطح آن ۱۰۰ متر مربع است.

سیستم‌های متمرکز (شکل ۶) دارای معایب زیر هستند اولاً کل پرتوهای پخش شده که تقریباً ۲٪ تابش سالیانه است در این سیستم‌ها جذب نمی‌شود در نتیجه برای مناطقی که آب و هوای متغیر دارند و نورپخش شده زیاد است مناسب نبوده و مخصوص کشورهای است که دارای آفتاب منظم است ثانیاً برای سیستم توجیه آینه‌ها و تمیز کردن آنها نگهداری و مواظبت دائم لازم است و این مواظبت با بالا رفتن درجه تمرکز بیشتر می‌شود. گیرنده‌های مسطح ثابت بوده ولی گیرنده‌های متمرکز خطی، بر روی یک محور و گیرنده‌های متمرکز نقطه‌ای بر روی دو محور باید تنظیم شوند. متمرکز کننده‌های خطی قبلاً از آینه‌های استوانه‌ای سهمی استفاده می‌کردند ولی امروزه مطالعات بیشتر بر روی آینه‌های مسطح کوچک انجام می‌شود. و مراکز از ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلووات فعلاً برای مبنای کار می‌کنند. در اروپا و در آمریکا مطالعات بیشتر بر روی مراکز تمرکز نقطه‌ای با آینه‌های مسطح کوچک انجام می‌شود که این مراکز بنام «مراکز برجی» خوانده می‌شوند. صدها بلکه هزارها آینه هلیواستاتیک به مساحت‌های ۴ متر مربع هر یک در روی زمین نصب شده و بر روی مخزن مرکزی که در روی یک برج به ارتفاع ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر از سطح زمین قرار دارد کانونی میشوند. بهره مراکز بالا حدود ده درصد تخمین زده شده است یک مرکز با قدرت ۱۰ MW، ۳ هکتار لازم دارد. با محاسبات پژوهشگران آمریکائی هزینه مراکز یاد شده در حدود ۱۲۰۰ دلار برای هر کیلو وات خواهد بود.



شکل ۶- سیستم‌های تمرکز دهنده نور خورشیدی

الف: تمرکز دهنده نقطه‌ای شامل یک آینه سهمی قابل تنظیم در روی دو محور. با این سیستم بالاترین دما بدست آمده است.

ب: تمرکز دهنده نقطه‌ای برجی ثابت.

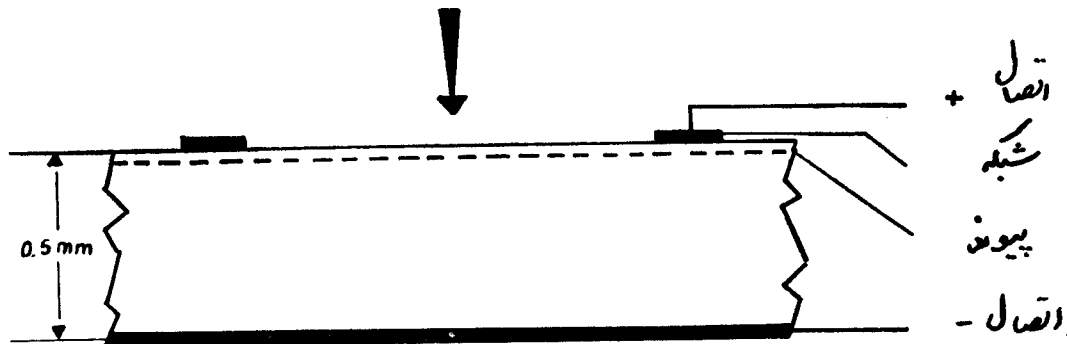
ج: تمرکز دهنده خطی شامل یک استوانه سهمی قابل تنظیم در روی یک محور.

د: تمرکز دهنده خطی ثابت. پائین ترین دما با این سیستم بدست آمده است.

بالاخره موتورهای خورشیدی که آینه‌های سهمی بکار می‌برند در حال حاضر تحت پژوهش هستند. نمونه مراکز یادشده با قدرت 1 MW و با سه هزار درجه سانتیگراد در فرانسه نصب شده است سطح آینه این مرکز ۱۹۰۰ مترمربع است این مراکز برای نصب در شهرهای کوچک و پراکنده بسیار مناسب است.

