

تاریخچه صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی

بهره‌گیری از انرژی خورشید در تاریخ تمدن انسانی سابقه ای بسیار کهن دارد. انرژی خورشیدی یکی از اولین منابعی بود که انسان برای تامین گرما به آن روی آورد. انسان اولیه از مزایای غار و ایجاد دریچه‌هایی در برابر نور خورشید با هدف بهره‌گیری از تشعشع خورشید برای گرمایش آگاه بود.

دیرزمانی از آغاز حیات انسانی گذشته بود که انسانها بسیاری از موادی که می‌توانستند حرارت خورشید را ذخیره کنند کشف کردند، استفاده از خورشید و انرژی بی‌پایان آن دوش به دوش تکامل تمدن انسانی گسترش یافته و امکانات آن به تدریج شناخته می‌شد، و بدین ترتیب خورشید چون ابزاری در پیروزی انسان بر کوهی خاک به کار گرفته می‌شد. خورشید وسیله‌ی آتش افروختن، جوشاندن آب بود و انسان خیلی زود انعکاس و متمرکز کردن نور خورشید را برای کاربردهای بالا فرا گرفت.

استفاده از انرژی خورشید برای آتش زدن کشتیهای جنگی در سال ۲۱۲ ق.م به وسیله‌ی ارشمیدس یکی از فصول درخشان تاریخ دانش بشری است. ارشمیدس با نصب آینه‌هایی مربع شکل، کوچک در کنار یکدیگر و روی یک پایه‌ی متحرک، نور خورشید را بر روی کشتی‌های مهاجم دشمن متمرکز و آنها را به آتش کشید.

واقعیت تاریخی این داستان کهنه هنوز چندان روشن نیست، اما داستان اختراع ارشمیدس نشانه آنست که طراحی ابزارهای گوناگون برای بهره‌گیری از انرژی خورشید در تاریخ تمدن ریشه‌هایی دارد.

با تکامل ابزارهای بهره‌گیری از انرژی خورشیدی، درک افسانه‌ای واسطوره‌ای انسان از خورشید دگرگون شد.

باورداشتهای خرافی و تفکر سنتی درباره خورشید تا سال ۱۶۰۰ میلادی به تدریج از بین رفت و با کنار رفتن هاله سحر و جادو و افسانه از گرد واقعیت خورشید، مطالعه علمی درباره آن آغاز شد. در دوران طلایی رنسانس قرن ۱۴

تا ۱۷ میلادی، ابزارهای گوناگونی برای بهره‌گیری از انرژی خورشیدی طراحی و ساخته شد. یکی از اختراعات این دوران که توسط سالمون دوکا (salmon de caus) فرانسوی طراحی و ساخته شد؛ موتور پمپ آب با کمک انرژی خورشیدی بود. او برای گرم کردن هوا در یک موتور خورشیدی، از انرژی خورشیدی بهره گرفت و موفق به پمپاژ آب شد. با وجود اینکه موتور خورشیدی او بسیار ساده بود ولی اهمیت بسیار داشت؛ بطوریکه ۲۰۰ سال پس از اختراع سالمون دوکا این موتور بار دیگر ساخته شد و مورد بهره‌برداری قرار گرفت.

در دوران رنسانس ساخت ابزار خورشیدی مانند بسیاری از ابداعات آن دوران غیرعملی و با کاربردی بسیار کم دامنه بود و صرفاً برای افزایش اطلاعات علمی و آزمایشهای تجربی ساخته می‌شد. اما در قرن هیجدهم این روند تغییر کرد. در این قرن «کوره خورشیدی» که می‌توانست آهن، مس و سایر فلزات را ذوب کند ساخته شد. در ساخت کوره خورشیدی فوق از آهن صیقل شده، لنزهای شیشه‌ای و آئینه‌ها استفاده می‌شد.

این نوع کوره‌ها در سرتاسر اروپا و خاورمیانه بکار گرفته شد. لاوازیه دانشمند بزرگ قرن ۱۸ نیز کوره‌ای ساخت که تا ۱۷۵۰ درجه سانتیگراد حرارت تولید می‌کرد. در این کوره یک عدسی ۵۲ اینچی (۱۳۲ سانتیمتری) و یک عدسی ۸ اینچی (۲۰ سانتیمتری) بکار رفته بود. درجه حرارتی که این کوره تولید می‌کرد تا صد سال پس از لاوازیه نیز بالاترین درجه حرارتی بود که تولید شد.

در اوایل قرن نوزده میلادی انواع گوناگون موتورهای هوای گرم ساخته شد. هر چند موتور هوای دو پیستونی معروف استرلینگ برای استفاده از انرژی خورشیدی طراحی نشده بود، اما ساختمان آن برای استفاده از انرژی خورشید ایده‌آل بوده و بعدها با اصلاحات جزئی قابل بهره‌برداری با انرژی خورشیدی شد.

یکی از دستاوردهای مهم در اواخر قرن هیجدهم و اوائل قرن نوزدهم استفاده از گردآور مسطح بود. تا پیش از این تاریخ در کلیه سیستم‌های خورشیدی از گردآور متمرکزکننده نور استفاده می‌شد؛ اما در اوائل قرن نوزدهم بهره‌گیری از گردآور مسطح رایج شد. در این نوع گردآورها، نور خورشید در یک نقطه متمرکز نشده و به طور یکنواخت بر یک سطح مسطح تابیده می‌شود. ساخت این نوع گردآورها در مقایسه با گردآورهای متمرکزکننده ساده‌تر بوده، و بعلاوه وجود هوای غیر ابری برای کارکرد آنها ضروری نیست.

در سال ۱۹۰۱ میلادی یک گردآور متمرکزکننده به قطر ۳۳ فوت (۱۰ متر) به وسیله یک امریکائی بنام ا-جی-انیز (A.G.Eneas) ساخته شد. این گردآور یک دستگاه پمپ آب را بکار می‌انداخت. ساختمان این گردآور از یک اسکلت فلزی که به یک چتر باز شده‌ی وارونه شبیه بود و بر روی آن ۱۷۸۸ آئینه نصب شده بود تشکیل می‌شد. امواج خورشید در کانون این آئینه متمرکز شده و آب را به نقطه جوش می‌رساند، بخار آب تولید شده توربین متصل به پمپ را به حرکت در می‌آورد.

در سال ۱۹۰۷ میلادی یک مهندس مبتکر بنام فرانک شومان (Frank Shuman) با استفاده از گردآور مسطحی به مساحت ۱۲۰۰ فوت مربع موتوری به قدرت ۳/۵ اسب اختراع کرد. این گردآور مسطح برای گرم کردن آب بکار می‌رفت. آب گرم تولید شده با کمک یک مبدل حرارتی، اتر را به جوش آورده و بخار اتر موتور و در نتیجه پمپ متصل به آن را به حرکت در می‌آورد. هرچند این موتور خورشیدی قدرت پیش بینی شده یعنی صد اسب را تولید نکرد، ولی فن ساخت آن از اهمیت بسیاری برخوردار بود.

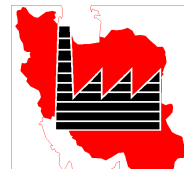
با پیدایش سوخت‌های فسیلی مساله طراحی و ساخت دستگاه‌های خورشیدی اهمیت خود را از دست داد. سوخت‌های فسیلی بویژه در اوائل قرن بیستم به علت ارزانی فوق‌العاده آن نقش انرژی اصلی را در تمدن بشری بر

عهده گرفت و تلاش برای بهره‌گیری از انرژی خورشیدی را مدتی متوقف کرد. اما پس از بحران انرژی بویژه در سال‌های اخیر، بار دیگر مسئله انرژی خورشیدی و پژوهش‌های علمی و فنی برای بکارگیری این انرژی و جایگزین کردن آن به جای سوخت‌های فسیلی و دیگر انرژی‌های پایان‌پذیر مطرح شده و بدینسان دستاوردهای مهم گذشتگان پس از یک دوران کوتاه وقفه برای دستیابی به روشهای بهره‌برداری از انرژی خورشیدی مجدداً مورد توجه قرار گرفته و تلاش برای تکامل آنها و ابداع روشهای جدید ادامه یافته است.

انرژی خورشیدی هم‌اکنون در بسیاری از نقاط دنیا مهار می‌شود و استعداد تولید چندین برابر انرژی مصرفی جهان را دارد مشروط به اینکه از آن بطور صحیح بهره‌برداری شود. از انرژی خورشیدی برای تولید برق یا برای گرم کردن و حتی برای سرد کردن می‌توان استفاده کرد. پتانسیل بهره‌برداری از نور خورشید فقط به خواست و اراده ما برای استفاده و مهار کردن آن بستگی دارد. برای بهره‌برداری از انرژی خورشیدی روش‌های مختلف وجود دارد. با استفاده از فتوسنتز گیاهان نور خورشید را به انرژی شیمیایی تبدیل می‌کنند. ما با خوردن گیاهان و سوزاندن چوب درختان از این انرژی استفاده می‌کنیم. به‌رحال اصطلاح "نیروی خورشیدی" به معنی تبدیل نور خورشید به انرژی گرمایی یا الکتریکی به منظور استفاده است. دو نوع اصلی نیروی خورشیدی عبارتند از: "نیروی حرارتی خورشیدی" و "فتوولتائیک" خانه‌های خورشیدی یا به عبارت دیگر خانه‌هایی که نیروی برق و حرارت آنها از طریق خورشید تأمین می‌شود در انگلستان وجود دارد. نیروی حاصل از انرژی خورشیدی را می‌توان برای مصرف برق و آب گرم خانگی مورد استفاده قرار داد.



مطالعه امکان سنجی مقدماتی صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی



رشد روزافزون مصرف انرژی در کشورهای صنعتی و در حال توسعه، همچنین تجدیدناپذیری سوخت‌های فسیلی و کاهش تدریجی منابع این نوع از انرژی، دولت‌ها را بر آن داشته است تا استفاده از منابع جدید انرژی را با جدیت در دستور کار قرار دهند. برای نمونه کشورهای عضو اتحادیه اروپا برای تولید ۲۰ درصد برق مورد نیاز در سال ۲۰۱۲ از طریق انرژی‌های نو هدف‌گذاری کرده‌اند.

در کشور ما نیز استفاده از انرژی‌های نو از حدود ۱۵ سال پیش با تشکیل سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا) وارد مرحله تازه‌ای شد. این سازمان در گام نخست استفاده از انرژی باد و خورشید را در اولویت برنامه‌های خود قرار داد.

۱- معرفی محصول

سلولهای خورشیدی نشان دهنده واحد تبدیل انرژی در یک سیستم فتوولتائیک هستند. آنها از نیمه رساناها تشکیل شده‌اند و با دیگر وسایل نیمه هادی شباهت زیادی دارند. از قبیل دیود و ترانزیستور و نیز مدارات مجتمع، اما برای کارهای عملی این سلولهای خورشیدی به صورت یک ماژول بسته بندی می‌شوند.

سلولهای خورشیدی متفاوتی در بازار موجود هستند و تعداد زیادی نیز در حال توسعه هستند. سلولهای خورشیدی از لحاظ نوع ماده بکار رفته و ساختار آنها به خاطر تولید ماکزیمم انرژی متفاوت هستند. ابزارهایی با بازدهی ۳۰٪ را می‌توان در آزمایشگاه پیدا کرد اما بازدهی چنین ابزارهایی در عمل کمتر از نیمی از این مقدار است. سلولهایی که با کریستال سیلیکن تشکیل شده‌اند، قسمت اعظم بازار را به خود اختصاص داده‌اند. اما به خاطر کاهش قیمت آنها این سلولها از مواد چند کریستالی ساخته می‌شوند زیرا از لحاظ قیمت از مواد یک کریستال خیلی ارزانتر هستند. طول عمر این ماژولها بیش از ۲۰ سال است و بیشترین بازدهی آنها در حدود ۱۸٪ است. یک قسمت مخصوصی از سلولهای خورشیدی با بازدهی بالا برای ساختن ماژولهایی برای تأمین انرژی سیستمهایی که تحت شدت نور زیادی کار می‌کنند بکار روند. این ماژولها از سیلیکن تک کریستالی ساخته شده‌اند. از کاربردهای این دسته می‌توان تأمین انرژی ماهواره‌های فضایی را نام برد.

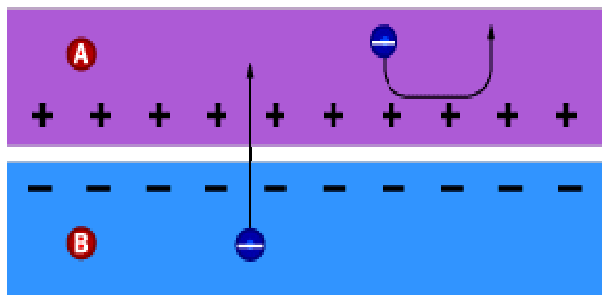
صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی چگونه کار می کنند؟

توانایی و عمل صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی براساس قابلیت نیمه رساناها برای تبدیل مستقیم نور خورشید به الکتریسته و استخراج اثر فتولتائیک است. در مرحله تبدیل انرژی مستقیم نور خورشید باعث ایجاد ذرات باردار متحرک در این رساناها می شود که بعداً توسط ابزار ساختاری جدا می شوند و جریان الکتریکی را تولید می کنند. نیروی تولید شده از یک کنترل کننده بار عبور می کند و به باطری می رسد. این کنترل کننده بار عمل شارژ شدن باطریها را رگوله می کند. چرا که لازم است ولتاژ دو سر باطریها به صورت آهسته رشد کند و افزایش یابد. همانطور که می دانیم اگر عمل شارژ باطریها به صورت سریع انجام شود و یا اینکه باعث شود که باطریها بیشتر شارژ شوند باعث کاهش طول عمر باطریها خواهد شد.

تشریح صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی:

پیش از این، سیلیکون از نظر الکتریکی کاملاً خنثی بود. الکترونهای اضافی توسط پروتونهای اضافی فسفر از تعادل خارج می شوند. الکترونهای از دست رفته (حفرهها) با پروتونهای از دست رفته ی بور، تعادل را از بین می برند. وقتی حفرهها و الکترونها در پیوندگاه بین سیلیکون نوع P, N ترکیب می شوند، به هر حال خنثایی از دست می رود. آیا الکترونهای آزاد همه ی حفرههای آزاد را پُر می کنند؟ نه! اگر آنها چنین کنند، پس این نظم کامل مفید نخواهد بود. ولی درست در پیوندگاه، آنها آمیخته شده و حصاری را به وجود می آورند. با سخت تر و سخت تر کردن آن برای الکترونهای نوع N که به سمت P عبور می کنند. در نهایت موازنه برقرار می شود و ما یک میدان الکتریکی جداگانه ی دوجانبه داریم.

شکل ۱ (A) سیلیکون نوع N و (B) سیلیکون نوع P



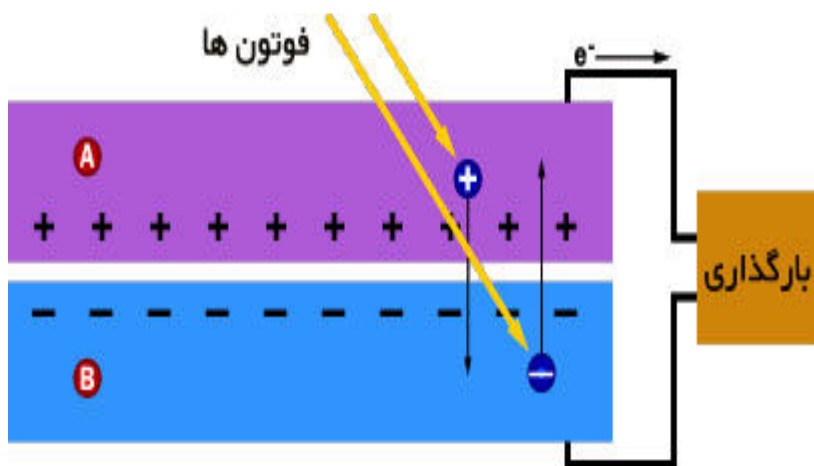
اثر میدان الکتریکی روی سلول فتوولتایی:

این میدان الکتریکی با هل دادن الکترون‌ها برای جاری شدن از نوع p به نوع N و نه به طریق دیگری همانند دیود عمل می‌کند. این حالت شبیه یک توده است (الکترون‌ها به سادگی می‌توانند به توده سرازیر شوند، ولی نمی‌توانند از آن بالا روند). بنابراین ما یک میدان الکتریکی فعال به دست آورده‌ایم؛ مانند یک دیود که در آن الکترون‌ها فقط می‌توانند در یک جهت حرکت کنند.

هنگامی که نور در قالب فوتون‌ها، به سلول خورشیدی برخورد کنند، انرژی آن‌ها زوج الکترون-حفره آزاد می‌کند. هر فوتون با انرژی کافی معمولاً یک الکترون را به طور کامل آزاد خواهد کرد و یک حفره‌ی آزاد را نیز نتیجه می‌دهد اگر این رویداد به قدر کافی به میدان الکتریکی نزدیک باشد، یا اگر الکترون آزاد و حفره‌ی آزاد رویداد انحراف به درون گستره‌ی تأثیرش رخ دهد، این میدان الکترون را به سمت N و به سمت P حفره گسیل خواهد کرد. این بیشتر در نتیجه یا تمام خنثایی الکتریکی است و اگر ما یک مسیر جریان سطحی را به وجود آوریم، الکترون‌ها در سراسر

مسیر در جهت اصلی شان (سمت P) برای پیوستن به حفره‌هایی که انجام کار میدان الکتریکی به آنجا گسیل شده، جریان می‌یابند. حرکت الکترون جریان را تولید می‌کند، و میدان سلول ولتاژ را به وجود می‌آورد. با داشتن جریان و ولتاژ توان را داریم که حاصل ضرب این دو خواهد بود.

شکل ۲ (A) - سیلیکون نوع N و (B) سیلیکون نوع P عملکرد سلول فتوولتایی

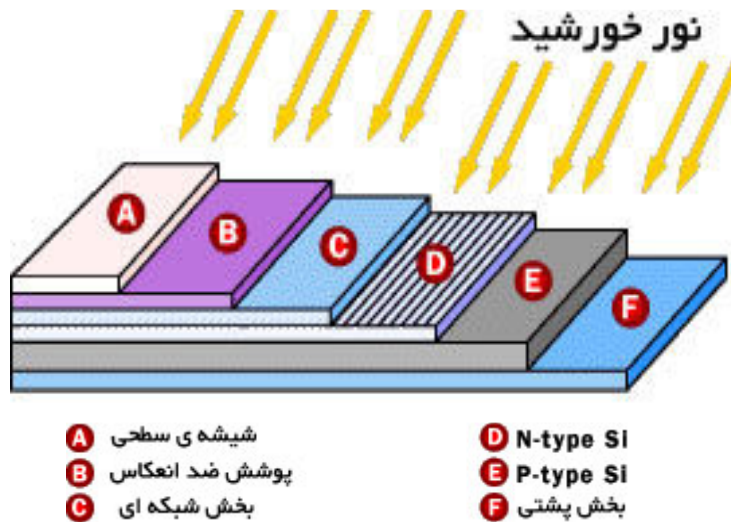


مراحل بیشتری هستند که پیش از آن که ما واقعاً بتوانیم از سلول استفاده کنیم رها می‌شوند. سیلیکون پیش می‌آید که ماده‌ی بسیار صیقلی باشد، که به معنی اینست که بسیار بازتابنده است. فوتون‌هایی که بازتابنده‌اند نمی‌توانند توسط سلول به کار روند. به همین علت، یک اندود ضد انعکاس در بالای سلول به کار رفته که اتلاف بازتاب را تا کم‌تر از ۵ درصد کاهش می‌دهد.

با اتصال چندین سلول (معمولاً ۳۶ عدد) به صورت سری و موازی برای دستیابی به ترازهای مفید ولتاژ و جریان ساخته می‌شوند و با به کار بردن آن‌ها در یک قالب تنومند با یک پوشش شیشه‌ای و پایانه‌های مثبت و منفی پشت آن کامل می‌شود. صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی چه مقدار از انرژی تابشی خورشید را جذب می‌کند؟

متأسفانه بیشترین چیزی که صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی ساده‌ی ما می‌تواند جذب کند حدود ۲۵ درصد است و البته ۱۵ درصد و کم‌تر محتمل‌تر است.

شکل ۳- ساختار یک مولد سلول سیلیکونی PV



ساختار یک سیستم فتوولتائیک

یک سیستم فتوولتائیک شامل یک تعدادی از قسمت‌ها و زیرسیستم‌هایی است که این زیرسیستم‌ها عبارتند از:

۱. تولید کننده اثر فتوولتائیک همراه با ابزارهای مکانیک و اگر ممکن باشد یک سیستم دنبال کننده خورشید

۲. باطری (زیرسیستم ذخیره انرژی)

۳. تجهیزات کنترلی و نمایشگرها و وسایل اندازه‌گیری

۴. تولید کننده پشتیبانی

اینکه این سیستمها چگونه و بر چه ملاکی انتخاب شوند به پارامترهای زیادی بستگی دارد.

در مجموع ۲ دسته از سیستمهای فتوولتائیک وجود دارند:

۱. سیستم شبکه‌ای و پیوسته

۲. شبکه منفصل و سیستم جدا از هم

ساده‌ترین شکل یک سیستم فتوولتائیک تولید جریان **DC** برای راه انداختن یک ابزار است. در بقیه سیستمها یک باتری نیز برای ذخیره انرژی به کار می‌رود. دیگر اشکال انرژی نیز مورد نیاز است. بنابراین ابزارهایی برای تولید و تغییر شکل دادن انرژی وجود دارند. به عنوان مثال بعضی از ابزارهای الکتریکی با برق **AC** کار می‌کنند و ما ناچار هستیم که یک مبدل **DC AC** را نیز در سیستم خود بگنجانیم که در اینجا مختصری در مورد ابزارهای اساسی یک سیستم فتوولتائیک شرح می‌دهیم.