۳- پدیده فوتولتائیک

با استفاده از فوتوپیل ها که در الکترونیک مورد استفاده اند می‌توان پرتوهای خورشیدی را مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل کرد. بادر نظر گرفتن چگالی ضعیف نور خورشیدی و قیمت نسبتاً زیاد مواد نیم رسانا باید بین سطح و حجم این فوتوپیل ها نسبت مناسبی در نظر گرفته شود. بدین ترتیب صفحات سیلیسیم با ضخامت نیم میلیمتر و در انواع پیشرفته صفحات سولفور-کادمیم با ضخامت ۱۰ میکرون بکار می‌برند. این صفحات مانند شکل (۷) دارای دو اتصال هستند. یکی از این اتصالات بصورت شبکه‌ای در طرف روشن و دیگری در طرف تاریک قرار دارد. با عمل دوپاژسد پتانسیل نسبتاً قوی درست در زیر شبکه بوجود می‌آورند. در اثر تابش نور خورشید الکترونهاى ماده نیمه هادی آزاد شده و جذب سد پتانسیل میگردند. باین ترتیب در اثر تابش آفتاب، نیروی محرکه هر فوتوپیل که حدود نیم ولت است بوجود می‌آید. جریان هر فوتوپیل متناسب با مساحت سطح روشن آنست. لازم به تذکر نیست که پدیده فوتولتائیک از اثر متقابل ذرات نور با الکترون‌های کریستال نیم رسانا بوجود می‌آید بنابراین بهتر است که فوتوپیل ها در درجات حرارت پائین بخصوص در حد حرارت محیط کار کنند هرگونه ازدیاد درجه حرارت راندمان آنها را پائین خواهد آورد. حسن بزرگ فوتوپیل ها در این است که برعکس میدل‌های حرارتی در تابش‌های ضعیف نور نیز بخوبی کار می‌کند و راندمان آنها در برابر شدت‌های متفاوت ثابت است و در هر آب‌وهوا و آفتاب شدید یا ضعیف به نحو احسن کار می‌کند. بهره فوتوپیل‌های موجود در بازار که بهترین نوع نیستند از ۱٪ تا ۱۰٪ است که بالاتر از راندمان مراکز ترمودینامیکی یاد شده بوده و بعلاوه اشکالات نگهداری و نظافت و توجیه را ندارد. یکدسته از فوتوپیل‌ها که روی یک صفحه نصب شده و در فضای آزاد ثابت شود به تولید الکتریسته ادامه میدهد در این سیستم هیچ چیز بغیر از الکترون‌ها جابجا نمی‌شوند سروصدا ندارد و حتی بایک لایه گل که بر روی آن بنشیند بکار خود خواهد ادامه میدهد



شکل ۷- اساس ژنراتورهای خورشیدی بانیم رسانا

کاربرد آنها بسیار وسیع است. چند مثال زیر را میتوان برشمرد: تغذیه ساعت‌های مچی، تغذیه تلفن‌های کنارجاده علامت‌گذاری راه‌ها و راه‌آهن و سواحل دریائی، تغذیه حصار دور چراگاه‌ها، فرودگاه‌ها، گیرنده‌ها و فرستنده‌های ایستگاه‌های رله برای رادیو و تلویزیون و مخابرات، باطری برای کشتی‌های بادی، سرمازائی با کمپرسورها و آب‌رسانی برای مزارع. بغیر از تغذیه، ماهواره‌ها که حدود ۱۰ سال و با قدرت سالیانه ۱۰۰ کیلووات انجام می‌شود در سال ۱۹۷۲ تولید کلی در حدود ۱ کیلووات بود در آن تاریخ قیمت برای هرات برابر یکصد دلار تمام می‌شد. در ۱۹۷۶ تولید جهانی در حدود ۴۰۰ کیلووات بوده و قیمت بازای هرات به ۱۰ دلار تنزل کرده است در سال ۱۹۷۷ تولید جهانی از یک مگاوات تجاوز کرده و قیمت به حدود ۱۰ دلار بر هر وات خواهد رسید. این اعداد نشان میدهد که همانند ترانزیستور که در ۱۰ سال قیمت آن به صد - تقسیم شده بود فوتوپیل‌ها هم که مواد مشابهی هستند همین راه را خواه ناخواه خواهند پیمود. یادآور می‌شویم که این مولدها

برای برابری قیمت با باتری های شیمیائی ساخته شده اند و از نظر تولید نیروی الکتریکی در مقیاس زیاد تحقیقات وسیعی در تمام آزمایشگاهها در جریان است پژوهشگران معتقدند که قیمت بحرانی ۱۰۰۰ دلار بر هر کیلووات در عرض ۱۰ تا ۱۵ سال دیگر اسکان پذیر خواهد بود. در حال حاضر پژوهشها در جهت پیل های سیلیسیم چند کریستالی و پیل های سولفور کادمیم که باروش پودری از طریق شیمیائی بر روی یک شیشه قرار می گیرند ادامه دارد مواد دیگری مانند آرسنورگالیم نیز تحت مطالعه است.

روش های دیگر استفاده از انرژی خورشیدی

بدون وارد شدن در جزئیات تنها یادآور می شویم که پژوهش های دیگری نیز با استفاده از نور خورشید در جریان است از میان آنها میتوان فوتوسنتز یعنی بدست آوردن تولید گیاهی بهتر با کاربرد گلخانه های مخصوص، فوتوشیمی و بخصوص فوتولیز که اجازه خواهد داد با استفاده از نور ماوراء بنفش خورشید آب را تجزیه نمائیم و بالاخره ذخیره انرژی خورشیدی در با تجزیه موادی چون امونیاک به نیتروژن و هیدروژن که موقع ترکیب مجدد انرژی جذب شده را مجدداً پس میدهد.

نتیجه : باتوجه به بحران اخیر انرژی و افزایش قیمت مواد سوخت اعم از فسیلی و یا هسته ای و سیاسی شدن - مسأله انرژی و آلودگی محیط زیست به پس ماندهای ذغالی و نفتی و بخصوص هسته ای و با در نظر گرفتن ارزش واقعی مواد نفتی و ترکیبات آن از نظر پتروشیمی، توجه جهانیان بناچار بطرف انرژی خورشیدی که قرون متمادی بیدریغ در اختیار ما بوده و دیدلائل ارزانی مواد دیگر انرژی را مشکلات تکنولوژی استفاده از انرژی خورشیدی مورد توجه و استفاده قرار نگرفته است جلب خواهد شد. سالیانه خورشید بیست هزار برابر کل انرژی مصرفی روی زمین را بان وارد می کند. تکنولوژی استفاده از انرژی هسته ای که فقط نیم قرن انرژی ما را تأمین خواهد کرد. بعد از چند دهه با وجود مشکلات فراوان نظری و تکنولوژی توسعه و تکامل پیدا کرد جای بسی تأسف است که انرژی خورشیدی و تکنولوژی استفاده از آن که بارها ساده تر از هسته ای است بفراموشی سپرده شده است در این مقاله راههای متعدد استفاده از انرژی خورشیدی فهرست وار مورد توجه قرار گرفته است و لازم است که دانشگاهها و مؤسسات صنعتی کشور از هم اکنون ب فکر پژوهش و ساخت ماشین آلات استفاده از انرژی خورشیدی باشند تا بلکه این بار بادر نظر گرفتن موقعیت جغرافیائی کشور، بتوان از منبع انرژی عظیم و تمیز خورشیدی دور از بازار سیاست جهانی استفاده نمود.

منابع

Références :

- 1) Publication No. 20 de la commission électrotechnique internationale (1973)
- 2) Photosynthésis, Rabinowitch, Wiley and Son, Inc., New - Yourk (1969)
- 3) Rayonnement ultra - violet dans la lumière des villes contemporaines. Deuxième congrés européen de la lumiere, Bruxelles (1973)
- 4) Les Energies de substitution et l'environnement, Nuisances et Environnement Mars (1974)
- 5) L'énergie de substitution, Rev. Franc. Elect. No. 251 (1975)
- 6) Le Rayonnement solaire, Rev. Franc. Elect. No. 254 (1976)
- 7) L'utilisation de l'Energie solaire, Rev. Franc. Elect. No. 255 (1976)