تولید کننده اثر فتوولتائیک

قلب یک سیستم فتوولتائیک، تولیدکننده اثر فتوولتائیک است. این تولید کننده از ماژولهای فتوولتائیک تشکیل شده است که این ماژولها از داخل به یکدیگر متصل هستند و وظیفه دارند که یک برق **DC** را تولید نمایند. از کنار هم گذاشتن ماژولها ما آرایه‌ای از ماژولها را خواهیم ساخت. یک ماژول صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی

نشان دهنده ساختار اصلی یک سیستم فتوولتائیک است. این ماژول فتوولتائیک وظیفه تولید انرژی الکتریسیته را دارد و مهمترین قسمت یک سیستم فتوولتائیک می باشد. ساختار یک ماژول براساس ساختار کریستالی یا شبه کریستالی سلولهای آن می باشد. در بیشتر موارد سلولها به صورت متوالی در داخل یک ماژول صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی به هم متصل هستند. و این به خاطر ویژگیهای الکتریکی هر یک از سلولهای خورشیدی می باشد. یک سلول خورشیدی با قطری در حدود ۴ اینچ که از جنس سیلیکون کریستالی ساخته شده باشد و یا یک سلول چند کریستالی به ابعاد $10\text{cm} * 10\text{cm}$ تحت شرایط استاندارد چیزی در حدود ۱ تا ۱/۵ وات جریان برق تولید می کند. بسته به بازدهی سلول این توان همراه با یک ولتاژی بین ۱/۵ تا ۱/۶ ولت است و چون موارد نادری وجود دارند که تحت این ولتاژ کار می کنند در نتیجه ناگزیر هستیم که این سلولها را به صورت سری (متوالی) به هم وصل کنیم.

تعداد سلولهای موجود در یک ماژول صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی بیانگر ولتاژ آن ماژول است. باید توجه داشت که ولتاژ اصلی تولیدکننده برق بایستی که با ولتاژ اسمی ابزار ذخیره ساز انرژی مقایسه شود. بیشتر کارخانه های سازنده ماژولها استاندارد را برای ماژولها در نظر گرفته اند، که این ماژولها بتوانند با یک باطری ۱۲ ولت کار کنند. معمولاً در یک ماژول صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی بین ۳۳ تا ۳۶ سلول به صورت متوالی به هم متصل هستند و توان این ماژولها چیزی بین ۴۰ تا ۶۰ وات می باشد. پارامترهای ماژول همراه با خود ماژول توسط کارخانه سازنده آماده می شود که این پارامترها تحت شرایط استاندارد زیر تولید می شوند.

25°C دمای ماژول

AM ۱/۵ توزیع طیفی

$1\text{kw}/\text{m}^2$ تابش نور

شرایط بالا، همان شرایطی هستند که تحت این شرایط ویژگی الکتریکی ماژول های خورشیدی را پیدا می کنند.

خروجی اسمی یک ماژول را بیشترین توان خروجی آن می گویند و به صورت W بیان می شود.

سه ویژگی مهم الکتریکی یک ماژول عبارتند از جریان اتصال کوتاه- ولتاژ اتصال باز. نقطه ماکزیمم توان که هر سه

تای این پارامتر تحت شرایط استاندارد اندازه گیری می شوند. این پارامترها شبیه به ویژگیهای $I-V$ یک سلول

خورشیدی هستند اما بعضی از ویژگیهای آن در مورد ماژولها مورد بررسی و دقت نظر قرار نمی گیرند.

دما یک پارامتر مهم در یک سیستم صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی است. ضریب دما برای ولتاژ مدار

باز چیزی در حدود $-2.3 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ برای هر سلول است. بنابراین ضریب ولتاژ یک ماژول یک مقدار منفی و خیلی

بزرگتر از این مقدار است. زیرا ۳۳ تا ۳۶ سلول به صورت متوالی به هم متصل می شوند تا یک ماژول صفحات و

نوارهای جاذب انرژی خورشیدی را بوجود آورند. از طرف دیگر ضریب جریان کوچک و مثبت و در حدود

$+6 \text{ }^{\circ}\text{C } \mu\text{A}$ برای یک ربع از مساحت ماژول صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی خواهد بود. تنها

تغییرات ولتاژ همراه با دمای محیط می باشد که در محاسبات عملی مورد استفاده قرار می گیرد. در محاسبات عملی

برای یک ماژول مستقل که از C_n سلول تشکیل شده است و این سلولها نیز به صورت سری به هم متصل هستند

برابر است با $dV_{oc}/dt = -2.3 * n_c \text{ mv}/^{\circ}\text{C}$ باید مدنظر داشت که تغییرات ولتاژ وابسته به دمای محیط

سلولهایی است که با دمای متفاوت عکس العمل متفاوتی را از خود نشان می دهند.

برای یک ماژول صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی جریان مدار کوتاه یک ماژول نسبت مستقیم با تابش

نور دارد. در نتیجه در طول روز این جریان متغیر است. و چون ولتاژ یک تابع لگاریتمی از جریان است در نتیجه

ولتاژ نیز به صورت لگاریتمی وابسته به تشعشع نور خورشید دارد. با این حال در طول روز تغییرات ولتاژ خیلی

کمتر از جریان خواهد بود. در نتیجه خواهیم داشت: $I_{sc}(G) = I_{sc}(\text{at } 1 \text{ kw/m}^2) * G(\text{in kw/m}^2)$

در نتیجه عملگر ماژول بایستی به گونه‌ای باشد که تا حد ممکن تعداد توان آن به توان ماکزیمم نزدیکتر شود و این یکی از ویژگیهای مهم یک ماژول است که ولتاژ نقطه توان ماکزیمم از نور خورشید مستقل است. میانگین مقدار ولتاژ ماژول در طول روز تقریباً برابر با ۸۰٪ ولتاژ اتصال تحت شرایط استاندارد می باشد.

اتصالات داخلی صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی (photovoltaic) pv

ماژولها به صورت متوالی به هم متصل می‌شوند تا یک رشته‌ای را تشکیل دهند. درحالیکه تعداد ماژولها N_s با ولتاژ DC انتخاب شده مشخص شود و تعداد رشته های موازی N_p با مقدار جریان مورد نیاز حاصل از تولید کننده ارتباط دارد. برای تولید کننده بالا مقدار $N_s = 2$ و $N_p = 3$ است. بنابراین ولتاژ خروجی ۲ برابر ولتاژ هر یک از ماژولها می‌باشد و جریان خروجی برابر با ۳ برابر جریان هر ماژول است. البته این نکات بعداً بحث خواهد شد.

درتجزیه و تحلیل فرض می‌شود که تمام ماژولها یکسان هستند. در عمل این ماژولها مثل هم نیستند و پارامترهای آن ماژولها مقداری با هم فرق می‌کنند که این اختلاف به خاطر دو دلیل عمده است.

۱. سلولهای خورشیدی در صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی از لحاظ کیفیت با هم فرق می‌کنند و این در نتیجه عملکرد کارخانه سازنده است. در حالت کلی جریان تولید شده از ماژولهای تجاری هدر رفتن بیشتری را نسبت به ولتاژ دارند.

۲. شرایط مختلفی ممکن است برای قسمتهای مختلف یک آرایه صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی وجود داشته باشد. به عنوان مثال تمیزی سلول ها ماژول یکسان نباشد.

تنوع در پارامترهای اجزاء دو اثر مهم برجای می‌گذارد. اول: توان خروجی حاصل از تولید کننده از مجموع تصاویر همه ماژولها کمتر است که این اختلاف می‌تواند با رشته‌ای بین ماژولها و بین ماژولهایی که جریان اتصال کوتاه مشابهی دارند حداقل شود. دوماً یک پتانسیلی برای سلولهایی که به صورت رشته‌ای به هم وصل می‌شوند وجود دارد که این پتانسیل در نتیجه گرم شدن بیش از حد این سلولها است. در بعضی مواقع یک سلول ممکن است به عنوان مصرف کننده دیگر سلولها نقش ایفا کند. متعاقباً آن سلول انرژی جذب می‌کند و باعث گرم شدن آن می‌شود. اگر دمای سلولها بالا رود یعنی بین (۱۰۰-۸۵) درجه سانتیگراد، آنگاه ممکن است که سلولها آسیب ببینند و این باعث کاهش قابلیت ماژول صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی خواهد شد. به این پدیده نقطه داغ گفته می‌شود.

اگر یک سلولی به صورت رشته‌ای و با بقیه سلولها در ارتباط باشد ولی جریانی را تولید نکند که این اتفاق ممکن است برای بعضی از سلولها روی دهد. به عنوان مثال ممکن است بر روی سلول سایه بیفتد و چون می‌دانیم که در محیط تاریک سلول همانند یک دیود عمل می‌کند سایه انداختن بر روی سلول باعث می‌شود که سلول همانند یک دیود با بایاس معکوس عمل می‌کند. و این باعث می‌شود که جریان تولید شده توسط بقیه سلولها از بین برود و بعلاوه این سلول می‌تواند تمام توان خروجی تولید شده توسط بقیه سلولها را از بین ببرد. که این معضل در هنگامی که رشته ما بزرگ است قابل اهمیت است. یک راه حل برای حل کردن این مشکل استفاده از دیود گذرا است، که به

صورت عرضی در کنار سلولها قرار می‌گیرند. این عمل ثابت می‌شود که توان هدر رفته در رشته محدود شود و یک مسیر با مقاومت پایین را برای جریان سلولها فراهم می‌کند.

جذب نور خورشید

یک مسأله مهمی که در هنگام نصب آرایه صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی وجود دارد این است که آیا این صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی بایستی در نقاط ثابتی نصب شوند و یا اینکه جهت آنها بایستی به دنبال حرکت خورشید باشد. در بیشتر آرایه‌ها صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی به گونه‌ای نصب می‌شوند که در مجموع بیشتر تابش نور خورشید را جذب کنند. مزیت این روش سادگی کار و قیمت ارزان آن است. با نصب آرایه بر روی یک دنبال کننده دو محوره می‌توان تا ۴۰ درصد بیش از حالت ثابت انرژی خورشید را جذب نمود. اما این وضعیت باعث پیچیده‌تر شدن سیستم و افزایش قیمت آن برای نگهداری آن می‌باشد. اما با دوباره حرکت دادن آرایه در طول روز می‌توان تا حدود ۹۵ درصد انرژی خورشید را نسبت به حالتی که آرایه مداوم به دنبال خورشید حرکت می‌کند را جذب نمود. سیستم‌هایی که بر مبنای دنبال کردن خورشید کار می‌کنند هنگامی اهمیت دارند که این سیستمها نیازمند این باشند که تحت یک تابش مستقیم خورشید کار کنند. ساختار این گونه سیستمها به گونه‌ای است که صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی بیشترین انرژی را از خورشید دریافت می‌کنند.

ذخیره سازی انرژی

چون مقدار انرژی فراهم شده توسط سیستم در طول روز متغیر است سیستمهای فتوولتائیک ثابت یک منبع را برای ذخیره انرژی نیاز دارند. اگر چه یک تنوعی در روشهای ذخیره سازی انرژی در طبیعت وجود دارد اما اکثر سیستمهای فتوولتائیک برای ذخیره انرژی از باتری استفاده می کنند. به جز سیستمهایی که برای پمپاژ آب مورد استفاده قرار می گیرند که در این حالت از سیستمهای دیگری برای ذخیره انرژی استفاده می کنند که این موضوع بعداً بحث خواهد شد. بیشتر باتریهایی که مورد استفاده قرار می گیرند باتریهای خشک اسیدی هستند زیرا که آنها قابل دسترسی هستند و در ضمن از لحاظ قیمت نیز با صرفه می باشند. البته این ویژگیها در زیر بحث شده است. باتریهایی از جنس نیکل یا کادمیم در کاربردهای کوچک مورد استفاده قرار می گیرند. امروزه هر دو نوع باتریهای شیمیایی و مکانیکی مورد توجه قرار می گیرند. با این حال قیمت بالای متناسب با تعداد ذخیره سازی انرژی در استفاده وسیع از این دو نوع باتری را محدود کرده است.

عملکرد باتریها در صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی

فتوولتائیک در تحت شرایط خاصی عمل می کنند و این موضوع بایستی در طراحی سیستم مورد توجه قرار گیرد زیرا باتریها متأثر از طول عمر آنها و بازدهی آنها برای ذخیره انرژی هستند و این دو پارامتر مهم باتریها بایستی که در طراحی سیستمهای فتوولتائیک مورد توجه قرار گیرد. ویژگی مهمی که بایستی مورد توجه قرار گیرد چرخه ای است که در آن یک باتری در طول آن چرخه شارژ و دشارژ می گردد. آنچه مهم است زمان بین شارژ و دشارژ شدن این باتریهاست که به آن چرخه روزانه گفته می شود. در نتیجه تغییرات آب و هوایی این چرخه پر و خالی شدن باتری

ممکن است در هر موقع از روز اتفاق بیفتد. این چرخه هنگامی اتفاق می‌افتد که مقاومت روزانه سلولها و در کل سیستم از میانگین تولید انرژی توسط سیستم فراتر رود در سیستمهایی که اعتماد پذیر بودن سیستم یک ویژگی مهم نیست باطریها به عنوان یک بافر فصلی عمل می‌کنند. در چنین حالاتی چرخه تغییرات جوی از چند بار در یک فصل تجاوز نمی‌کند.

دیود

قبلاً توضیح داده شد که یک سلول خورشیدی در تاریکی همانند یک دیود عمل می‌کند. به طور مشابه، ویژگی‌های یک تولید کننده اثر فتوولتائیک در شب را می‌توان با قرار دادن خصوصیات آن صفحه و تاباندن یک باریکه نور در امتداد محور بدست آورد. در این عمل مشاهده می‌شود که عمل دشارژ باطری روی می‌دهد و هر آنچه انرژی که در باطری ذخیره شده بود دوباره به صفحه برگردانده می‌شود در نتیجه باعث دشارژ باطری می‌شود. بهترین راه حل برای جداکردن باطری و تولید کننده این است که یک دیود در سر راه این دو قسمت قرار دهیم.

نحوه اتصال دیود به سیستم

هنگامی که ولتاژ باطری از ولتاژ تولید کننده بیشتر شد. آنگاه دیود در بایاس معکوس خود قرار می‌گیرد و این عمل باعث می‌شود که دیگر ولتاژی از باطری به سمت تولید کننده حرکت نکند و باعث دشارژ شدن باطری نگردد. در طول روز، با این حال یک افت ولتاژی در دو سر دیود وجود خواهد داشت که در هنگام طراحی یک سیستم فتوولتائیک بایستی این افت ولتاژ را در نظر گرفت و آن را در محاسبات دخیل داد.

مشخصات تولیدی صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی:

۳.۱ وات؛ ولتاژ: ۴۵.۰ ولت؛ جریان: ۷.۲ آمپر؛ ضخامت: ۳۰۰ میکرون؛ پنل فتوولتائیک ۴۵ وات هر یک از صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی متشکل از ۳۶ سلول خورشیدی می باشد که در سالن تولید صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی توسط دستگاه‌های ویژه ابتدا به صورت سری توسط دستگاه جوش آلتراسونیک به یکدیگر جوش داده و سپس به وسیله دستگاه لمیناتور، جهت مقاومت‌دهی به سلولها و نشکن شدن صفحات، در یک دمای خاص لمینه می‌شوند و بعد از این مرحله، عمل نصب جعبه اتصال، نصب فریم دور صفحات و عایق‌بندی آن انجام می‌گیرد که در نهایت بعد از تست و آزمایش تک تک پنل‌ها توسط واحد اندازه‌گیری، بسته‌بندی و به انبار منتقل می‌گردند.

مزایا و معایب محصول

حفظ و ادامه شرایط فعلی زندگی در جامعه بشری در آینده بدون توجه به عرضه انرژی به قیمت مناسب امکانپذیر نیست. اثرات زیست محیطی وابسته به هر تولید انرژی در نرخ فعلی به سمت شرایط غیرقابل قبول پیش می‌رود و اثرات زیست محیطی زیانبار به شکل وسیعی در حال گسترش هستند. استفاده از سوخت‌های فسیلی در فرم‌های مختلفی همچون زغال سنگ، نفت و گاز، حجم قابل ملاحظه‌ای از اکسیدهای کربن و گازهای آلاینده دیگر را وارد محیط زیست می‌کند که باعث ایجاد اثرات زیانباری همانند باران‌های اسیدی، گرمایش جهانی و... می‌شود. انرژی‌های تجدیدپذیر به عنوان یک منبع انرژی پاک و عاری از هرگونه آلودگی زیست محیطی می‌توانند نقش مهمی در کاهش انتشار گازهای آلاینده همچون دی‌اکسیدکربن و دیگر گازهای گلخانه‌ای بازی کنند. انرژی‌های

تجدیدپذیر می‌توانند در سیاستگذاری بخش انرژی کشور نقش مهمی ایفا کنند. انرژی‌های تجدیدپذیر دارای توانایی و مزایای زیر هستند.

۱- امکان تولید انرژی الکتریکی قابل اطمینان با قیمت پایدار

۲- کمک به تامین کنندگان برق برای متنوع سازی منابع مورد نیاز در تولید برق

۳- تولید برق با حداقل آلودگی های زیست محیطی

۴- کمک به کشورها برای رسیدن به اهداف توسعه کاربرد انرژی های تجدیدپذیر

۵- ایجاد فرصت های توسعه اقتصادی بخصوص در مناطق توسعه نیافته و دوردست روستایی

منبع انرژی قابل اطمینان: منابع انرژی تجدیدپذیر به عنوان منابع بومی محلی در تامین انرژی مورد نیاز جوامع، کمتر تحت تاثیر شرایط سیاسی، اجتماعی و اقتصادی منطقه‌ای و بین‌المللی قرار می‌گیرند. لذا توجه به تامین انرژی از این منابع می‌تواند به افزایش امنیت ملی کشور کمک شایانی کند. در شرایط بحرانی در جهان به دلیل جنگ و درگیری‌های سیاسی، حامل‌های عمده انرژی فعلی مانند سوخت‌های فسیلی به شدت تحت تاثیر قرار می‌گیرند که افزایش قیمت آنها جوامع مختلفی را در دنیا متاثر می‌سازد. در صورتی که اگر کشورها بخش اعظم انرژی خود را از منابع تجدیدپذیر تامین کنند، در چنین شرایطی تحت تاثیر قرار نمی‌گیرند که تامین کننده اهداف توسعه پایدار کشورها خواهد بود.

تولید برق با قیمت پایدار: استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر باعث می‌شود برق با قیمت پایدار تولید شود، چراکه در نیروگاه‌های متعارف سوخت فسیلی قیمت تمام شده برق تولیدی متأثر از قیمت سوخت فسیلی مورد استفاده در نیروگاه است که دارای قیمت نوسانی در سطح جهان است. با توجه به این که قیمت جهانی سوخت‌های فسیلی غیرقابل پیش‌بینی است لذا قیمت تمام شده برق تولیدی آنها نیز در نوسان بوده و قابل پیش‌بینی نیست، اما در طراحی و احداث نیروگاه‌های تجدیدپذیر قبل از احداث نیروگاه در مورد منبع تامین انرژی نیروگاه مطالعات مربوط صورت می‌گیرد و از وجود، میزان و کفایت منبع تامین انرژی اطمینان حاصل می‌شود و سپس نیروگاه طراحی، نصب و راه‌اندازی می‌شود.

تنوع بخشی به سبد انرژی کشور: از جمله وظایف وزارت نیرو و سازمان‌های مربوط در برنامه‌های توسعه و سند چشم‌انداز ۲۰ ساله کشور، تنوع بخشی به سبد انرژی کشور است، زیرا با تنوع بخشی سبد انرژی، امنیت تامین انرژی کشور افزایش پیدا می‌کند که خود متضمن افزایش امنیت ملی است. لذا در کنار سایر منابع انرژی مثل انرژی هسته‌ای، توسعه کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر نیز اهمیت بالایی دارند. استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر نه تنها باعث تنوع بخشی در سبد انرژی کشور می‌شود بلکه با استفاده از این انرژی و با حداقل سازی مصرف داخلی سوخت‌های با ارزش فسیلی می‌توان آنها را صادر کرد که ارزآوری فراوانی برای کشور به ارمغان خواهد آورد.

منبع تولید برق پاک: از منابع تجدیدپذیر فقط مقدار بسیار کمی آلودگی زیست محیطی متصاعد می‌شود. در مقایسه با نیروگاه‌های فسیلی متعارف این نوع نیروگاه‌ها مقدار بسیار ناچیزی از گازهای دی‌اکسیدکربن، اکسیدهای سولفور، منوکسید کربن و ذرات گرد و غبار وارد محیط زیست می‌کنند.

رسیدن به اهداف برنامه چهارم توسعه: با توجه به اهداف برنامه پنجم توسعه کشور، دولت در قالب وزارت نیرو و سازمان انرژی‌های نو ایران موظف شده‌اند تا پایان برنامه ۵۰۰ مگاوات از برق مورد نیاز کشور را با استفاده از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر تامین کنند. این میزان تولید برق از انرژی‌های تجدیدپذیر برابر با یک درصد از تولید برق کشور است که تامین آن به وسیله انرژی‌های تجدیدپذیر به عهده دولت گذاشته شده است. برای رسیدن به اهداف برنامه پنجم و سند چشم‌انداز، توسعه کاربرد انرژی‌های نو از جمله زمین گرمایی، باد، خورشید، برق آبی و زیست توده از اهمیت بسیار بالایی برخوردارند.

پتانسیل توسعه اقتصادی: انرژی‌های تجدیدپذیر به عنوان یک منبع عظیم برای تولید برق به شمار می‌روند که امکان بهره‌برداری از یک منبع انرژی بومی را فراهم می‌سازند. لذا کشورهای دارنده این منابع لایزال الهی سعی می‌کنند این منابع انرژی را وارد سبد انرژی خود کرده تا مصرف انرژی خود را تامین کنند و امکان فروش منابع دیگر انرژی خود را فراهم سازند. این مساله نه تنها کشور را به سمت کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی پیش می‌برد، بلکه به میزان قابل توجهی از انتشار گازهای آلاینده محیط زیست نیز جلوگیری می‌کند. بهره‌برداری از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر باعث توسعه مناطق کمتر توسعه یافته شده و ضمن ایجاد اشتغال باعث توسعه جاده‌های جدید در مناطق دورافتاده، توسعه کاربری زمین و اثرات اقتصادی و اجتماعی زیادی می‌شود.

ایجاد اشتغال: منابع انرژی‌های تجدیدپذیر معمولاً در مناطق دور دست و کمتر توسعه یافته قرار دارند که به طور عمومی درگیر نرخ بالای بیکاری هستند. لذا با استفاده از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توان فرصت‌های شغلی مناسبی ایجاد کرد. همچنین تعداد شغل ایجاد شده به ازای یک مگاوات برق تولیدی از منابع تجدیدپذیر تقریباً ۲

برابر تعداد شغل‌های ایجاد شده توسط نیروگاه‌های متعارف است لذا با توسعه نیروگاه‌های تجدیدپذیر میزان شغل بیشتری می‌توان در قبال سرمایه‌گذاری معین ایجاد کرد.

بطور عمومی در دنیا فرآیند تملک زمین و گرفتن مجوزها مدت زمان زیادی طول می‌کشد و با عدم قطعیت‌های زیادی مواجه است. با این که هزینه تولید برق از منابع تجدیدپذیر در طول دهه گذشته کاهش زیادی داشته ولی هنوز هم هزینه سرمایه‌گذاری اولیه بالاست. با توجه به این که معمولاً منابع تجدیدپذیر در مناطق دورافتاده قرار دارند لذا در اکثر نیروگاه‌های تجدیدپذیر نیاز به احداث خطوط انتقال نیروست که خود باعث افزایش هزینه‌های تولید نیرو از این منابع انرژی می‌شود.

مزایای برج‌های نیرو و نیروگاه‌های خورشیدی

- ۱- تولید برق بدون مصرف سوخت
- ۲- عدم احتیاج به آب زیاد
- ۳- عدم آلودگی محیط زیست
- ۴- نیرو رساندن با تولید نیرو به شبکه برق سراسری- امکان تأمین شبکه‌های کوچک و ناحیه‌ای- منتفی کردن تأسیس خطوط فشار قوی طولانی جهت انتقال برق
- ۵- استهلاک کم و عمر زیاد
- ۶- عدم احتیاج به متخصص
- ۷- احتیاج کم به لوازم یدکی

۸- هزینه تأمین نیروگاه‌های خورشیدی نسبت به نیروگاه های فسیلی و اتمی، در واحدهای بزرگ مثلاً ۱۰۰۰ مگاوات تقریباً برابر بوده ولی در مورد برج‌های نیرو هزینه و زمان ساخت و بهره‌برداری در حدود برآورد شده است. علاوه بر موارد عمومی قید شده، در طول ۱۰ سال گذشته مشکلات خاصی نیز در پروژه های تجدیدپذیر ایران بروز کرده که رشد و توسعه آن با کندی مواجه شده که از جمله مهم ترین آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

نبود قوانین مصوب ملی و محلی برای توسعه منابع تجدیدپذیر، نبود مدیریت منسجم نیروی انسانی متخصص آموزش دیده در سازمان‌های متولی امر، ضعف در انتقال تکنولوژی حتی در قراردادهای منعقد شده با کشورهای خارجی، ضعف در توسعه آموزش عالی و رشته‌های دانشگاهی بین رشته‌ای مرتبط با انرژی‌های نو، نبود برنامه‌های آموزشی و دوره‌های فنی حرفه ای در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر.

نبود قوانین ملی و محلی: برای تهییج توسعه فناوری و بازار انرژی‌های تجدیدپذیر، توسعه سیاست‌های ملی و محلی در زمینه پتانسیل سنجی و شناسایی منابع، ساخت، نصب و بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر ضروری است. برای توسعه کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر جهت تولید برق و کاربردهای حرارتی و گرمایشی، سیاست‌گذاری و تصویب قوانین مناسب برای برنامه‌ریزی، مدیریت و اجرای پروژه‌های تجدیدپذیر ضروری است. توسعه کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران با تاسیس سازمان انرژی‌های نو ایران در سال ۱۳۷۴ شروع شد. قبل از آن فعالیت‌های انرژی‌های نو در چند سازمان و به طور پراکنده انجام می‌شد و از هیچ‌گونه سیاست‌گذاری کوتاه مدت یا بلند مدت خاصی هم تبعیت نمی‌کرد. با تغییر ماهیت سازمان انرژی‌های نو ایران به صورت یک شرکت کاملاً دولتی و زیر نظر وزارت نیرو مقرر شد تمام فعالیت‌های انرژی‌های تجدیدپذیر بر عهده سازمان انرژی‌های نو گذاشته شود که شاید

بتوان گفت اولین قانونی بود که برای توسعه کاربرد انرژی‌های نو در کشور تصویب شد. پس از تصویب این قانون تمام فعالیت‌های انرژی‌های نو از جمله برنامه‌ریزی، مدیریت، بودجه و منابع انسانی متخصص از سازمان ها و وزارتخانه‌های دیگر به سازمان انرژی‌های نو ایران منتقل شد، اما در حال حاضر غیر از قانون خرید تضمینی برق از منابع تجدیدپذیر هیچ قانون حمایتی و هدایتی برای توسعه کاربرد انرژی‌های نو وجود ندارد. در اکثر کشورهای دنیا علاوه بر تعرفه گذاری قیمت انرژی‌های تجدیدپذیر، قوانین حمایتی و تشویقی زیادی در خصوص مراحل مختلف اجرایی پروژه‌های تجدیدپذیر از پتانسیل سنجی تا بهره برداری وجود دارد. ضروری است سازمان انرژی‌های نو ایران به عنوان متولی توسعه این بخش از انرژی کشور نسبت به تدوین قوانین ملی و محلی در خصوص مالکیت و حقوق بهره‌برداری از منابع، چگونگی و اصول بهره‌برداری در راستای توسعه پایدار منابع و توسعه دانش فنی اقدام کند.

۱-۱- نام و کد محصول (آیسیک ۳):

محصول مورد بررسی به نام پانلهای خورشیدی (صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی) شناخته می شود. کد ISIC3 این محصول در جدول (۱) ذکر شده است.

جدول (۱): کد ISIC3 پانلهای خورشیدی

کد ISIC3	نام محصول
۳۱۱۰۱۳۳۰	پانلهای خورشیدی (صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی)

۱-۲- شماره تعرفه گمرکی:

جدول (۲): شماره تعرفه گمرکی

حقوق ورودی	شماره تعرفه گمرکی	نام محصول
٪۲۰	۸۵۴۱۴۰۱۰	پانلهای خورشیدی (صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی)

۱-۳- شرایط واردات و صادرات:

طبق کتاب مقررات صادرات و واردات سال ۱۳۸۹ در شماره ۸۵۴۱۴۰۱۰

پانلهای خورشیدی باید تبدیل کننده های انرژی خورشیدی به انرژی الکتریسیته باشند تا مشمول شماره ۸۵۴۱۴۰۱۰ گردند.

۴-۱- بررسی و ارائه استاندارد (ملی یا بین المللی)

در ارتباط با صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی استانداردهای ملی متعددی توسط سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی تدوین شده است که مشخصات آنها در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول (۳): مشخصات استانداردهای ملی مرتبط با صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی

سال	کد ICS	شرح استاندارد	شماره استاندارد
۱۳۸۴	۲۷/۱۶۰	عملکرد الکتریکی سلول های فتوولتائیک با استفاده از سلول های مرجع تحت نور خورشید شبیه سازی شده روش آزمون	۸۴۸۶
۱۳۸۴	۲۷/۱۶۰	تعیین پرامتر عدم تطابق طیفی بین یک قطعه فتوولتائیک و یک سلول مرجع فتوولتائیک روش آزمون	۸۴۸۷
۱۳۸۴	۲۷/۱۶۰	اندازه گیری پاسخ طیفی سلول های فتوولتائیک روش آزمون	۸۴۸۸
۱۳۸۴	۲۷/۱۶۰	مدل های فتوولتائیک در محیط های با دما و رطوبت چرخه ای روش آزمون	۸۴۹۲
۱۳۸۴	۲۷/۱۶۰	تبدیل انرژی خورشیدی فتوولتائیک اصطلاحات و واژه ها	۸۴۹۳
۱۳۸۴	۲۷/۱۶۰	کالیبراسیون سلول های مرجع ثانویه فتوولتائیک غیرمتمرکز روش آزمون	۸۴۹۴
۱۳۸۴	۲۷/۱۶۰	عایق بندی کامل و پیوستگی مسیر زمینی مدول های فتوولتائیک روش آزمون	۸۴۹۵
۱۳۸۴	۲۷/۱۶۰	آزمایش عایق بندی کامل رطوبتی مدول ها فتوولتائیک روش آزمون	۸۴۹۶
۱۳۸۷	۲۲۰/۱۶۰/۲۹/۲۷۲۰۰	سلولها و باتری های ثانویه برای سیستم های انرژی فتوولتائیک- مقررات کلی و روش آزمون	۱۰۷۶۴
۱۳۸۷	۱۶۰/۲۷	مقادیر مجاز سامانه های پمپاژ فتوولتائیک با اتصال مستقیم	۱۱۲۷۳
۱۳۸۷	۱۶۰/۲۷	احراز شرایط ایمنی مدول فتوولتائیک این جدول فتوولتائیک- قسمت اول الزامات ساختمان	۱۱۲۷۴
۱۳۸۷	۱۶۰/۲۷	سامانه های فتوولتائیک- پردازش گرهای توان- روش اندازه گیری بازده	۱۱۲۷۵

۱۳۸۷	۱۶۰/۲۷	پارامترهای مشخصه سامانه‌های فتوولتائیک (pv) مستقل	۱۱۲۷۶
۱۳۸۷	۱۶۰/۲۷	آزمون خوردگی مه نمک مدول سلولهای فتوولتائیک	۱۱۲۷۷
۱۳۸۸	۱۶۰/۲۷	اجرای تعادل سامانه برای سامانه های فتوولتائیک احراز شرایط طراحی محیط های طبیعی	۱۱۸۵۷
۱۳۸۸	۱۸۰/۲۷	پایش عملکرد سامانه فتوولتائیک- رهنمودهایی برای اندازه گیری، تبادل و تجزیه تحلیل داده ها	۱۱۸۵۸
۱۳۸۸	۱۶۰/۲۷	سامانه های فتوولتائیک (pv) ویژگیهای اتصال به شبکه	۱۱۸۵۹
۱۳۸۸	۱۰۰/۲۷	مدول های فتوولتائیک (pv) زمینی سیلیکون کریستالی و احراز شرایط طراحی و تایید نو	۱۱۸۸۱
۱۳۸۸	۱۶۰/۲۷	سامانه های مستقل فتوولتائیک- تصدیق طراحی	۱۱۸۸۲

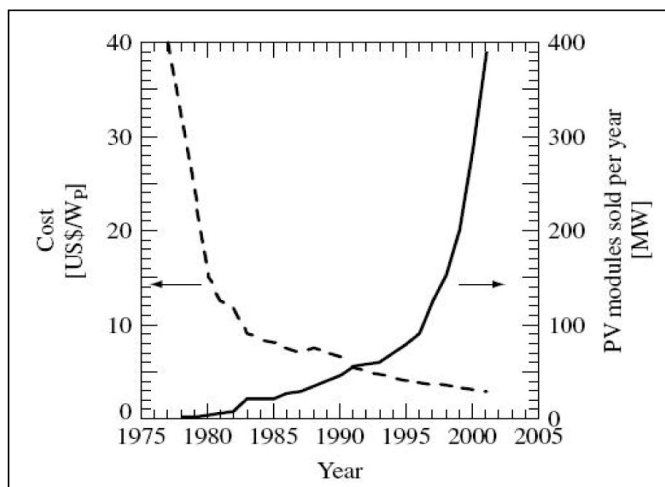
۵-۱- بررسی و ارائه اطلاعات لازم در زمینه قیمت تولید داخلی و جهانی محصول

قیمت فروش و هزینه صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی بر حسب دلار بر کیلو وات ساعت ($\$/kWh$) سنجیده می‌شود ولی به طور معمول از واحد اندازه گیری دیگری به نام $\$/Wp$ استفاده می‌شود Wp عبارت از حداکثر (پیک) قدرت بر حسب وات است. این میزان برابر مقدار خروجی صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی تحت شرایط استاندارد دما و تابش نور می‌باشد.

روند قیمت محصول بر حسب $\$/Wp$ در سالهای گذشته همواره کاهش یافته است. مطابق آمار موجود مقدار شیب کاهش قیمت طی سالهای ۱۹۷۵-۱۹۹۰ میلادی زیاد بوده است که این موضوع بر اثر اقتصاد تعداد قابل توجهی می‌باشد. طی سالهای اخیر این میزان کاهش قیمت روند ملایم‌تری به خود گرفته است چنانچه برای ادامه روند کاهش قیمت باید سرمایه‌گذاری و نوآوری‌های بیشتری در تولید و توسعه تکنولوژی محصول انجام گیرد.

قیمت این محصول در سال ۲۰۰۱ حدود $5/4 \text{ \$/Wp}$ بوده است. روند کاهش قیمت و در مقابل رابطه آن با حجم تولید (برحسب مگاوات) در شکل (۴) نمایش داده شده است.

شکل (۴): روند قیمت صفحات جاذب انرژی خورشیدی و حجم تولید طی سالهای ۲۰۰۱-۱۹۷۵ میلادی



رابطه بین تولید تجمعی ماژول خورشیدی بر حسب MWP و قیمت آن بر حسب $\text{\$/Wp}$ را می‌توان بصورت

فرمول ذیل ارائه نمود:

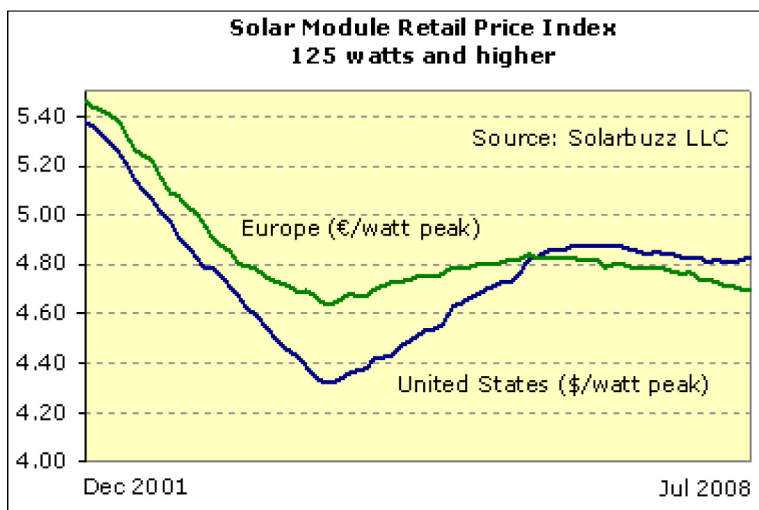
$$\frac{p(t)}{p_0} = \left[\frac{m(t)}{m_0} \right]^{-E}$$

که در آن متغیرها بصورت زیر تعریف می‌شوند:

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| T: سال مورد نظر | M: تولید تجمعی (مگا وات)، |
| Mo: تولید تجمعی در سال مبنا | P: قیمت محصول (دلار بر وات) |
| E: پارامتر توان تابع | Po: قیمت ماژول در سال مبنا |

روند قیمت صفحات خورشیدی از سال ۲۰۰۱ میلادی تا تابستان ۲۰۰۸ مطابق شکل (۵) می‌باشد.

شکل (۵): روند قیمت صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی از سال ۲۰۰۱-۲۰۰۸ بر حسب \$/Wp



در حال حاضر قیمت جهانی صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی بین ۳/۲ تا ۵ دلار/ وات قرار دارد. قیمت این محصول در داخل کشور بین ۵۰ ۰۰۰ تا ۹۰ ۰۰۰ ریال برای هر وات متغیر است.

۶-۱- توضیح موارد مصرف و کاربرد

کاهش شدید قیمت صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی در سالهای اخیر باعث رشد چشمگیر استفاده از آنها در حوزه‌های مختلف شده است. این منبع انرژی که در زمانی غیر اقتصادی به نظر می‌رسید در حال حاضر برای کاربران خصوصی و مردم، شرکت‌های تجاری و همچنین دولت‌ها بسیار جذاب است. کاربردهای سیستم‌های متشکل از صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی به عنوان منبع انرژی به صورت زیر طبقه‌بندی می‌گردد:

الف: صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی بدون شبکه بندی (OFF-grid)

۱- کاربردهای خانگی (in-door):

- ابزار و لوازم الکترونیکی و الکتریکی
- گوشی تلفن های همراه
- انواع ساعت
- ماشین حساب
- سیستم های آبگرم خورشیدی
- سیستم های گرمایش و سرمایش ساختمان
- سیستم های تهیه آب شیرین و آب مقطرگیری
- سیستم های انتقال و پمپاژ
- سیستم های خشک کن و خوراک پز خورشیدی

❖ کاربردهای خارج از خانه (out-door)

- ابزارهای شارژ الکتریکی
- آب نما و فواره ها
- تامین نور پارک ها و معابر عمومی شهری

- سیستم تهویه هوای خودرو و

- تامین انرژی قایق‌های کوچک

۲- کاربردهای صنعتی

- مخابرات

- علائم راهنمایی و رانندگی و ترافیکی

- واسط پردازش داده در نقاط تلاقی از راه دور

- نمایشگرهای صنعتی

- حفاظت کاتدی

- پایش از راه دور

- هتل‌ها و رستوران‌ها

- خنک نگهداشتن مواد پزشکی (مانند واکسنها و فرآورده های خونی)

۳- کاربرد در مناطق دور افتاده

- فانوس و چراغ‌های راهنما (دریائی و ...)

- تامین برق خانواده‌ها و تجهیزات روستائی

- شارژ انواع باتری

- تصفیه‌خانه‌ها و تجهیزات کوچک تصفیه آب

- روشنائی معابر دور افتاده

- مدارس

ب : صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی شبکه‌بندی شده (Grid- Connected)

۱- شبکه‌های غیرمتمرکز

- پشت بام‌های خصوصی (برای تامین انرژی)

- کاربرد در مراکز آموزشی (مدارس و...) و پژوهشی

- استفاده در برج‌های مسکونی و اداری

۲- شبکه‌های متمرکز

- تولید نیروی در نیروگاه‌های خورشیدی

- تامین برق تاسیسات و ادارات صنعتی

- دیواره‌های کاهش صوت

با توجه به آمار سال‌های ۲۰۱۰-۱۹۸۰ بیشترین کاربرد صفحات جاذب انرژی خورشیدی در حوزه تولید نیرو در

مناطق دور افتاده قرار دارد و پس از آن سیستم‌های شبکه‌ای و سپس کاربردهای خانگی قرار گرفته‌اند بیشترین رشد

طی این بازه متعلق به تولید نیرو در مناطق دور افتاده است که پس از سال ۱۹۹۴ کاربردهای سیستم‌های شبکه‌ای

صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی نیز در کنار آن رشد بسیار چشمگیری داشته است.

همچنین در ایران برای اولین بار استفاده از انرژی خورشیدی برای تامین روشنایی چاه‌های نفتی طرحی است که با هدف صرفه‌جویی در مصرف انرژی، توسط شرکت بهره‌برداری نفت و گاز کارون در دست اجرا قرار دارد و فاز آزمایشی آن به زودی راه‌اندازی خواهد شد.

۷-۱- بررسی کالاهای جایگزین و تجزیه و تحلیل اثرات آن بر مصرف محصول:

کالاهای جایگزین صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی از ۲ جنبه قابل بررسی هستند، اول انرژی‌های جایگزین که برای تولید نیاز به تجهیزاتی غیر از صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی دارند و دوم انواع مختلف صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی که با تکنولوژی و ساختار متفاوت تهیه شده‌اند.

الف: انرژی‌های جایگزین

منابع گران انرژی مانند نفت و گاز و زغال سنگ به دلیل اینکه به شدت آلاینده بوده و همچنین ذخایر آنها رو به اتمام است به عنوان جایگزین انرژی خورشیدی قلمداد نمی‌گردند. در این حوزه عمدتاً انرژی‌های نوین و تجدیدپذیر می‌تواند به عنوان جایگزین و یا رقیب مورد نظر قرار گیرد که نکات زیر قابل توجه است.

هر کدام از انرژی‌های تجدیدپذیر دارای محدودیت‌های متعدد اقتصادی و فنی برای تولید و عرضه می‌باشند این موضوع باعث می‌گردد تا با توجه به سهم اندک این نوع انرژی از کل مصرف سالانه برای استفاده از مزایای هر یک در مقابل محدودیت‌های دیگر برنامه‌ریزی شود. در این میان به دلیل حجم بالای در دسترس بودن انرژی خورشیدی نسبت به سایر انرژی‌ها، برنامه‌ریزی استفاده از آن تا ۵۰ سال آینده شگفت‌انگیز است. به طوریکه براساس پیش‌بینی‌ها تا سال ۲۰۵۰ میلادی ۳۴٪ از کل برق مصرفی دنیا از انرژی خورشیدی تامین می‌گردد. در

سال‌های گذشته نیز انرژی خورشیدی بیشترین نرخ رشد مصرف را در میان سایر انرژی‌های نوین و معادل ۳۵٪ داشته است. به منظور درک پتانسیل‌های انرژی خورشیدی و قابلیت رشد این صنعت، آمار مصرف فعلی این نوع انرژی و پتانسیل موجود آن در جدول (۴) ارائه گردیده است.

جدول (۴): استفاده فعلی و پتانسیل‌های انرژی‌های نو (منتخب) بر حسب اگزاژول در سال

شرح	میزان استفاده فعلی	پتانسیل فنی	پتانسیل تئوری
انرژی برق آبی	۹	۵۰	۱۴۷
انرژی توده زیستی	۵۰	بیش از ۲۷۶	۲۹۰۰
انرژی خورشیدی	۰/۱	بیش از ۱۵۷۵	۳۹۰۰۰۰۰
انرژی بادی	۰/۱۲	۶۴۰	۶۰۰۰

انرژی برق آبی:

در سال ۲۰۰۱، مصرف جهانی انرژی برق آبی به رقم ۲۶۲۷ تراوات ساعت رسید. در این سال، آمریکای شمالی ۲۱/۸ درصد، اروپا ۲۳/۹ درصد، کشورهای آسیا و اقیانوسیه ۲۱/۷ درصد، آمریکای جنوبی و مرکزی ۲۰ درصد، کشورهای شوروی سابق ۵/۷ درصد، آفریقا ۳/۱ درصد و خاورمیانه ۰/۳ درصد، مصرف انرژی برق آبی جهان را به خود اختصاص داده‌اند. در میان کشورهای جهان، بیشترین سهم مصرف، به کانادا، برزیل، چین و آمریکا، به ترتیب با ۱۲/۶، ۱۰/۳، ۹/۸ و ۸/۱ درصد از مصرف جهانی تعلق داشت.

انرژی باد:

در چند سال گذشته، میانگین رشد سالانه انرژی باد در دنیا حدود ۳۰ درصد گزارش شده است که بیشترین نرخ رشد را در میان سایر منابع انرژی در دنیا برخوردار است. کل ظرفیت برق بادی در جهان در سال ۲۰۰۱ به ۲۴۰۰۰ مگاوات رسید. اروپا در حال حاضر؛ بیش از ۷۰ درصد از برق بادی جهان را تولید می‌کند و حدود دو سوم از ظرفیت‌های اضافه شده تولید در سال ۲۰۰۱، به کشورهای اروپایی اختصاص دارد. در حال حاضر، مزرعه‌های بادی در آمریکا حدود ۱۰ میلیارد کیلو وات ساعت در سال برق تولید می‌کنند که از نظر ملاحظات زیست محیطی و مبارزه با تولید گازهای گلخانه‌ای، این میزان انرژی باد می‌تواند سالانه از انتشار ۷/۵ میلیون تن دی‌اکسید کربن جلوگیری کند. استفاده از انرژی برق در ایران در پروژه «تعیین پتانسیل باد در ایران»، ۲۶ منطقه کشور شامل ۴۵ سایت مورد مطالعه قرار گرفت که براساس نتایج این پروژه، ایران کشوری با باد متوسط است، ولی برخی از مناطق آن، دارای باد مناسب و مداومی برای تولید برق می‌باشند. توان بالقوه انرژی باد در سایتهای مطالعه شده حدود ۶۵۰۰ مگاوات بوده و اکثر نقاط دارای پتانسیل، در مناطق شرقی کشور واقع شده‌اند.

در میان انواع انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی باد هزینه سرمایه گذاری اولیه کمتری دارد. با بهبود فناوری، افزایش توربین‌ها و رفع محدودیت‌ها، کاهش چشمگیری در این هزینه متصور است. در حال حاضر، برق تولیدی از سوخت‌های فسیلی، ارزان‌تر از برق تولیدی از توربین‌های بادی است. که هزینه بهره‌برداری از انرژی باد حدود ۸۵ درصد در طول ۲۰ سال گذشته کاهش نشان می‌دهد.

انرژی زمین گرمایی (ژئوترمال):

انرژی زمین گرمایی، از حرارت حاصل از تجزیه مواد رادیواکتیو، هسته مذاب کره زمین، کوهزایی و واکنش‌های درون زمین سرچشمه می‌گیرد. تقریباً در همه‌جا، در قسمت‌های کم عمق زمین و یا در ۱۰ فوت بالاتر از سطح زمین درجه حرارت تقریباً یکنواخت باقی می‌ماند و بین ۵۰ تا ۶۰ درجه فارنهایت (۱۰ تا ۱۶ درجه سانتیگراد) می‌باشد. چشمه‌های آب گرم، نمونه‌هایی از انرژی زمین گرمایی هستند، آب توسط سنگ‌های زیرزمین گرم می‌شوند و سپس در سطح زمین جریان می‌یابند. حدود بیست کشور از این انرژی برای گرم کردن خانه‌ها، آب و یا برای تولید الکتریسیته استفاده می‌کنند در حال حاضر بازده کلی این سیستم کمتر از یک درصد از انرژی مورد نیاز جهان است. در سال ۲۰۰۰ حجم تولید برق و حرارت از انرژی زمین گرمایی در جهان ۴۹۲۶۱/۶۵ گیگاوات ساعت برق بوده است.

انرژی زیست توده:

گونه‌های مختلفی از انرژی، سوخت‌های منابع جامد و گازی، حرارت، مواد شیمیایی و دیگر مواد را می‌توان به وسیله فناوری‌های بیوانرژی، از منابع گیاهی - جانوری تجدیدپذیر به دست آورد. تحقیقات و گسترش فناوری‌های این نوع سوخت در سه حوزه اصلی صورت می‌پذیرد: تولید سوخت، پیدا کردن کاربردهای آن، ایجاد کردن زیرساخت‌های مناسب توزیع زیست توده، چهارمین منبع بزرگ انرژی در جهان بوده و حدود ۱۴ درصد انرژی جهان را فراهم می‌کند و زیست توده یا بیوماس، اصطلاحی است که برای توصیف یک رشته از محصولات که از فرآیند نورساخت (فتوسنتز) به دست می‌آید، به کار می‌رود. کاربرد اقتصادی بسیار رایج انرژی زیست توده، استفاده از مواردی است که

برای منظوره‌های دیگر جمع آوری شده‌اند، نظیر پس مانده‌های حاصل از کشاورزی، غذا و ضایعات شهری. این موضوع در برنامه‌ریزی بسیاری از کشورها در حوزه توسعه منابع انرژی‌های نوین و سهم آن‌ها در تامین کل انرژی مورد نیاز به خوبی لحاظ شده است. سهم قابل توجه انرژی خورشیدی در این میان به روشنی قابل مشاهده است. به عنوان مثال سهم استفاده از انرژی خورشیدی نسبت به سایر انرژی‌های نوین به تفکیک منطقه برای جهان با ۱۰ میلیارد نفر جمعیت به صورت جدول (۵) پیش بینی شده است.

جدول (۵): پیش بینی سهم مصرف انواع انرژی نوین نسبت به کل مصرف انرژی های نوین برای جهان با جمعیت ۱۰

میلیارد نفر به تفکیک منطقه

جمع	برق آبی	بادی	خورشیدی	زمین گرمائی	توده زیستی	نوع انرژی منطقه
۱۰۰	۴/۸	۱۳/۳	۳۰/۹	۴۳/۶	۷/۳	آمریکای شمالی
۱۰۰	۵/۴	۵/۴	۴۸/۳	۳۵/۴	۶/۸	آمریکای جنوبی
۱۰۰	۱۷/۵	۱۷/۵	۳۲/۵	۷/۵	۱۰	اروپا
۱۰۰	۹/۱	۹/۱	۶۰/۶	۱۳/۶	-	FSU
۱۰۰	۳	۳	۷۵/۴	۵/۲	۷/۵	آفریقا
۱۰۰	۳	۳	۷۹	۱۴/۰۰	-	خاورمیانه و شمال آفریقا
۱۰۰	۷/۱	۷/۱	۵۰	۳۰/۴	۸/۹	آسیا
۱۰۰	۴/۸	۴/۸	۵۵/۶	۲۲/۲	۷/۹	کل

براساس مطالب ذکر شده می‌توان در مورد انرژی‌های نوین جایگزین اینگونه نتیجه گرفت که اولاً برای استفاده از هر کدام از انرژی‌های نوین با توجه به مزیت‌ها و محدودیت‌های هر منطقه از جهان به طور مستقل برنامه‌ریزی

شده است و ثانیاً میزان توجه به انرژی خورشیدی در میان این گروه از جایگزین‌ها از سایرین بیشتر می‌باشد و از طرفی با توجه به منابع بسیار غنی و همه جا در دسترس انرژی خورشیدی سایر انرژی‌ها تهدیدی برای استفاده از انرژی خورشیدی و تکنولوژی خورشیدی و عنصر اصلی آن که سلول‌های خورشیدی است، محسوب نمی‌گردند.

ب: انواع مختلف صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی

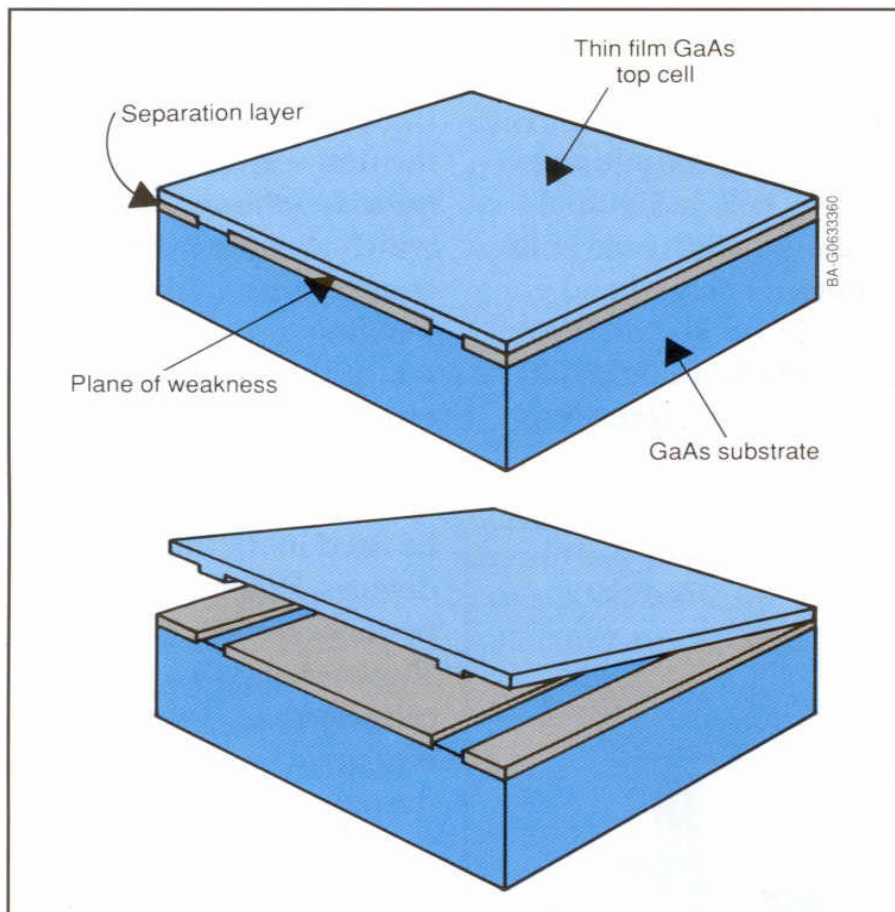
صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی از نیمه هادی‌های متفاوتی تهیه می‌گردند و بر این اساس انواع مختلفی از صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی طبقه‌بندی شده و در معرض عرضه قرار می‌گیرد. این نیمه هادی‌ها عبارتند از: سیلیکون تک بلور، سیلیکون آمورف، سیلیکون چند بلوره، آرسنید گالیوم و سولفید کادمیوم، اغلب صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی موجود از سیلیکون تک بلور و سیلیکون چند بلوره ساخته می‌شوند آنچه مهم است اینکه تمام این ترکیبات جزء خانواده صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی طبقه‌بندی می‌گردند و طبق برآوردها تا سال ۲۰۲۰ به عنوان محصول جایگزین صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی سیلیکون تک بلور قلمداد نمی‌گردند.

میزان استفاده از هر کدام از این صفحات و نوارهای جاذب انرژی با توجه به کارایی و هزینه مورد نظر مشتریان متفاوت و در حال گسترش است. از نظر سهم بازار جهانی در حال حاضر ۳۵٪ از صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی عرضه شده از نوع سیکیلون تک بلور و سیکیلون چند بلوره تهیه گردیده‌اند.

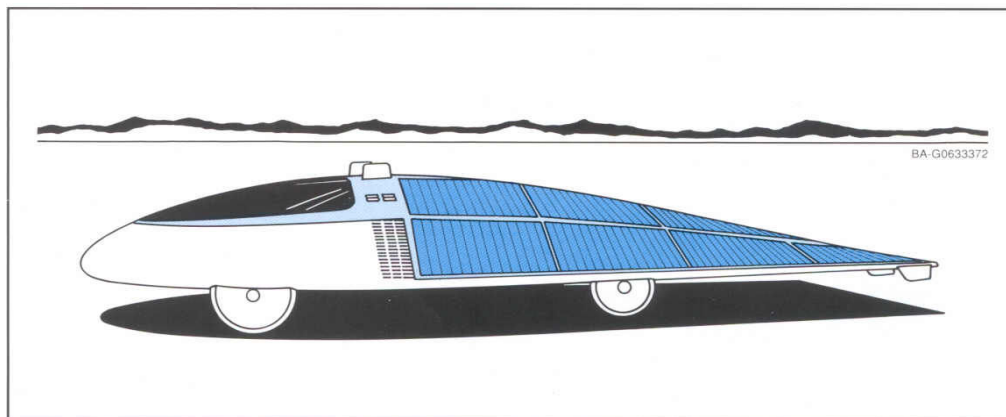
توضیحاتی در مورد صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی آرسنید گالیم

آرسنید گالیم (GaAs) گالیم یک نیمه هادی است که ترکیب، ترکیبی از دو عنصر (گالیم) و آرسنی گالیم است توسط محصول ذوب فلزات دیگر، به ویژه آلومینیوم و روی، و نادر است، نادرتر از طلا، در واقع آرسنیک نادر است اما سمی است. آرسنید گالیم برای ماژول خورشیدی در حال توسعه مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

شکل (۶): نمونه ماژول خورشیدی آرسنید گالیم



شکل (۷): نمونه ماشین‌هایی که با استفاده از انرژی خورشیدی کار می‌کنند



۸-۱- اهمیت استراتژیکی کالا در دنیای امروز:

سال ۲۰۱۰ توام با مشکلات فراوان اقتصادی و مالی در سراسر جهان بود، اما صنعت انرژی خورشیدی به علت مبارزه با آلودگی هوا و تغییرات اقلیمی دارای رونق فراوانی بود. با وجود مشکلات مالی، کاهش قیمت در بسیاری از بخش‌های اقتصادی، از جمله صنعت انرژی خورشیدی، باعث جلوگیری از افت تقاضای مصرف‌کنندگان در این بخش‌ها شد.

در سال ۲۰۱۰ کاهش قیمت صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی موجب شد تا مشتریان تقاضای خرید آن را افزایش دهند. انجمن صنایع انرژی خورشیدی که گروه تجاری این بخش اقتصادی محسوب می‌شود، طی گزارشی اخیر خود اعلام کرد که فروش تجاری این محصول طی فصل سوم سال ۲۰۱۰ میلادی به ۱۰۳ مگاوات رسید که در مقایسه با همین دوره در سال گذشته ۳۸ درصد افزایش نشان می‌دهد.

با نگاهی به چشم انداز مصرف و تقاضای انرژی تا سال ۲۰۳۰ مندرج در جدول (۶) مشاهده می‌گردد که روند نیاز به انرژی به شدت در حال افزایش است.

جدول (۶): بازار جهانی مصرف انرژی به تفکیک منطقه ۲۰۳۰ - ۲۰۰۵ (ارقام به کادرتریلیون Btu)

منطقه	۲۰۰۵	۲۰۱۰	۲۰۱۵	۲۰۲۰	۲۰۲۵	۲۰۳۰	رشد سالانه
منطقه OCED:	۲۴۰/۹	۲۴۹/۷	۲۶۰/۵	۲۶۹	۲۷۷/۶	۲۸۵/۹	۰/۷
آمریکای شمالی	۱۲۱/۳	۱۲۶/۴	۱۳۲/۳	۱۳۷/۸	۱۴۳/۴	۱۴۸/۹	۰/۸
اروپا	۸۱/۴	۸۳/۹	۸۶/۸	۸۸/۵	۹۰/۴	۹۲	۰/۵
آسیا	۳۸/۲	۳۹/۳	۴۱/۴	۴۲/۷	۴۳/۷	۴۴/۹	۰/۷
غیر OCED:	۲۲۱/۳	۲۶۲/۸	۳۰۲/۵	۳۳۹/۴	۳۷۴/۲	۴۰۸/۸	۲/۵
اروپا	۵۰/۷	۵۵/۱	۵۹/۵	۶۳/۳	۶۶	۶۹/۱	۱/۲
اروپا و آسیا (Eurasia)	۱۰۹/۹	۱۳۷/۱	۱۶۴/۲	۱۸۹/۴	۲۱۵/۳	۲۴۰/۸	۳/۲
خاورمیانه	۲۲/۹	۲۶/۴	۲۹/۵	۳۲/۶	۳۴/۷	۳۶/۸	۱/۹
آفریقا	۱۴/۴	۱۶/۵	۱۸/۹	۲۰/۹	۲۲/۵	۲۳/۹	۲
آمریکای مرکزی و جنوبی	۲۳/۴	۲۷/۷	۳۰/۵	۳۳/۲	۳۵/۷	۳۸/۳	۲
جمع	۴۶۲/۲	۵۱۲/۵	۵۶۳	۶۰۸/۴	۶۵۱/۸	۶۹۴/۷	۱/۶

در عین حال منابع فسیلی نیز با تغییرات غیر قابل پیش بینی در قیمت و عرضه روبرو بوده و همچنین آلاینده محیط زیست می‌باشند. این منابع رو به اتمام بوده و مسأله تأمین انرژی مورد نیاز دنیا را به سمت استفاده از سایر منابع

انرژی مانند انرژی هسته‌ای، خورشیدی و ... سوق داده‌اند. با توجه به سهم قابل توجه انرژی خورشیدی در چشم انداز از تأمین انرژی در جهان و نقش و اهمیت انرژی در جهان امروز می‌توان اهمیت استراتژیک محصول را درک نمود.

۹-۱- کشورهای عمده تولید کننده و مصرف کننده محصول

در حدود ۱۰ سال گذشته ژاپن نخستین تولیدکننده و بازار مصرف صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی بود، اما حدود ۵ سال پیش اروپا از ژاپن پیشی گرفته و هم‌اکنون در ردیف نخست قرار دارد تا سال ۲۰۱۰ میلادی اروپا بالغ بر ۸۰ درصد از بازار جهانی صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی به میزان ۹/۶ گیگاوات را به خود اختصاص داده بود. اسپانیا و آلمان دو کشور عمده مصرف کننده هستند که در سال ۲۰۱۰ هر کدام به ترتیب 3500 MW و 2500 MW مصرف کرده‌اند. بازار اسپانیا بیش از ۸ برابر بازار ژاپن است. سال گذشته بازار صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی در آمریکا به 624 MW افزایش داشت حال آنکه بازار ژاپن به ۴۵۰ مگاوات رسید اما حتی این صنعت رو به رشد نیز در برابر بحران اقتصادی ایمن نمانده است. شرکت‌ها با مشکلات دستیابی به منابع مالی مواجه بوده و برخی نیز از نیروی انسانی خود می‌کاهند.

ظرفیت تولید باتری‌های خورشیدی سریعاً رو به افزایش است تا بتواند پاسخگوی تقاضای آن باشد. در اروپا تحقیقات انجام شده توسط انجمن صنعت فتوولتاژی اروپا (EPIA) نشان می‌دهد که احتمالاً ظرفیت تولید در کنار زنجیره ارزشی مجموعاً نرخ رشد سالانه ۲۰-۳۰ درصدی طی ۵ سال آینده تا سال ۲۰۱۵ بدست آید. از نظر کل ظرفیت، آلمان دارای بالاترین ظرفیت نصب شده برق خورشیدی است که کل تولید آن ۸۳۰۸ مگاوات است که تقریباً ۲۵۰۰ مگاوات آن در سال ۲۰۱۰ نصب شده است. تولیدکننده بزرگ دوم در جهان اسپانیاست که ظرفیت

نصب شده آن ۶۷۵۴ مگاوات است. اسپانیا در سال ۲۰۱۰ افزایش ظرفیت زیادی به میزان ۳۵۰۰ مگاوات یا حدود ۵۵ درصدی را تجربه کرده است. ژاپن تولیدکننده مهم دیگر انرژی خورشیدی با ظرفیت تقریبی ۴۶۷۳ مگاوات است حال آنکه آمریکا دارای ظرفیت ۳۵۴۷ مگاواتی است. چین و آلمان بزرگترین مصرفکنندگان انرژی حرارتی خورشیدی برای گرم کردن آب می باشند.

جدول (۷): ظرفیت تولید برق خورشیدی در سال ۲۰۱۰

کشور	کل ظرفیت MW	افزایش ظرفیت در ۲۰۱۰ MW
آلمان	۸۳۰۸	۲۵۰۰
اسپانیا	۶۷۵۴	۳۵۰۰
ژاپن	۴۶۷۳	۴۵۰
آمریکا	۳۵۴۷	۶۲۴
کره جنوبی	۳۵۰	۲۷۰
ایتالیا	۳۲۱	۱۵۰-۲۰۰ تخمین
فرانسه	۱۷۵	۱۰۵۰۰ درصد
چین	۴۲۳۵	۲۰۰۰
هند	۹۰	۴۰-۵۰ تخمین
بلژیک	۷۰	۵۰
پرتغال	۷۰	۵۰
یونان	۲۰	۱۰
جمهوری چک	۵	۵۰ تخمین

برخی از بازارهای کلیدی:

بنا به گزارش انجمن صنعتی انرژی گرما خورشیدی اروپا، بازار داخلی محصولات گرمایی خورشیدی در سال ۲۰۱۰ در مقایسه با سال ۲۰۰۹ حدود ۶۷ درصد افزایش یافته است. با وجود فضایی بالغ بر ۲۹۵۰۰۰۰ متر مربع کالکتور خورشیدی جدید، ۲۷۳۷ مگاوات انرژی ذخیره می‌کنند.

اسپانیا

در اسپانیا ۳۵۸۳ مگاوات از ظرفیت به تازگی و در سال ۲۰۱۰ نصب شده که ۳۰ درصد بیش از سال گذشته است. از آنجا که نقشه بیشتر ساختمانها در سال ۲۰۱۰ پیشتر طراحی شده بودند، قوانین در مورد استفاده از انرژی خورشیدی هنوز تاثیر بارزی در بازار نداشته است. باز خورد این موضوع در سال ۲۰۱۰ مشخص تر می‌شود. اسپانیا هنوز در بخش ساختمان به کندی حرکت می‌کند که این نشان دهنده تاثیر قوانین فنی ساختمان است. انجمن صنعتی انرژی گرمایی خورشیدی اظهار می‌دارد این عوامل باعث سخت تر شدن پیش بینی سال ۲۰۱۰ می‌شود.

فرانسه

بین سالهای ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۸ در کشور فرانسه، سالانه ۴۰ درصد رشد دیده می‌شد اما سال گذشته تنها ۱۶ درصد رشد داشته که آن را کمتر از میانگین سالهای اخیر قرار داده است. ۱۷۹ مگاوات چیزی حدود ۲۵۵۰۰۰ متر مربع تاسیسات جدید در فرانسه در سال ۲۰۰۹ بوده که ۹ درصد بازار اتحادیه اروپا را به خود اختصاص داده است. ۴۹ مگاوات دیگر آن مربوط به سایر قلمروهای خارجی فرانسه بوده است.

ایتالیا با ۲/۹ کیلو وات به ازای هر هزار نفر، به عنوان یکی از امید بخش ترین بازارها در سالهای نزدیک است. از تمام تاسیسات جدید در اتحادیه اروپا در سال ۲۰۰۹، حدود ۱۰ درصد در یونان و ۲/۵ درصد در جزایر کوچک قبرس بوده و ترکیه نیز یکی از بزرگترین مصرف کنندگان انرژی خورشیدی بوده است.

امریکا

بازار استفاده از آبگرمکنهای خورشیدی در سال ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ مانند قارچ در امریکا رشد کرد که علت اساسی آن قوانین مالیاتی اتحادیه و نیز افزایش قیمت‌های انرژی بود. نمودارهای کنسولگری بین‌الدول انرژی‌های نو درکل، ۲۴ درصد رشد در نصب و استفاده از تاسیسات خورشیدی را در سال ۲۰۰۹ در مقایسه با سال ۲۰۱۰ نشان می‌دهد. اگر هاوایی را که تا سال ۲۰۰۸ حدود ۵۰ درصد از تاسیسات را به خود اختصاص داده کنار بگذاریم، این رشد به ۴۰۰ درصد در سال ۲۰۱۰ نسبت به سال ۲۰۰۹ می‌رسد و بازار همچنان به رشد صعودی خود ادامه می‌دهد. هاوایی همیشه به عنوان پیشرو در کشور امریکا در زمینه آبگرمکنهای خورشیدی بوده است. ایالت کالیفرنیا و فلوریدا نیز پیشقدمان این مسیر بوده‌اند. قوانین جدید تصویب شده در ماه می ۲۰۰۸ بیانگر این مطلب است که تمامی منازل ساخته شده بعد از سال ۲۰۱۰ باید سیستم گرمایش خورشیدی داشته باشند.

با نفوذ شدید صنعت خورشیدی، امید است که کاهش مالیات تا سال ۲۰۱۲ نیز ادامه یابد تا این صنعت بتواند استوار و محکم باقی بماند و رشد قابل قبولی داشته باشد. از آنجا که بسیاری اشاره کرده اند، سالهایی که در آن انتخابات صورت می‌گیرد، سالهایی سخت برای گذراندن قوانین است. با این حال مشکل قیمت انرژی، خود به تنهایی برای بالا نگه داشتن رشد این بخش در امریکا کافی است، قطعاً حوزه وسیعی برای این تکنولوژی وجود دارد.

استرالیا

طبق گزارشهای انجمن انرژیهای پاک استرالیا، در حال حاضر، آبگرمکنهای خورشیدی، حدود ۸ درصد از کل فروش گرم کننده‌های آب در استرالیا را به خود اختصاص داده است. در ماه می ۲۰۰۹ هیئت دولت برنامه‌ای برای کاهش قیمت انرژی خورشیدی و سیستمهای پمپی آبگرمکن بیان کرد. از آنجا که آب گرم بیشتر کشورها اغلب به وسیله انرژی الکتریکی تولید می‌شود و ۲۷ درصد از آلودگی گازهای گلخانه‌ای مسکونی مربوط به آبگرمکنهاست در نتیجه انرژی خورشیدی نقش مهمی برای کاهش گازهای گلخانه‌ای دارد. بالعکس در کشوری مانند چین، اگرچه، آبگرم تولیدی به وسیله انرژی خورشیدی و انرژی الکتریسیته مشابه‌اند اما صادقاته می‌توان گفت هزینه انرژی خورشیدی بالاتر است. همچنین انجمن انرژیهای پاک افزود، یک سیستم خانگی می‌تواند در عرض ۷-۱۵ سال هزینه خود را تامین کند. استرالیا کارخانه‌های زیادی در زمینه انرژی گرما خورشیدی دارد و فروش سالانه داخلی بین سالهای ۲۰۰۹-۲۰۱۰ حدود ۱۱۱ میلیون دلار استرالیا (۱۰۷ میلیون دلار آمریکا) برآورد شده مضافاً اینکه ۳۴ میلیون دلار استرالیا هم صادرات داشته است.

دو بازار قدیم مربوط به انرژی خورشیدی مربوط به رژیم اشغالگر قدس و امریکاست که در بحران نفت سال ۱۹۷۰ متولد شدند و در آن زمان یکی بحران را با موفقیت پشت سر گذاشت و دیگری مغلوب شد. از آنجا که در سراسر جهان مردم آگاه‌تر شده‌اند و با ۳۰ سال تجربه تکنیکی در زمینه انرژی خورشیدی گسترش زیر بنایی این انرژی بسیار منطقی است. سیاستگذاران و مدیران صنعتی بر سر کشف جوابها کشمکش دارند ولی انرژی گرمایی خورشید همیشه به عنوان راه حلی بدون نقص است.

۲- وضعیت عرضه و تقاضا:

۲-۱- بررسی ظرفیت بهره برداری و روند تولید از آغاز برنامه سوم تاکنون:

بر اساس اطلاعات موجود تنها ۷ واحد صنعتی در تولید پانلهای خورشیدی فعالیت دارند که ظرفیت اسمی این واحدهای صنعتی برابر با ۱۲۲۷۸۱۰ قطعه پانل خورشیدی در سال است که در حال حاضر به طور عملی میزان تولید آن در حدود ۲۴۵۰۰۰ قطعه ذکر شده است. بر اساس آمار رسمی وزارت صنایع و معادن واحدهای فعال در زمینه تولید صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی به شرح جدول (۸) می باشد.

جدول (۸): مشخصات واحدهای فعال تولید صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی

ردیف	نام واحد	شهرستان (استان)	ظرفیت تولید	واحد	تاریخ آخرین جواز	درصد پیشرفت
۱	جمشید صباغ زاده	بیرجند	۶۰ ۰۰۰	دستگاه	۱۳۸۸/۹/۲۳	٪۱۰۰
۲	فیبر نوری	تهران	۷۰ ۰۰۰	عدد	۱۳۷۳/۱۰/۲۱	٪۱۰۰
۳	صنایع الکترونیک سازان سمنان	سمنان	۱ ۰۰۰ ۰۰۰	عدد	۱۳۸۹/۶/۳۰	٪۱۰۰
۴	گروه مهندسی هرم سازان اروند	خوزستان (آبادان)	۵ ۰۰۰	عدد	۱۳۸۸/۳/۲۰	٪۱۰۰
۵	گروه مهندسی هرم سازان اروند	آبادان	۶۵۰	عدد	۱۳۸۸/۳/۲۰	٪۱۰۰
۶	مبتکر صنعت صدرا	شیراز	۲۱۶۰	دستگاه	۱۳۸۴/۸/۲۲	٪۱۰۰
۷	فیبر نوری و برق خورشیدی هدایت نور	یزد	۹۰ ۰۰۰	دستگاه	۱۳۸۹/۸/۲۰	٪۱۰۰

مجموع ظرفیت اسمی واحدهای فوق معادل ۶/۲ مگاوات است که در حال حاضر مقدار ظرفیت در حال بهره برداری آن معادل ۱/۲۵ مگاوات صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی است.

۲-۲- بررسی وضعیت طرح‌های جدید و طرح‌های توسعه در دست اجرا:

در زمینه تولید صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی براساس آمار وزارت صنایع و معادن (۱۳۸۹) جواز طرح توسعه‌ای صادر نشده است. با توجه به محصول مورد بررسی، مشخصات جوازهای تأسیس صادر شده و درصد پیشرفت واحدی مربوط به تولید اجزاء و قطعات پانل خورشیدی به تفکیک هر واحد در جدول (۱۰) ارائه شده است. ظرفیت واحدهای جدید مذکور در صورت بهره‌برداری طی ۵ سال آتی بالغ بر ۰/۵ مگاوات می‌باشد. هر دو این واحدها در سال ۱۳۸۵ جواز تأسیس اخذ نموده‌اند در صورتیکه روند تولید جدید واحدهای طی ۵ سال آتی خطی فرض شده به طور متوسط در هر سال ۰/۱ مگاوات به ظرفیت تولید ۱/۲۵ مگاوات در سال ۱۳۸۹ اضافه خواهد شد. ظرفیت تولید اسمی واحدهای فعال موجود نیز در صورت بهره‌برداری خطی تا ظرفیت اسمی ۵ سال آینده هر سال ۰/۵ مگاوات توسعه خواهد داشت. بر این اساس میزان ظرفیت در دست طی ۵ سال آتی برحسب مگاوات در جدول (۱۰) برآورد می‌گردد لازم به ذکر است جوازهای که درصد پیشرفت آنها صفر می‌باشد به خاطر اتمام مدت آنها ابطال گردیده.

جدول (۹): مشخصات طرح‌های جدید صنعتی تولید اجزاء و قطعات پانل‌های خورشیدی (مازول خورشیدی)

ردیف	نام واحد	شهرستان (استان)	ظرفیت تولید	واحد	تاریخ آخرین مجوز	درصد پیشرفت
۱	سیماتیک نگین	مشهد	۵ ۰۰۰ ۰۰۰	دستگاه	۱۳۸۵/۲/۱۹	٪ ۵۰
۲	صنعت خورشیدی پارس	زنجان	۶۴ ۰۰۰ ۰۰۰	دستگاه	۱۳۸۵/۳/۱۷	٪ ۶۴
۳	بلال مصطفی پور	ارومیه (آذربایجان غربی)	۱۰۰۰	عدد	۸۶/۸/۱۲	صفر
۴	عباس شر محمد	کرج (تهران)	۲۵۰/۰۰۰	عدد	۸۷/۴/۲۷	صفر
۵	سبک سازان لوشان	بروجرد (لرستان)	۲۵۰/۰۰۰	عدد	۸۵/۱۱/۲۴	صفر
۷	علی اکبر حجت	یزد (یزد)	۱۵۰/۰۰۰	عدد	۸۶/۴/۲۶	صفر

جدول (۱۰): برآورد ظرفیت بالقوه تولید ماژول خورشیدی طی ۵ سال آتی بر حسب مگاوات

سال	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳
ظرفیت بالقوه	۰/۶	۱/۲	۱/۸	۲/۴	۳

۳-۲- بررسی روند واردات محصول از آغاز برنامه سوم تا پایان سال ۸۹:

همانطور که قبلاً ذکر شد شماره تعرفه گمرکی ۸۵۴۱۴۰۱۰ به طور مشخص در ارتباط با پانلهای خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته) می باشد.

با توجه به مطالعات انجام شده در مورد پروژههای عمده به انجام رسیده در مورد انرژیهای نو و خورشیدی در کشور به عنوان مهمترین بخش از مصرف صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی برآورد می گردد. مهمترین واردات پانلهای خورشیدی در فاصله سالهای ۸۱ تا ۸۵ انجام گرفته است. و همچنین در سال ۱۳۸۹ روند واردات پانل خورشیدی در جدول شماره (۱۱) آورده شده است. پیش بینی می شود با توجه به حجم و ظرفیت پایین واحدهای تولیدی فعال در زمینه واردات صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی و از طرفی نیاز به این محصول در ۵ سال آینده در صورت عدم بهره برداری از واحدهای جدید، واردات بصورت جدی تر انجام پذیرد.

جدول (۱۱): واردات صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی

ردیف	سال	کشور	تعرفه	توضیحات تعرفه	وزن (کیلو)	ارزش (ریال)	ارزش (دلار)
۱	۱۳۸۹	چین	۸۵۴۱۴۰۱۰	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۶۳,۰۲۱	.Rls ۹,۱۶۴,۵۶۵,۵۶۷	\$ ۹۰۶,۱۳۰
۲	۱۳۸۹	امارات متحده عربی	۸۵۴۱۴۰۱۰	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۱۳,۶۲۹	.Rls ۲,۱۵۵,۴۶۸,۱۲۰	\$ ۲۱۱,۲۲۷
۳	۱۳۸۹	کرواسی	۸۵۴۱۴۰۱۰	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۱,۷۰۰	.Rls ۷۵۱,۳۳۹,۲۸۴	\$ ۷۳,۰۹۵
۴	۱۳۸۹	نروژ	۸۵۴۱۴۰۱۰	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۳,۹۸۰	.Rls ۴۳۰,۵۱۱,۴۹۵	\$ ۴۱,۷۳۸
۵	۱۳۸۹	تایلند	۸۵۴۱۴۰۱۰	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۹۷۶	.Rls ۳۳۰,۵۷۰,۲۹۴	\$ ۳۱,۵۴۸
۶	۱۳۸۹	ترکیه	۸۵۴۱۴۰۱۰	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۵,۹۷۱	.Rls ۲۳۴,۷۴۸,۱۲۰	\$ ۲۲,۶۲۴
۷	۱۳۸۹	هلند	۸۵۴۱۴۰۱۰	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۳۸۴	.Rls ۱۳۰,۵۲۷,۳۶۲	\$ ۱۲,۵۶۲
۸	۱۳۸۹	اسپانیا	۸۵۴۱۴۰۱۰	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۶۲۸	.Rls ۱۲۶,۹۳۷,۸۲۴	\$ ۱۲,۲۶۴
۹	۱۳۸۹	هند	۸۵۴۱۴۰۱۰	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۷۷۵	.Rls ۱۲۵,۸۲۲,۴۴۶	\$ ۱۲,۳۰۵
۱۰	۱۳۸۹	آلمان	۸۵۴۱۴۰۱۰	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۳۵۰	.Rls ۱۱۷,۹۳۰,۸۸۲	\$ ۱۱,۳۴۱
۱۱	۱۳۸۹	ایتالیا	۸۵۴۱۴۰۱۰	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۱۰	.Rls ۹۵,۵۹۶,۸۷۰	\$ ۹,۶۹۰
۱۲	۱۳۸۹	هنگ کنگ	۸۵۴۱۴۰۱۰	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۳۷۳	.Rls ۴۸,۴۹۲,۱۴۵	\$ ۴,۷۱۱
۱۳	۱۳۸۹	فرانسه	۸۵۴۱۴۰۱۰	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۲۱۶	.Rls ۳۰,۱۸۳,۳۲۸	\$ ۲,۹۰۳
۱۴	۱۳۸۸	چین	۸۵۴۱۴۰۱۰	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۴۳,۵۳۸	.Rls ۶۳۳۱,۳۳۱,۷۰۹	\$ ۶۲۵,۹۹۸
۱۵	۱۳۸۸	اسپانیا	۸۵۴۱۴۰۱۰	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۵۲۷	.Rls ۱۰۶,۵۲۲,۶۶۴	\$ ۱۰,۵۳۲
۱۶	۱۳۸۸	آلمان	۸۵۴۱۴۰۱۰	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۳۱۰	.Rls ۱۰۴,۴۵۳,۰۶۶	\$ ۱۰,۳۲۷

\$ ۵,۴۸۸	.Rls ۵۵,۵۱۲,۴۵۵	۴۲۷	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۸۵۴۱۴۰۱۰	هنگ کنگ	۱۳۸۸	۱۷
\$ ۵۰۹,۸۷۸	.Rls ۵,۱۵۶,۹۱۳,۱۵۸	۳۵,۴۶۲	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۸۵۴۱۴۰۱۰	چین	۱۳۸۷	۱۸
\$ ۹,۴۱۳	.Rls ۹۷,۴۲۶,۸۰۱	۴۸۲	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۸۵۴۱۴۰۱۰	اسپانیا	۱۳۸۷	۱۹
\$ ۲۳,۳۶۰	.Rls ۲۴۲,۹۳۷,۶۱۷	۷۲۱	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۸۵۴۱۴۰۱۰	آلمان	۱۳۸۷	۲۰
\$ ۱۶,۵۷۴	.Rls ۱۶۷,۶۳۷,۹۱۳	۴,۲۶۴	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۸۵۴۱۴۰۱۰	ترکیه	۱۳۸۷	۲۱
\$ ۲۵,۸۵۵	.Rls ۲۶۷,۶۰۹,۴۰۶	۲,۴۷۴	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۸۵۴۱۴۰۱۰	نروژ	۱۳۸۷	۲۲
\$ ۴۱۵,۹۱۷	.Rls ۴,۲۰۶,۵۸۸,۰۹۲	۲۸,۹۲۷	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۸۵۴۱۴۰۱۰	چین	۱۳۸۶	۲۳
\$ ۸,۳۲۰	.Rls ۸۶,۱۰۷,۵۰۴	۴۲۶	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۸۵۴۱۴۰۱۰	اسپانیا	۱۳۸۶	۲۴
\$ ۲۰,۵۷۳	.Rls ۲۱۳,۹۶۰,۳۱۴	۶۳۵	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۸۵۴۱۴۰۱۰	آلمان	۱۳۸۶	۲۵
\$ ۲۵,۶۸۳	.Rls ۲۶۷,۱۰۴,۱۲۴	۶,۷۹۴	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۸۵۴۱۴۰۱۰	ترکیه	۱۳۸۶	۲۶
\$ ۱۹۳,۰۵۰	.Rls ۲,۰۰۷,۵۳۴,۲۷۰	۲۱۰	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۸۵۴۱۴۰۱۰	ایتالیا	۱۳۸۶	۲۷
\$ ۲۷,۱۹۳	.Rls ۲۷۵,۰۲۳,۶۴۶	۸۱۲	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۸۵۴۱۴۰۱۰	تایلند	۱۳۸۶	۲۸
\$ ۳۸۴۳۱,۱۳۰	.Rls ۳۹۷,۷۶۷,۸۵۶	۹۰۰	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۸۵۴۱۴۰۱۰	کرواسی	۱۳۸۶	۲۹
\$ ۲,۲۹۵	.Rls ۲۳,۲۱۶,۲۷۰	۱۴۳	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)	۸۵۴۱۴۰۱۰	هند	۱۳۸۶	۳۰

۴-۲- بررسی روند مصرف از آغاز برنامه:

طی سالهای گذشته اصلی ترین کاربرد صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی به منظور تولید انرژی الکتریکی در قالب طرح ها و پروژه های برق رسانی پایلوت به مناطق دور افتاده و فاقد انرژی الکتریکی بوده است. این حرکت عمدتاً از سالهای ابتدائی دهه ۷۰ شمسی آغاز و تاکنون با فعالیت های مستمر سازمان انرژیهای نو دنبال می گردد. اطلاعات دقیقی در مورد سایر مصارف گذشته صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی درآمارهای کشور وجود ندارد و مبنای تخمین مصرف محصول در کشور عمدتاً مصرف پروژه های مذکور طی بازه زمانی ۱۰ تا ۱۵ ساله است. شرح عمده پروژه های مرتبط در جدول (۱۲) احصاء شده است.

جدول (۱۲): مشخصات پروژه های انجام یافته انرژی خورشیدی در سالهای ۸۸-۱۳۷۳

ظرفیت (KW)	سال	محل اجرا	پروژه
۹۳	۱۳۷۳-۷۴	سمنان	نیروگاه خورشیدی- فتوولتائیک سد کویر معلمان
۱	۱۳۷۵-۷۶	یزد	طراحی ساخت و نصب پمپ های آب کشاورزی فتوولتائیک خورشیدی
۱۲	۱۳۷۸-۷۹	دریبد یزد	نیروگاه خورشیدی فتوولتائیک دریبد
محدود	۱۳۸۱-۱۳۸۲	زنجان- قزوین و تبریز	روشنائی فتوولتائیک برق منطقه ای زنجان و تبریز و قزوین

۵-۲- بررسی روند صادرات محصول از آغاز برنامه سوم تا پایان سال ۸۹ و امکان توسعه آن:

با توجه به اینکه اولین واحدهای تولید صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی در سال ۸۷ به بهره برداری رسیده است و قبل از آن تولید این محصول در داخل کشور وجود نداشته است و وضعیت واردات نیز عمدتاً به

منظور تأمین نیاز داخلی بوده است طی ۵ سال گذشته صادرات برای این محصول به جز یک مورد وجود نداشته است. تنها صادرات این محصول به کشور سوریه بوده که در جدول شماره (۱۳) مشاهده می‌کنید.

جدول (۱۳): صادرات صفحات و نوارهای انرژی جاذب خورشیدی

ارزش (دلار)	ارزش (ریال)	وزن (کیلو)	توضیحات تعرفه	تعرفه	کشور	سال	ردیف
\$ ۲,۷۵۰	.Rls ۲۸,۵۶۴,۲۵۰	۶۱۰	پانل های خورشیدی (تبدیل کننده) انرژی خورشیدی به الکتریسته	۸۵۴۱۴۰۱۰	جمهوری عربی سوریه	۱۳۸۹	۱

۶-۲- بررسی نیاز به محصول با اولویت صادرات تا پایان برنامه چهارم:

نیاز به صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی در سه بخش مختلف قابل بررسی است.

الف: نیاز به صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی در مناطق دور افتاده و روستاها و عشایر فاقد انرژی الکتریکی

ب: نیاز به صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی به عنوان جایگزین در بخش های مصرف کننده فعلی

ج: صادرات محصول

الف: نیاز به صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی در مناطق دورافتاده و روستاها و عشایر فاقد انرژی الکتریکی یکی از حوزه‌های مهم کاربرد انرژی خورشیدی در سطح جهان و بخصوص در کشورهای کمتر توسعه یافته و یا درحال توسعه تأمین انرژی مناطق دور افتاده است. در کشور ما نیز این موضوع به دلیل پهناوری و

وسعت جغرافیایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. دسترسی به منابع اقتصادی انرژی خورشیدی با (شدت و مدت تابش مناسب در سال) اهمیت این موضوع را بیشتر می‌کند. در بسیاری از مناطق کشور تأمین انرژی الکتریکی از طریق انتقال در شبکه سراسری توجیه اقتصادی ندارد لذا می‌توان انرژی‌های نوین بویژه انرژی خورشیدی را به دلیل دسترسی آسان راه حلی برای نهی مشکل در نظر گرفت. بر اساس آمار موجود تعداد خانوارهای فاقد برق کشور بالغ بر ۳۸۰ هزار خانوار است. این تعداد خانوار به تفکیک در جدول (۱۴) ذکر شده‌اند.

جدول (۱۴): خانوارهای فاقد انرژی الکتریکی به تفکیک

تعداد	شرح
۱۷۷۲۰۰	خانوار روستائی
۲۰۰۰۰۰	عشایر کوچ نشین
۳۷۷۲۰۰	مجموع

تأمین انرژی مورد نیاز مقدار خانوار در دستور کار دولت قرارداد بطوریکه به عنوان مثال در بازه زمانی ۸۸-۸۴ طبق برنامه می‌بایست ۱۲۰۰۰ خانوار از این دسته به انرژی برق دسترسی آسان داشته باشند. در صورتیکه طی ۵ سال آینده تعداد ۱۵۰۰۰ خانوار روستائی و عشایر فاقد انرژی به عنوان جامعه هدف تأمین انرژی الکتریکی خورشیدی در نظر گرفته شود و طی این مدت برنامه تأمین انرژی و نصب یکنواخت فرض شود برآورد نیاز به انرژی خورشیدی به صورت جدول (۱۵) می‌باشد.

جدول (۱۵): برآورد انرژی الکتریکی خورشیدی مورد نیاز بخش روستائی و عشایری طی ۵ سال

(۱۳۹۰ بر حسب مگاوات- آینده ۹۴)

سال	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	جمع
نیاز به انرژی خورشیدی در بخش روستائی و عشایری	۹	۹	۹	۹	۹	۴۵

ب: نیاز به صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی به عنوان جایگزین در بخش های مصرف کننده فعلی بر اساس امارهای وزارت نیرو سهم بخشهای مختلف از مصرف انرژی الکتریکی در کشور به شرح جدول (۱۶) است.

جدول (۱۶): سهم بخش های مختلف از انرژی الکتریکی

شرح	درصد مصرف از کل
بخش خانگی	٪۲۳
بخش صنعت	٪۳۲
بخش کشاورزی	٪۱۴
بخش عمومی	٪۱۲
بخش روشنائی معابر	٪۴
سایر مصارف	٪۷

نیاز به انرژی برق در ۵ سال آینده برای پاس گویی به مصارف این بخشها بر حسب میلیارد کیلووات ساعت به

شرح جدول (۱۷) پیش بینی شده است.

جدول (۱۷): پیش بینی انرژی برق مورد نیاز کشور طی ۵ سال (۹۴-۹۰) آینده بر حسب میلیارد کیلو وات ساعت

سال	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴
مصرف انرژی برق	۱۸۲	۱۸۹	۱۹۶	۲۰۲/۶	۲۰۹/۴

در صورتیکه هدف جایگزینی مصارف خانگی، کشاورزی عمومی و روشنایی معابر در نظر گرفته شود با توجه به آمارهای جداول (۱۷) می توان نیاز به انرژی الکتریکی را در این بخشها بصورت جدول (۱۸) برآورد نمود.

جدول (۱۸): پیش بینی انرژی برق مورد نیاز کشور طی ۵ سال (۹۴-۹۰) آینده بر حسب میلیارد کیلو وات ساعت

سال	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴
بخش خانگی	۴۱/۹	۴۳/۵	۴۵/۱	۴۶/۶	۴۸/۲
کشاورزی	۲۵/۵	۲۶/۵	۲۷/۴	۲۸/۴	۲۹/۳
عمومی	۲۱/۸	۲۲/۷	۲۳/۵	۲۴/۳	۲۵/۱
روشنایی معابر	۷/۳	۷/۶	۷/۸	۸/۱	۸/۴
جمع	۹۶/۵	۱۰۰/۲	۱۰۳/۹	۱۰۷/۴	۱۱۱

اگر سهم انرژی خورشیدی در تأمین انرژی الکتریکی که جایگزین در بخشهای جدول حداقل برابر با تولید انرژی فعلی در سایر بخشهای مشابه انرژیهای نو در نظر گرفته شده میزان نیاز به انرژی خورشیدی بر حسب مگا وات ساعت طی ۵ سال ۹۴-۱۳۹۰ به صورت جدول (۱۹) برآورد می گردد.

جدول (۱۹): برآورد سهم انرژی خورشیدی در تأمین برق بخش های مختلف بر حسب مگاوات طی بازه زمانی

۱۳۹۰ - ۹۴

سال	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴
انرژی مورد نیاز	۵۱	۵۳	۱۰۹/۹	۱۱۳/۶	۱۱۷/۴

ج: صادرات محصول

رشد مصرف جهانی صفحات و نوارهای جاذب از شتاب بسیار زیادی برخوردار است. به گونه‌ای که براساس برآوردها، این نوع انرژی ۳۴ درصد از کل انرژی مصرفی جهان را در سال ۲۰۵۰ تشکیل خواهد داد. طبق پیش بینی‌ها ظرفیت‌های مورد نیاز برای نصب صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی در سال ۲۰۱۰ میلادی به حدود ۱۴۰۰۰ مگاوات، در سال ۲۰۲۰ میلادی به ۷۰۰۰۰ مگاوات در سال ۲۰۳۰ به ۱۴۰۰۰۰ مگاوات خواهد رسید. با توجه به این موضوع که در سال ۲۰۰۷ میزان تولید جهانی این انرژی ۳۸۰۰ مگاوات بوده است می‌توان رشد غیر خطی مصرف این نوع انرژی را به خوبی مشاهده نمود. این نیاز باید از طریق سرمایه‌گذاری جدید در بخش تولید صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی برآورده گردد. در این میان منطقه خاورمیانه به دلیل قرار گرفتن در کمربند انرژی اقتصادی خورشیدی از یک طرف و نیاز شدید به انرژی طی سالهای آینده به دلیل رشد سایر بخش‌های مصرف کننده و طبق آمار شاهد افزایش قابل توجه مصرف انرژی خورشیدی با رشدی برابر و یا سریعتر از سایر مناطق خواهد بود. این موضوع به دلیل قرار گرفتن بازارهای مصرف مربوطه در نزدیکی کشور بسیار اهمیت دارد. در جدول (۲۰) میزان نیاز به انرژی خورشیدی تا سال ۲۰۳۰ و همچنین سهم صفحات و نوارهای جاذب پایه سیلیکون در این بازار (۳۷٪) برآورد گردیده است.

جدول (۲۰): برآورد نیاز جهانی به صفحات و نوارهای جاذب تا سال ۲۰۳۰ میلادی بر حسب مگاوات

سال	۲۰۰۷	۲۰۱۰	۲۰۲۰	۲۰۳۰
انرژی خورشیدی مورد نیاز	۳۸۰۰	۱۴۰۰۰	۷۰۰۰۰	۱۴۰۰۰۰
نیاز به سلولهای پایه سیکیلون	۳۴۲	۵۱۸۰	۲۵۹۰۰	قابل پیش بینی نیست

با توجه به ارقام جدول (۲۰) می‌توان نتیجه گرفت میزان تولید داخلی به میزان ۵ تا ۱۰ مگاوات به ازاء هر کارخانه کاملاً از قابلیت صادرات برخوردار است. صرف نظر از بازارهای خارجی می‌توان نیاز داخلی را به صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی به صورت جدول (۲۱) برآورد نمود.

جدول (۲۱): برآورد نیاز داخلی به صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی طی بازه زمانی ۱۳۹۴-۱۳۹۰

سال	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴
مناطق روستائی و عشایری فاقد برق	۹	۹	۹	۹	۹
بخش های مصرفی دارای برق	۵۱	۵۳	۱۰۹/۹	۱۱۳/۶	۱۱۷/۴
جمع نیاز	۶۰	۶۲	۱۱۸/۹	۱۲۲/۶	۱۲۶/۴
ظرفیت بالقوه تولید شامل ظرفیت کارخانجات فعال و جدید	۱/۲۴	۲/۴۸	۳/۷۸	۴/۹۶	۶/۲
نیاز خالص	۵۸/۷	۵۹/۵۲	۱۱۵/۲	۱۱۷/۶	۱۲۰/۲

در صورت عدم تأمین نیاز به صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی با توجه به ظرفیت‌های پائین واحدهای فعال باید واردات محصول مورد توجه قرار گیرد.

۳- بررسی اجمالی تکنولوژی و روش‌های تولید و عرضه محصول در کشور و مقایسه آن با دیگر

کشورها

فرآیند تولید و ساخت صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی از دو قسمت ساخت سلول خورشیدی و ساخت پانل‌های خورشیدی تشکیل شده که بر اساس اسکرین پرینت با کمی تفاوت در اغلب شرکت‌های سازنده مورد استفاده قرار می‌گیرد به صورت مراحل زیر است.

الف) ساخت سلول خورشیدی :

۱- مواد اولیه:

مهمترین ماده اولیه فرآیند ویفر (تراشه) تک بلوره یا چند بلوره Cz-Si از گرید خورشیدی است. این قطعات معمولاً به دو شکل مربع مستطیل و دایره به قطر ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر و ضخامت ۲۰۰ تا ۳۵۰ میکرومتر هستند. ناخالصی این تراشه‌ها از نوع P و دارای مقاومت الکتریکی یک اهم در سانتیمتر می‌باشند.

۲- رفع عیوب سطحی:

ویفرهای سیکلونی وارد شده به خط تولید در اثر عملیات برش در کارخانجات سازنده ویفر دارای ناهمواریها و زوائدی در سطح هستند. این ناهمواریها در فرآیند تولید سلول خورشیدی نامطلوب و باعث کاهش کیفیت ساخت و حتی شکستن سلول می‌گردد. به این منظور در این مرحله حدود ۱۰ میکرون از لایه سطحی ویفر خام توسط محلول‌های اسیدی یا قلیائی برداشته می‌شود. غوطه‌وری ویفرها توسط کاست‌های تفلونی تحت دما و ترکیب کنترل

شده انجام می‌گیرد. در این عمل به کارگیری محلول‌های قلیائی به دلیل هزینه مربوط به ضایعات عمل از ارجحیت بیشتری برخوردار است.

۳- عاجکاری سطح:

در این مرحله باید سطح ویفرها با الگوی مشخصی عاجکاری گردد. بافت سطحی به صورت هرمی شکل و به روش اچینگ NaOH به دست می‌آید. در صورتیکه عاجکاری سطحی (هرمی شکل) حاصل از این عمل بسیار ریز بافت باشد منجر به افزایش بازتاب سطحی نور در سلول خواهد شد و در صورتیکه بافت عاج سطح بیش از حد درشت باشد نور از جذب مناسب در واحد سطح برخوردار نخواهد بود به این دلیل باید پارامترهای غلظت، دما و زمان در فرآیند اچینگ NaOH تحت کنترل مناسب قرار داشته باشند. معمولاً این عمل در محلول با غلظت ۵٪ NaOH در دمای 80° سانتیگراد و به مدت ۱۵ دقیقه به انجام می‌رسد.

۴- دیفوزیون فسفر:

فسفر به عنوان ناخالصی نوع P در سیکیلون گرید خورشیدی مورد استفاده قرار می‌گیرد. دیفوزیون فسفر در دمای بسیار زیاد قابل انجام است به این دلیل لازم است ویفرهای عاجکاری شده قبل از عمل دیفوزیون از طریق اچینگ اسیدی از هرگونه پسماند قلیائی و ناخالصی‌های فلزی کاملاً تمیز شوند. روش‌های اصلی دیفوزیون فسفر شامل دیفوزیون کوره کوارتز و دیفوزیون کوره خطی است که مختصراً شرح داده می‌شود.

الف- کوره کوارتز:

در این روش ویفرها در حامل‌هایی از جنس کوارتز قرار داده می‌شوند و سپس در درون یک محفظه کوارتز (بدنه اصلی کوره) توسط گرمکن‌های مقاومی به درجه مورد نظر می‌رسد. حرکت ویفرها در کوره به صورت دوار است

بدین معنی که از همان دهانه ورودی و پس از پایان عملیات خارج می‌گردند. گاز حاوی فسفر از دهانه دیگر کوره به داخل محفظه دمیده می‌شود. برای تأمین فسفر مورد نظر از محلول $POCl_3$ استفاده می‌شود. عمل دیفوزیون در این کوره در دمای ۹۰۰ تا ۹۵۰ درجه سانتیگراد و طی مدت ۵ تا ۱۵ دقیقه انجام می‌شود. ویفرها باید در هر دو رو (طرفین) دیفوزه شوند.

ب- کوره خطی یا تسمه نقاله‌ای:

در این روش بجای گاز از فسفر جامد استفاده می‌شود به این صورت که نوعی خمیره قابل پخت حاوی عنصر فسفر بر روی یک سطح از ویفر پخش شده و بعد از خشک شدن بر روی نقاله تسمه‌ای به داخل کوره حرارتی هدایت می‌گردند. حرارت در مناطق مختلف این نوع کوره متفاوت و قابل کنترل است و به دلیل اینکه فضای کوره باز است امکان دمیدن گازهای مورد نیاز به اتمسفر کوره وجود دارد. در این کوره ابتدا در دمای ۶۰۰ درجه سانتیگراد ناخالصی‌های ویفر از بین رفته و سپس عمل دیفوزیون در دمای ۹۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۵ دقیقه در مجاورت اتمسفر نیتروژن انجام می‌پذیرد.

۵- ایزولاسیون اتصالات:

در ویفرهای دارای ناخالصی نوع P، لبه‌ها می‌توانند باعث شنت اتصالات سطحی روئی و زیرین ویفر گردند. به منظور کنترل این پدیده، فرآیند اچینگ خشک در دمای پائین مورد استفاده قرار می‌گیرد. طی این عمل لبه سلول‌ها به صورت سطوح بسیار نازک در درون راکتور در معرض پلازما قرار می‌گیرند. در این فرآیند از ترکیبات CF_4 و SF_6 استفاده می‌شود. راه جایگزین برای ایزولاسیون ویفر استفاده از لیزر برای برش نواحی لبه‌ای می‌باشد.

۶- پوشش آنتی رفکلت:

به منظور کاهش اثر انعکاس پذیری سطح سلولهای خورشیدی توسط اکسید تیتانیوم (TiO_2) روکش می گردد. برای این منظور محلول محتوی ترکیبات تیتانیوم توسط یک نازل بر روی سطح سلول و در دمای ۲۰۰ درجه سانتیگراد پاشیده می شود. این عملیات در راکتورهای اتوماتیک به انجام می رسد. نیتريد سيليكون نیز می تواند به عنوان پوشش آنتی رفکلت بکار رود.

۷- چاپ اتصالات رویه سلول:

به منظور ایجاد اتصالات در رویه سلول از خمیره حاوی پودر نقره استفاده می شود به این صورت که خمیره بر رویه چسبانده شده و ماحصل به داخل کوره پخت خطی هدایت می گردد. در کوره، عمل پخت در دمای ۱۰۰ تا ۲۰۰ درجه سانتیگراد انجام می گیرد.

۸- چاپ اتصالات پشت سلول:

در این مرحله عملیات مشابه مرحله قبل انجام می گیرد. تفاوت در نوع خمیره الگوی چاپ اتصالات نیز در پشت سلول با رویه سلول متفاوت است.

۹- احتراق همزمان:

در این مرحله یک نوع عملیات حرارتی در دمای بالا انجام می گیرد. هدف از این عملیات سوزاندن ناخالصی های ارگانیک خمیره، جوشش (سینتر کردن) ذرات و دانه های فلزی خمیره به منظور افزایش قابلیت رسانائی و همچنین بهبود کیفیت اتصالات الکتریکی پوشش با زیرساخت سیلیکونی می باشد.

۱۰- تست و طبقه بندی:

سلول خورشیدی با استفاده از منبع نور مجازی (خورشید شبیه سازی شده) در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد مورد تست و آزمون قرار می گیرد. سلولهای نامنطبق تأیید نمی گردند و سایر سلولها بر اساس میزان بازدهی و خروجی طبقه بندی می گردند.

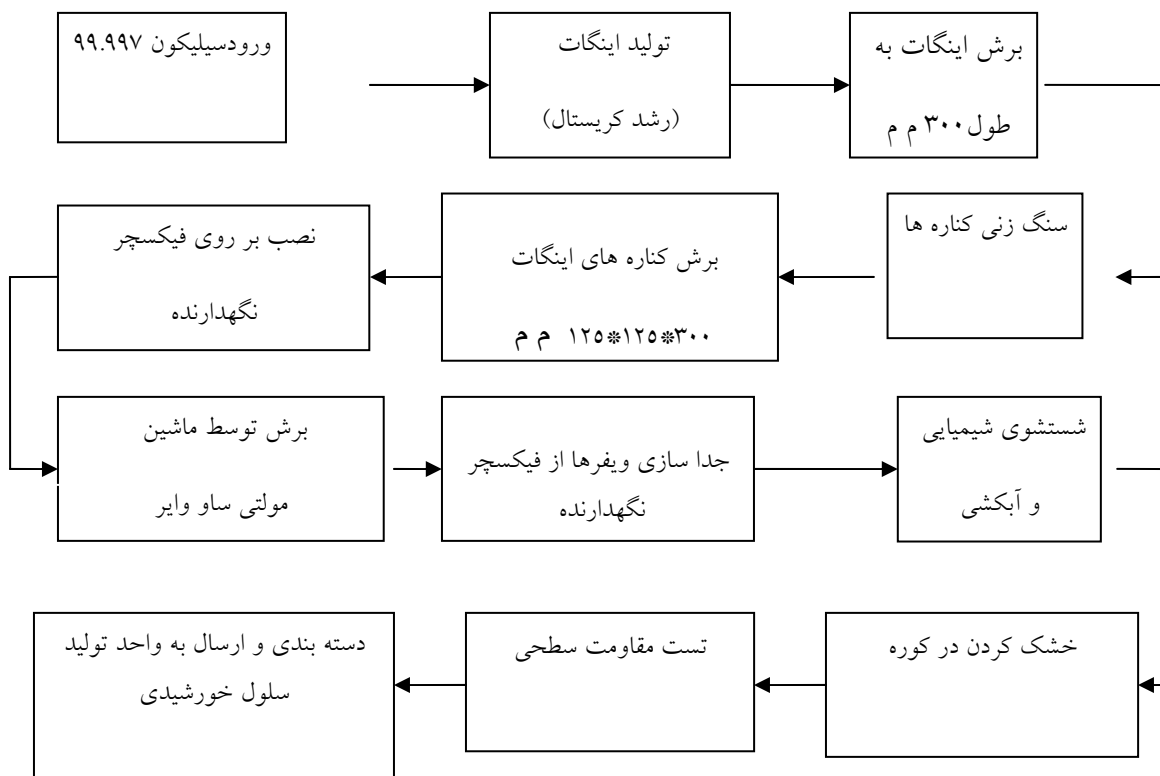
قابل ذکر است طی ۳۰ سال گذشته تکنولوژی متعارف بکارگرفته شده برای تولید صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی در سطح دنیا بدین شکل بوده است.

ماشین آلات مورد نیاز فرآیند تولید از کشورهای ژاپن، کره جنوبی، چین، آلمان، ایتالیا و آمریکا قابل تهیه هستند. عمده شرکت های عرضه کننده، تکنولوژی سیستم تولید را به صورت کلید در دست (Turn-key) عرضه می کنند. امکان تهیه این ماشین آلات از سازندگان داخلی در حال حاضر وجود ندارد. مشخصات تعدادی از شرکت های تولید کننده تجهیزات در پایگاه اینترنتی www.enf.cn قابل دسترسی است.

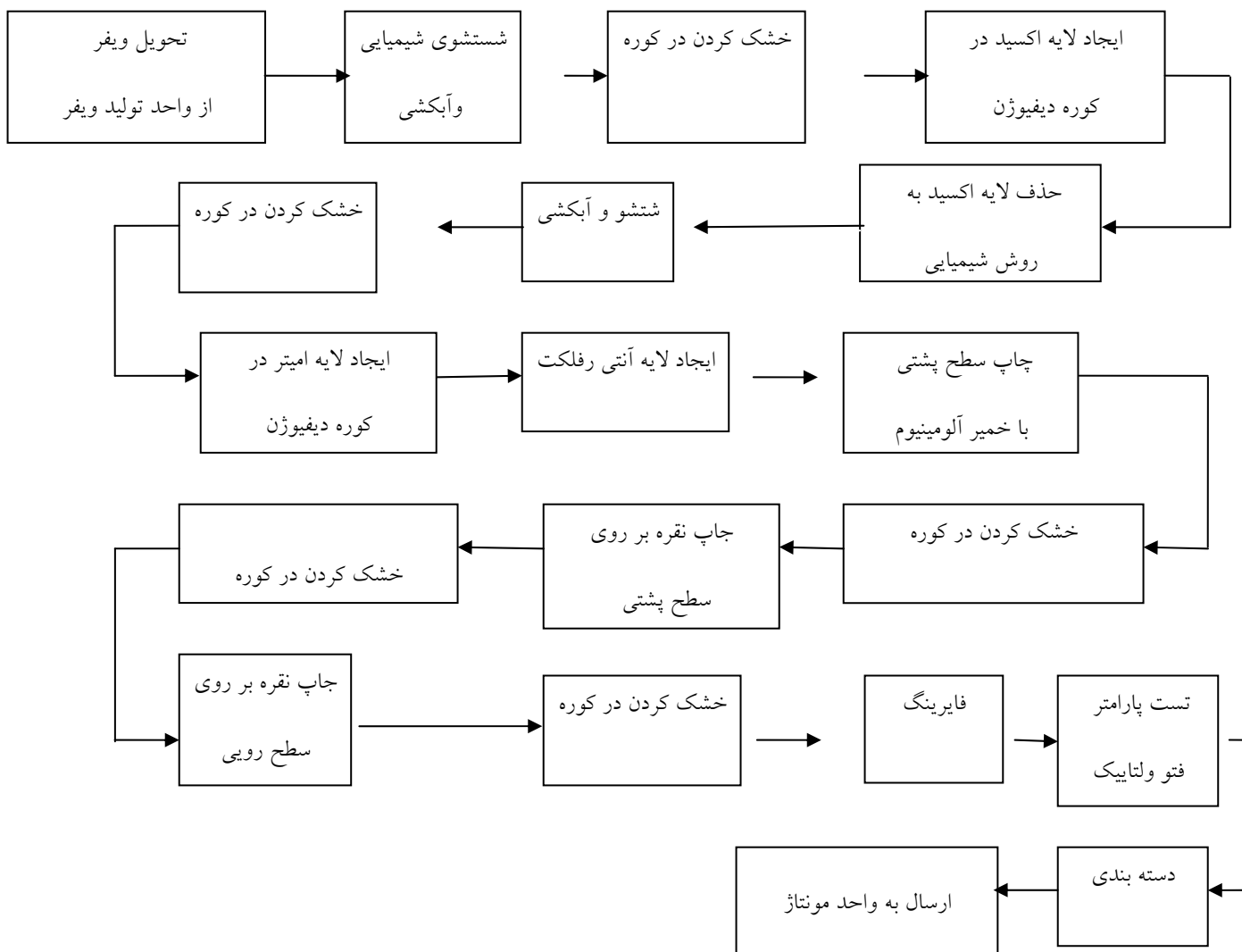
ب) ساخت صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی:

خلاصه فرآیند تولید صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی بصورت گانچارت در ۴ مرحله نشان داده شده است:

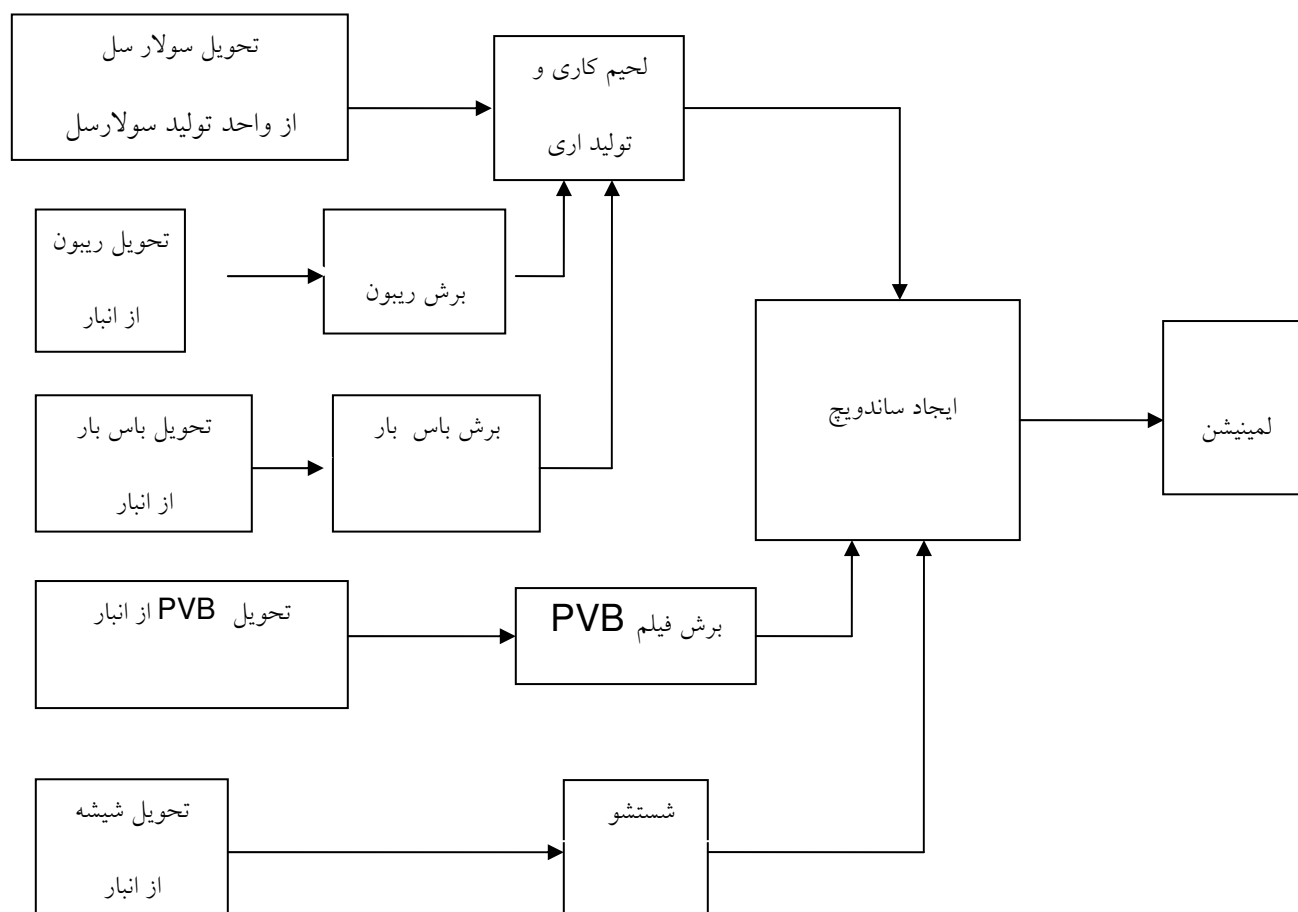
مرحله اول ورود مواد اولیه:



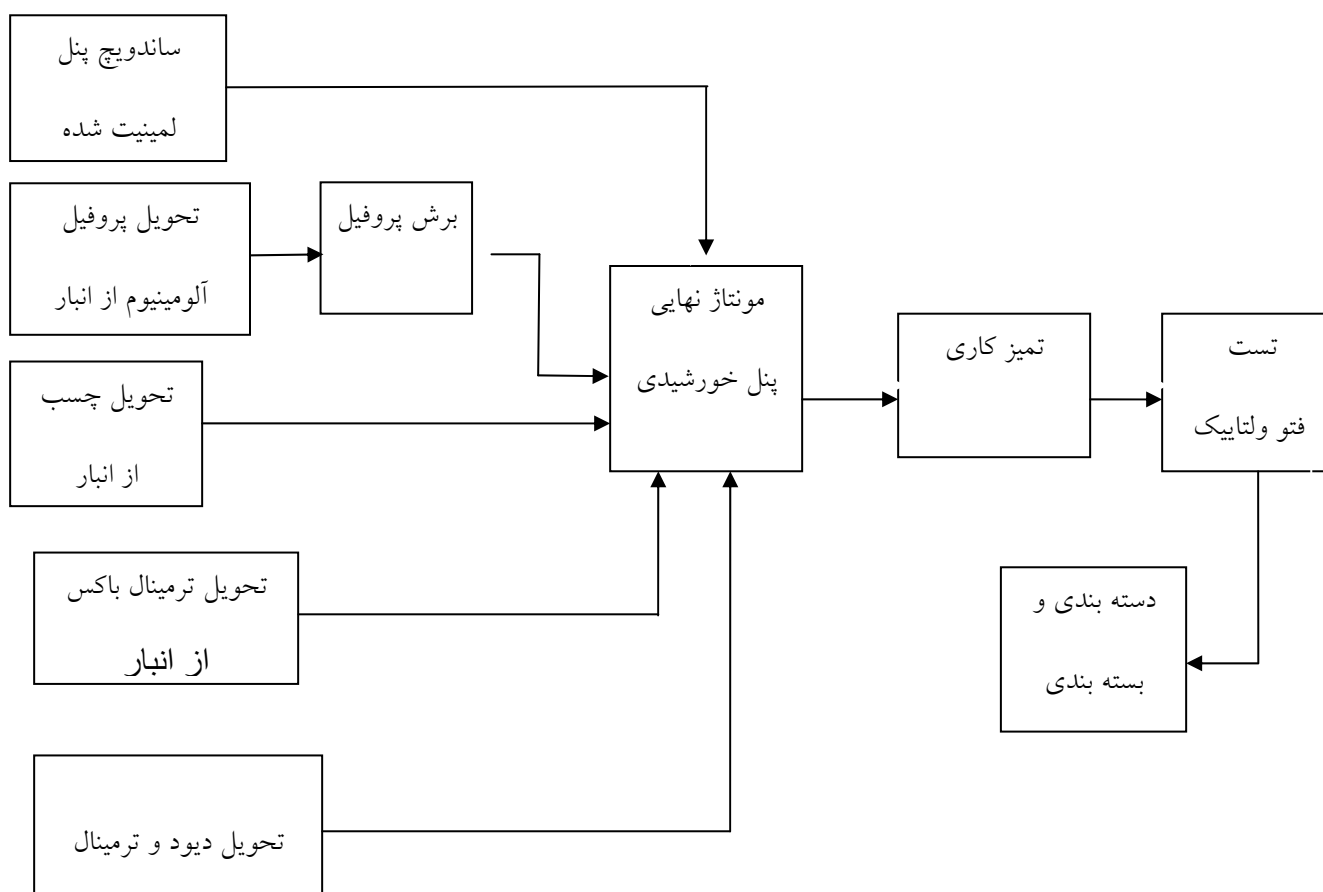
مرحله دوم تولید سلول خورشیدی:



مرحله سوم واحد مونتاژ:



مرحله چهارم لمینیت:



طراحی کارخانه، تخمین فضاهای مورد نیاز:

در هر واحد صنعتی اختصاص فضای مناسب و کافی جهت استقرار ماشین آلات، جابجایی مواد اولیه و محصولات و سهولت در امر تردد کارکنان امری ضروری است. در این بخش مساحت مورد نیاز جهت سالن تولید، انبار ساختمانهای غیر تولیدی و در نهایت زمین و محوطه سازی برآورد می‌گردد. برای محاسبه مساحت سالن تولید ابتدا مساحت خالص دستگاهها از کاتالوگهای مربوطه استخراج می‌شود. سپس با توجه به خصوصیات کاری هر دستگاه فضای مورد نیاز جهت جابجایی مواد اولیه و محصول خروجی، مانور اپراتور به همراه عملیات سرویس و نگهداری برآورد شده به مساحت خالص دستگاه اضافه می‌گردد. سپس با در نظر گرفتن تعداد دستگاهها، جمع کل مساحت هر کدام از ماشین آلات محاسبه می‌شود. برای کارهای غیرماشینی نیز مساحت میز کار و محوطه مورد نیاز به همین صورت محاسبه می‌گردد. حاصل جمع فوق بعلاوه مساحت مورد نیاز جهت لحاظ نمودن مساحت راهروها، گسترش و توسعه احتمالی ظرفیت تولید به واسطه افزایش ماشین‌آلات و تجهیزات، مساحت مورد نیاز سالن تولید را ارائه خواهد کرد. علاوه بر فضاهای صنعتی و تولیدی، ساختمانهای اداری، رفاهی و نگهداری بمنظور اداره امور روزمره کارخانه و متناسب با حجم فعالیت‌های اداری و تعداد پرسنل غیر اداری واحد طراحی می‌گردد.

در نهایت مساحت کل زمین و محوطه کارخانه در حدود ۳ تا ۵ برابر مساحت ساختمانهای آن می‌باشد. بطوریکه ۲۰ درصد مساحت زمین به خیابان کشی و پارکینگ و همچنین ۲۵ درصد آن به فضای سبز اختصاص خواهد یافت.

مساحت حصار کشی نیز با محاسبه طول حصارکشی و ارتفاع دیوار بدست می‌آید. حصارکشی محوطه به ارتفاع ۲/۵ متر می‌باشد که ۱ متر پایین آن از جنس آجر و سیمان و بالای آن نرده آهنی می‌باشد. از بابت روشنایی محوطه نیز به ازای هر ۵۰ متر مربع، ۱ چراغ پایه بلند در نظر گرفته می‌شود.

جدول (۲۲):

شرح	مساحت (مترمربع)	شرح	مساحت (مترمربع)
زمین	۵۱۰۰	سالن تولید	۱۰۰۰
خیابان کشی	۱۰۰۰	انبار مواد اولیه	۸۰۰
فضای سبز	۱۰۰۰	ساختمان اداری	۲۵۰
دیوار کشی	۵۰۰	نگهبانی	۵۰
چراغ های محوطه	۴۰		

جدول (۲۳): تاسیسات جانبی و تکمیلی:

تاسیسات	شرح
گرمایش	سیستم گرمایش مرکزی به همراه یونیت ها و رادیاتورها
سرمایش	انواع کولرهای آبی
تجهیزات تهویه صنعتی	آگزوز فن برای تهویه هوای آلوده سالن های تولید
ایمنی	سیستم اعلام اطفاء حریق
وسائط نقلیه درون کارخانه	دو دستگاه لیفتراک ۵ تنی به همراه تعداد متناسبی لیفتراک دستی
ابزار آلات کارگاهی	انواع تجهیزات جوشکاری، ابزارآلات دستی و تعمیراتی

۴- تعیین نقاط ضعف و قوت تکنولوژی مرسوم (به شکل اجمالی) در فرآیند تولید محصول :

در فرآیند تولید صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی بر پایه سیلیکون تک بلوه ($CzSi$) عمده نواقص و معایب بصورت زیر وجود دارند:

الف: در این روش از ویفرهای $CzSi$ که به روش کروچرالسکی تهیه می‌شوند به عنوان ماده اولیه اصلی (**Feedstock**) استفاده می‌شود. این موضوع به این دلیل است که هزینه ساخت ویفرهای $CzSi$ بالا است و از نظر اقتصادی تولید همزمان ویفر و سلول محدودیت‌هایی دارد.

ب: به دلیل اینکه ویفرهای سلول از برش شمش‌هایی که به صورت مدور ساخته شده‌اند به دست می‌آیند، امکان تهیه ویفرهای مربع شکل با ایجاد ضایعات قابل توجهی همراه است. به همین دلیل نیز در پان‌های خورشیدی در نقطه اتصال سلول‌ها وجود لبه‌های منحنی وجود دارد که باعث فاصله و نقطه انفصال (**GAP**) می‌گردد.

ج: روش ورقه نمودن (برش) ویفرها نیز مشکلاتی به همراه دارد. در این مرحله در اثر کار ضایعاتی (**Saw damage**) بوجود می‌آید که رفع آنها نیاز به انجام عملیات اضافی دارد. در همین راستا محققین دانشگاه

یوتا (**Utah**) روش جدیدی با بکارگیری ژورمانیوم ابداع نموده‌اند که از کیفیت و هزینه کمتری برخوردار است.

و: در مراحل پخت و پایدارسازی سلولها از دمای بالا ($900^{\circ}C - 1850^{\circ}C$) استفاده می‌شود. این امر باعث افزایش

هزینه‌های انرژی سالیانه بخصوص در کشورهای فاقد انرژی ارزان می‌گردد.

۵- بررسی و تعیین حداقل ظرفیت اقتصادی شامل برآورد حجم سرمایه گذاری ثابت به تفکیک

ریالی و ارزی (با استفاده از اطلاعات واحدهای موجود، در دست اجرا و UNIDO و اینترنت و

بانکهای اطلاعاتی جهانی، شرکتهای فروشنده، تکنولوژی و تجهیزات و ...)

با تکنولوژی موجود یک خط تولید مدرن قادر به تولید ۲۵ پانل در ساعت می باشد در صورتیکه کلیه توقفات خط

نادیده گرفته شود و اگر تمام سلول ها سالم تولید شوند آنگاه تعداد پانلهای تولیدی در یکسال با ۱۵ درصد کارائی

از رابطه زیر محاسبه می گردد .

$$\text{سال/مگاوات} = ۱۰ = \text{روز} \times ۳۶۵ \times \text{روز/ساعت} \times ۲۴ \times \text{ساعت} / \text{پانل} \times ۲۶ \times \text{پانل/وات} \times ۴۵$$

به دلایل ذیل این مقدار تولید در سال محقق نخواهد شد:

- توقف تجهیزات به دلیل نگهداری و تعمیرات
- ضایعات تولید

با توجه به این موارد ظرفیت تولید ۸ مگاوات در سال برای طرح در نظر گرفته می شود.

جدول (۲۴): ظرفیت تولید سالیانه

واحد	ظرفیت سالیانه	شرح
وات	۱۷۵۰	صفحات و نوارهای خورشیدی ۲۵ وات
وات	۱۷۵۰	صفحات و نوارهای خورشیدی ۴۰ وات
وات	۲۰۰۰	صفحات و نوارهای خورشیدی ۵۰ وات
وات	۲۵۰۰	صفحات و نوارهای خورشیدی ۱۰۰ وات

۵-۱- برآورد حجم سرمایه گذاری ثابت

میزان سرمایه ثابت مورد نیاز طرح به تفکیک زمین، ساختمان، تجهیزات و سایر اقلام در ادامه مورد بررسی قرار گرفته است.

۵-۱-۱- هزینه های زمین و ساختمان های طرح

با توجه به اطلاعات موجود ابعاد ماشین آلات و همچنین تعداد نیروی انسانی در هر بخش مساحت و هزینه زمین و ساختمان های طرح در قالب جداول (۲۵) و (۲۶) برآورد و ارائه گردیده است.

جدول (۲۵): هزینه های زمین بر حسب میلیون ریال

شرح	مساحت (مترمربع)	بهای هر متر مربع	جمع (میلیون ریال)
تولید	۱۰۰۰	۲۵۰ ۰۰۰	۲۵۰
انبار	۸۰۰	۲۵۰ ۰۰۰	۲۰۰
اداری	۳۰۰	۲۵۰ ۰۰۰	۷۵
محوطه	۲۰۰۰	۲۵۰ ۰۰۰	۵۰۰
توسعه	۱۰۰۰	۲۵۰ ۰۰۰	۲۵۰
جمع	۵ ۱۰۰	-	۱۲۷۵

جدول (۲۶): هزینه های ساختمان سازی و محوطه سازی (برحسب میلیون ریال)

شرح	مساحت (مترمربع)	بهای هر متر مربع (هزار ریال)	جمع (میلیون ریال)
ساختمان تولید	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰
ساختمان انبار	۸۰۰	۱۵۰۰	۱۲۰۰
ساختمان اداری	۲۵۰	۲۵۰۰	۶۲۵
ساختمان نگهداری	۵۰	۲۵۰۰	۱۲۵
تسطیح، خاکبرداری و خاکریزی	۵۱۰۰	۲۵	۱۲۷
حصار کشی	۳۰۰	۲۵۰	۷۵
خیابان کشی و پارکینگ / آسفالت و پیاده روسازی	۱۰۰۰	۱۰۰	۱۰۰
ایجاد فضای سبز	۱۰۰۰	۷۰	۷۰
روشنایی محوطه (پایه روشنایی)	۴۰	۱۵۰۰	۶۰
جمع		-	۴ ۳۸۲

۲-۱-۵- هزینه های ماشین آلات تولیدی

مشخصات ماشین آلات تولیدی مورد نیاز تولید صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی به اضافه هزینه های

مربوط در جدول (۲۷) درج گردیده است.

جدول (۲۷): مشخصات و هزینه ماشین آلات تولیدی طرح

قیمت کل (میلیون ریال)		تعداد	مشخصات فنی	محل تامین	نام مشخصات و تجهیزات	ردیف
جمع	قیمت					
۸۴.۰۰۰	۴.۰۰۰	۲۱	Ingot (125 kg)	چین	دستگاه چوخرالکسی جهت رشد مونو کریستال	۱
۷۸.۷۵۰	۸۷۵۰	۹	Multi saw wire cutting machine	چین	دستگاه برش چند سیم	۲
۲.۸۵۰	۹۵۰	۳	Single saw cutting machine	چین	دستگاه برش اره ای عمودی	۳
۱۸۰۰	۶۰۰	۳	Sawside cutting machine	چین	دستگاه برش اره ای کناری	۴
۱۲.۰۰۰	۱۲.۰۰۰	۱	Glass tempered Machine	چین	کوره عملیات حرارتی شیشه	۵
۶.۰۰۰	۶.۰۰۰	۱	CNC Glass Cutting Machine	چین	دستگاه برش شیشه	۶
۵.۰۰۰	۵.۰۰۰	۱	---	چین	دستگاه شستشوی شیشه	۷
۱۰.۰۰۰	۵.۰۰۰	۲	---	چین	دستگاه لمیناتور	۸
۳۰۰	۱۰	۳۰	---	چین	میز کار مونتاژ پنل	۹
۱۵۰۰	۵۰۰	۳	---	چین	دستگاه برش پروفیل آلومینیوم	۱۰
۲۶۰۰	۶۵۰	۴	---	چین	دستگاه جمع کردن و مونتاژ پنل	۱۱
۴.۰۰۰	۲.۰۰۰	۲	---	چین	دستگاه چسب زنی دور فریم	۱۲
۱۶.۰۰۰	۱۶.۰۰۰	۱	---	چین	دستگاه تولید فیلم PVB با ظرفیت 250 kg/h	۱۳
۱۸.۰۰۰	۹.۰۰۰	۲	---	چین	کوره دیفیوژن ۲ لوله ای	۱۴

۱۸.۰۰۰	۱۸.۰۰۰	۱	---	چین	دستگاه PECVD دو لوله ای	۱۵
۲.۰۰۰	۱.۰۰۰	۲	Plasma eaching Machine	چین	دستگاه تمیز کاری پلاسما	۱۶
۳.۰۰۰	۱۵۰۰	۲	Firing furnace	چین	کوره افقی تونلی IR	۱۷
۳.۰۰۰	۱۵۰۰	۲	Drying Furnace	چین	کوره افقی تونلی	۱۸
۲.۰۰۰	۱۰۰	۲۰	Silk Printing Machine	چین	دستگاه چاپ سیلک	۱۹
۴۸۰۰	۱۲۰۰	۴	---	چین	خط تمیز کاری شیمیایی	۲۰
۲۰۰۰	۱۰۰۰	۲	---	چین	دستگاه آب دیونیزه	۲۱
۱۳۰۰	۶۵۰	۲	---	چین	دستگاه تست و سیمولاتور سولارسل	۲۲
۱۸۰۰	۹۰۰	۲	---	چین	دستگاه تست و سیمولاتور سولارپنل	۲۳
۹۰۰	۹۰۰	۱	---	چین	دستگاه تست نور UV	۲۴
۱۰۰۰	۱.۰۰۰	۱	---	چین	چمبر سرد و گرم برای تست دوام سولار پنل	۲۵
۱۰۰۰	۱.۰۰۰	۱	---	چین	فور پونیت پراب	۲۶
۱۴۰۰	۱۴۰۰	-	---	چین	سایر تجهیزات تولید	۲۷
۲۸۵ ۰۰۰ میلیون ریال		۱۲۳	جمع:			

۳-۱-۵- سایر هزینه های سرمایه ثابت

برآورد سایر اقلام هزینه سرمایه ثابت مشتمل بر وسائط نقلیه، تأسیسات، هزینه انشعاب برق و آب، اثاثیه اداری و هزینه‌های قبل از بهره‌برداری مطابق جداول (۲۸) الی (۳۲) ارائه می‌گردد.

جدول (۲۸): هزینه‌های تأسیسات طرح

هزینه ریالی (میلیون ریال)	شرح
۲۰۰	تاسیسات سرمایش و گرمایش
۴۰۰	تاسیسات برق (ترانسفورماتور و پست برق و ...)
۷۰	تاسیسات اطفاء حریق
۳۰۰	تاسیسات هوای فشرده
۱۲۰	تاسیسات آب و فاضلاب
۵۰	سیستم تلفن و تجهیزات ارتباط شبکه
۳۰۰	ژنراتور اضطراری
۲۰۰	تاسیسات گاز رسانی
۱۶۴۰	جمع

جدول (۲۹): هزینه وسائط نقلیه مورد نیاز طرح

قیمت کل (میلیون ریال)	قیمت واحد (هزار ریال)	تعداد (دستگاه)	شرح
۲۸۰	۱۴۰ ۰۰۰	۲	خودرو سواری
۸۰	۸۰ ۰۰۰	۱	خودرو وانت
۳۴۰	۱۷۰ ۰۰۰	۲	لیفتراک
۱۰۰	۵ ۰۰۰	۲۰	پالت تراک های مواد اولیه
۸۰۰	-	۳	جمع

جدول (۳۰): هزینه لوازم و اثاثیه اداری

شرح	تعداد	قیمت واحد (هزار ریال)	قیمت کل (میلیون ریال)
میز و صندلی	۲۰	۲۰۰۰	۴۰
وسایل اداری	به تعداد پرسنل اداری	-	۶۰
رایانه	۱۵	۷۰۰۰	۱۰۵
دستگاه فتوکپی	۱	۳۵ ۰۰۰	۳۵
سایر (۱۰ درصد)	-	-	۲۴
جمع	-	-	۲۶۴

جدول (۳۱): هزینه های خرید انشعاب

شرح	هزینه ریالی (میلیون ریال)
حق انشعاب برق برای دیماندا ۳۵۰ کیلووات	۲۰۰
حق انشعاب آب یک دوم اینچ	۵۰
حق انشعاب گاز ۶۰ متر مکعب	۱۵۰
سایر (۵٪)	۲۰
جمع	۴۲۰

جدول (۳۲): هزینه های قبل از بهره برداری

شرح	هزینه ریالی (میلیون ریال)
مطالعات اولیه اخذ و مجوزها	۱۶۰
آموزش نیروی انسانی	۳۰۰
حقوق و دستمزد	۱۷۰
مسافرت و بازدید	۴۰۰
تولید آزمایشی	۵۰۰
سایر (۵٪)	۷۶
جمع	۱۶۰۶

سرمایه ثابت یا دارایی سرمایه‌ای آن گروه از دارایی متعلق به واحد صنعتی است که ماهیتی نسبتاً ثابت یا دائمی دارند و به منظور استفاده در جریان عملیات جاری شرکت حفظ و نگهداری می‌شوند. از اجزاء تشکیل دهنده سرمایه ثابت می‌توان زمین، ساختمان، محوطه سازی، وسائل نقلیه، اثاثیه و لوازم اداری، دستگاهها، ماشین‌آلات و تجهیزات خط تولید، ابزارآلات کارگاهی و آزمایشگاهی، تأسیسات زیربنایی و جانبی و هزینه قبل از بهره‌برداری را نام برد. گرچه هیچ معیاری برای تعیین حداقل طول عمر لازم جهت شمول یک دارایی در طبقه سرمایه ثابت وجود ندارد، اما این قبیل دارایی‌ها باید بیش از یک سال دوام داشته باشد، زیرا هزینه پرداخت شده برای ارقام مصرفی جزء هزینه‌های سالیانه تولید محسوب می‌گردند. جمع بندی سرمایه گذاری ثابت طرح در جدول شماره (۳۳) ارائه گردیده است.

جدول (۳۳): جمع بندی سرمایه‌گذاری ثابت طرح

شرح	هزینه (میلیون ریال)
زمین	۱۲۷۵
ساختمان	۴۳۸۲
ماشین آلات تولیدی	۲۸۵ ۰۰۰
وسائل نقلیه	۸۰۰
تاسیسات	۱۶۴۰
تجهیزات اداری	۲۶۴
حق انشعاب	۴۲۰
هزینه های قبل از بهره برداری	۱۶۰۶
پیش بینی نشده (۰.۵٪)	۱۴ ۷۶۹
جمع	۳۱۰ ۱۵۶

۴-۱-۵- کل سرمایه طرح :

در این قسمت سرمایه در گردش از جمله مقدار و هزینه مواد اولیه مصرفی، تامین انواع انرژی و خدمات نیروی انسانی بر اساس الگوهای استاندارد نظر است. لازم به ذکر است در صنعت مورد نظر به دلیل لزوم تأمین بخش قابل توجهی از مواد اولیه از طریق واردات طبعاً حجم نسبتاً بالایی از مواد اولیه بایستی در هر دوره کاری خریداری گردد تا امکان توقف خط تولید به دلیل فقدان مواد اولیه در زمان مقتضی به حداقل ممکن کاهش یابد و به همین دلیل بالا بودن حجم سرمایه در گردش مورد نیاز یکی از ویژگیهای خاص این واحد صنعتی است. میزان سرمایه در گردش مطابق جدول (۳۴) بر آورد می گردد.

جدول (۳۴): سرمایه در گردش مورد نیاز

شرح	مقدار مورد نیاز (روز)	ارزش کل (میلیونریال)
مواد اولیه	۲	۵۰۲۲۶
حقوق و دستمزد	۲	۱۵۲۲/۴۶
کالای ساخته شده و در جریان ساخت	۱	۵۰۲۱۸
هزینه فروش	۲	۵۰۲
تامین انرژی مورد نیاز	۲	۱۳۴/۷۵
تعمیر و نگهداری	۲	۱۹۴۱/۴
تنخواه و سایر هزینه های جاری (۲٪ هزینه های فوق)		۲۰۹۰/۸۹
جمع	-	۱۰۶ ۶۳۵/۵۰

برآورد سرمایه‌گذاری کل جدول (۳۵) مجموع سرمایه‌گذاری ثابت و سرمایه در گردش.

جدول (۳۵): کل سرمایه مورد نیاز طرح

نوع سرمایه	مبلغ ریالی (میلیون ریال)
ثابت	۳۱۰ ۱۵۶
در گردش	۱۰۶ ۶۳۵/۵۰
جمع	۴۱۶ ۷۹۱/۵۰

نحوه تأمین منابع مالی (آورده نقدی سهامداران و تسهیلات بانکی) و برآورد هزینه تسهیلات بانکی جدول (۳۶) و
جدول (۳۷)

جدول (۳۶): نحوه تأمین منابع مالی

منابع	نوع سرمایه‌گذاری	ارزش ریالی (میلیون ریال)
آورده نقدی سهامدار	سرمایه ثابت	۱۱۰ ۱۵۶
	سرمایه در گردش	۵۶ ۶۳۵/۵۰
	جمع آورده	۱۶۶ ۷۹۱/۵۰
تسهیلات بانکی	سرمایه ثابت	۲۰۰ ۰۰۰
	سرمایه در گردش	۵۰ ۰۰۰
	جمع تسهیلات	۲۵۰ ۰۰۰
جمع کل		۴۱۶ ۷۹۱/۵۰

جدول (۳۷): برآورد هزینه تسهیلات بانکی

نرخ بهره	سود سالیانه (میلیون ریال)	میزان تسهیلات (میلیون ریال)	نوع وام
۱۴	۲۸۰۰۰	۲۰۰ ۰۰۰	سرمایه ثابت (تسهیلات بلند مدت)
۱۶	۸۰۰۰	۵۰ ۰۰۰	سرمایه در گردش (تسهیلات کوتاه مدت)
-	۳۶۰۰۰	۲۵۰ ۰۰۰	مجموع

پس از تبیین و ارائه هزینه‌های سرمایه‌ای مورد نیاز طرح در قابل سرمایه‌گذاری ثابت و در گردش جهت ایجاد کسب و کار مورد نظر، در جدول (۳۸) درآمد سالیانه بر حسب ظرفیت طرح و قیمت فروش محصولات برآورد شده است.

جدول (۳۸): برنامه سالیانه تولید و برآورد میزان فروش (درآمد ناخالص) سالیانه

فروش سالیانه (میلیون ریال)	قیمت فروش واحد محصول (ریال)	ظرفیت اسمی سالیانه	واحد	نوع محصولات
۱۴۰ ۰۰۰	۲ ۰۰۰ ۰۰۰	۷۰ ۰۰۰	عدد	صفحات و نوارهای خورشیدی ۲۵ وات
۱۳۵ ۶۲۵	۳ ۱۰۰ ۰۰۰	۴۳ ۷۵۰	عدد	صفحات و نوارهای خورشیدی ۴۰ وات
۱۵۲ ۰۰۰	۳ ۸۰۰ ۰۰۰	۴۰ ۰۰۰	عدد	صفحات و نوارهای خورشیدی ۵۰ وات
۱۷۵ ۰۰۰	۷ ۰۰۰ ۰۰۰	۲۵ ۰۰۰	عدد	صفحات و نوارهای خورشیدی ۱۰ وات
۶۰۲ ۶۵۲				جمع

میزان مواد اولیه با احساب قیمت روز مواد اولیه، و هزینه سالیانه تامین مواد اولیه در جدول (۳۹) محاسبه گردیده است.

جدول (۳۹): نام، میزان و هزینه سالیانه مواد اولیه

ارزش سالیانه (میلیون ریال)	قیمت واحد (میلیون ریال)	میزان مصرف سالیانه	محل تامین	واحد	نام مواد اولیه
۲۹۴۷۰۰	۲۶/۷۹	۱۱۰۰۰	خارج از کشور	تن	ویفر سیلیکن
۶۴۰۰	۲/۵۶	۲۵۰۰	خارج از کشور	تن	خمیر متالیزاسیون Ag خمیر متالیزاسیون Ag-Al
۱۴۰	۰/۲۸	۵۰۰	داخل کشور	تن	سایر مواد معرفی
۱۲۰	۰/۳	۴۰۰	داخل کشور	تن	مواد کمک و بسته بندی
۳۰۱۳۶۰					جمع

بر آورد هزینه های عملیاتی جدول (۴۰) مشتمل بر هزینه های غیر پرسنلی دفتر مرکزی، هزینه های جاری آزمایشگاه، هزینه های فروش و هزینه های حمل و نقل

جدول (۴۰): هزینه های عملیاتی

هزینه سالیانه (میلیون ریال)	شرح
۰	هزینه های غیر پرسنلی دفتر مرکزی
۵۰۰	هزینه های جاری آزمایشگاه
۳۰۱۳/۱۲۵	هزینه های فروش
۳۰۱۳/۱۲۵	هزینه های حمل و نقل
۶۵۲۶/۲۵	جمع کل

برآورد هزینه استهلاک سالیانه

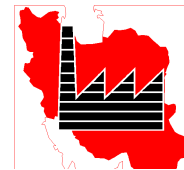
بدیهی است با گذشت زمان سرمایه‌های ثابت (به استثنا زمین) قابلیت بهره‌دهی خود را از دست می‌دهند و بدین لحاظ در طی عمر مفیدشان برای بهای تمام شده این قبیل دارایی‌ها، بطور منظم و بتدریج به حساب هزینه گذاشته شود، این کاهش بهای تمام شده نسبت به ارزش اسقاط دارایی ثابت، نشان دهنده مبلغی است که باید طی دوره عمر مفید دارایی به عنوان هزینه استهلاک در حسابها منظور گردد. چنانچه ارزش اسقاط در مقایسه با بهای تمام شده، قابل توجه نباشد در محاسبه استهلاک می‌توان از آن صرف نظر کرد. اساساً استهلاک دارای معانی بسیاری است که چند تعریف آن عبارتند از:

- ✓ **کاهش ارزش یک دارایی:** این کاهش عبارت است از اختلاف ارزش یک دارایی در دو زمان مختلف به هر دلیلی که کاهش صورت گرفته باشد.
- ✓ **توزیع ارزش اولیه یک دارایی منهای ارزش اسقاطی (اگر قابل پیش بینی و تخمین باشد) در طول عمر مفید دارایی**
- ✓ **تفاوت ارزش یک دارایی موجود که قبلاً خریداری شده، با یک دارایی فرضی که به عنوان استاندارد مقایسه به کار رفته است.**

دلایل وجود استهلاک عبارتند از: پیشرفت تکنولوژی، فرسودگی ماشین‌آلات و ساختمانها، تغییر مقررات عمومی و الزامات قانونی مربوط به ماشین‌آلات یا ساختمانها، تغییر در مقدار و نوع سرویس مورد لزوم، ایجاد خسارت جانی و مالی توسط یک دارایی که باعث تعویض آن می‌شود، ایجاد توانایی در سرمایه‌گذاری مجدد.



مطالعه امکان سنجی مقدماتی صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی

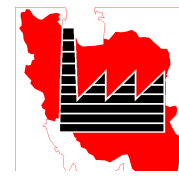


بر اساس قوانین جاری کشور، روشهای مورد استفاده عبارتند از: روش خط مستقیم، روش موجودی نزولی. در این طرح از روشهای متناسب، جهت محاسبه و پیش بینی استهلاك هرکدام از اقلام سرمایه ثابت استفاده شده است. محاسبه هزینه انرژی، هزینه بیمه داراییها و هزینه نگهداری در جداول شماره ۴۱ و ۴۲ و ۴۳ آورده شده است. در این بخش و طی جداول جداگانه‌ای، هزینه سالیانه تامین انرژی مشتمل بر هزینه تامین انرژی الکتریکی، آب و سوخت (بر اساس میزان مصرف و تعرفه قانونی) و مکالمات تلفنی و هزینه نگهداری و تعمیرات سالیانه سرمایه ثابت شامل ساختمانها و محوطه‌سازی، ماشین‌آلات خط تولید، تأسیسات زیربنایی و جانبی، ابزارآلات کارگاهی و تجهیزات آزمایشگاهی، وسائط نقلیه و لوازم اداری محاسبه شده است. علاوه بر آن هزینه دارایی‌های ثابت شامل ساختمانها و محوطه‌سازی، ماشین‌آلات خط تولید، تأسیسات زیربنایی و جانبی محاسبه شده است.



پویندگان بهبود صنعت اشراق

مطالعه امکان سنجی مقدماتی صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی



شرکت شهرکهای صنعتی استان زنجان

جدول (۴۱): برآورد هزینه استهلاک سالیانه

سالهای بهره برداری										ارزش اسقاط	دوره (سال)	نرخ استهلاک	روش محاسبه	مبلغ سرمایه گذاری (میلیون ریال)	شرح
۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱						
۱۴۷	۱۶۱	۱۷۴	۱۸۹	۲۰۴	۲۲۱	۲۴۰	۲۶۰	۲۸۱	۳۰۶	۱۰	۲۸۵۶	۷	نزولی	۳۹۵۰	ساختمان
۱۶	۱۷	۱۹	۲۰	۲۲	۲۴	۲۶	۲۸	۳۱	۳۳	۱۰	۲۸/۵۶	۷	نزولی	۴۳۲	محوطه سازی
۲۸۵۰۰	۲۸۵۰۰	۲۸۵۰۰	۲۸۵۰۰	۲۸۵۰۰	۲۸۵۰۰	۲۸۵۰۰	۲۸۵۰۰	۲۸۵۰۰	۲۸۵۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	مستقیم	۲۸۵۰۰۰	ماشین آلات و تجهیزات
۶۰	۷۰	۸۰	۹۲	۱۰۴	۱۲۱	۱۳۹	۱۶۰	۱۸۳	۲۱۱	۱۰	۱۶/۶۷	۱۲	نزولی	۱۶۴۰	تاسیسات زیربنایی و جانبی
۱۵	۲۰	۲۵	۳۴	۴۶	۶۲	۸۵	۱۱۳	۱۴۹	۲۰۰	۱۰	۸	۲۵	نزولی	۸۰۰	وسایط نقلیه داخل کارخانه
۵۲	۵۲	۵۲	۵۲	۵۲	۵۲	۵۲	۵۲	۵۲	۵۲	۱۰	۵	۲۰	مستقیم	۲۶۴	وسایل و تجهیزات اداری
۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۰	۱۰	۱۰	مستقیم	۱۵۰	ابزارآلات کارگاهی و تجهیزات آزمایشگاهی
۳۲۱	۳۲۱	۳۲۱	۳۲۱	۳۲۱	۳۲۱	۳۲۱	۳۲۱	۳۲۱	۳۲۱	۱۰	۵	۲۰	مستقیم	۱۶۰۶	هزینه های قبل از بهره برداری
۱۴۶۹	۱۴۶۹	۱۴۶۹	۱۴۶۹	۱۴۶۹	۱۴۶۹	۱۴۶۹	۱۴۶۹	۱۴۶۹	۱۴۶۹	۱۰	۱۰	۱۰	مستقیم	۱۴ ۶۹۲	هزینه های پیش بینی نشده
۳۰۵۹۵	۳۰۶۲۵	۳۰۶۵۵	۳۰۶۹۲	۳۰۷۳۳	۳۰۷۸۵	۳۰۸۴۷	۳۰۹۱۸	۳۱۰۰۱	۳۱۱۰۷					۳۰۸ ۵۳۴	جمع کل

مطالعه امکان سنجی مقدماتی صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی

جدول (۴۲): برآورد هزینه بیمه داراییهای ثابت

عنوان دارائی	ارزش دارائی (میلیون ریال)	نرخ	هزینه سالیانه بیمه (میلیون ریال)
ساختمانها و محوطه	۴ ۳۸۲	۰/۲	۸/۷۶
ماشین آلات خطوط تولید و تجهیزات آزمایشگاهی	۲۸۵ ۱۵۰	۰/۲	۵۷۰/۳۰
جمع تاسیسات زیربنایی و جانبی و تجهیزات	۱ ۶۴۰	۰/۲	۳/۲۸
			۵۸۲/۳۴

جدول (۴۳): برآورد هزینه سالیانه نگهداری و تعمیرات

عنوان دارائی	ارزش دارائی	نرخ	هزینه سالیانه (میلیون ریال)
ساختمان و محوطه سازی	۴ ۳۸۲	۲	۸۷
ماشین آلات خط تولید	۲۸۵ ۰۰۰	۵	۱۴ ۲۵۰
تاسیسات زیر بنایی و جانبی	۱ ۶۴۰	۱۰	۱۶۴
ابزارآلات کارگاهی و تجهیزات آزمایشگاهی	۱۵۰	۱۰	۱۵
وسائط نقلیه داخل کارخانه	۸۰۰	۱۰	۸۰
اثاثیه و لوازم اداری	۲۶۴	۱۰	۲۶
جمع کل			۱۴ ۶۲۲

برآورد مجموع هزینه‌های سالیانه (هزینه ثابت و متغیر) و محاسبه درصد فروش در نقطه سر به سر

(جدول شماره ۴۴ و ۴۵)

هزینه‌های ثابت تولید عبارت است از هزینه‌هایی که با تغییر سطح و میزان تولید تغییر نمی‌کند. هرچند با به صفر رسیدن میزان تولید بعضی از اقلام هزینه ثابت نیز حذف می‌گردند. در عوض بعضی از اقلام نیز کاملاً ثابت نیستند ولی تا حدودی ماهیت ثابت دارند و در تجزیه و تحلیل مالی با توجه به کوتاه مدت بودن وقفه می‌توان فرض کرد که این هزینه‌ها وجود دارند. از بارزترین مثالهای چنین هزینه‌ای بیمه کارخانه و هزینه تسهیلات بانکی می‌باشند. بعضی از هزینه‌های تولید کاملاً ثابت نبوده و تا حدودی ماهیت ثابت دارند بعنوان مثال هزینه حقوق کارکنان دفتر مرکزی و اداری واحد بستگی به میزان تولید ندارد و همچنین با تغییرات جزئی در میزان تولید هزینه پرسنل تولیدی نیز ثابت است.

لذا برای در نظر گرفتن چنین استقلالی ۸۵٪ هزینه‌های حقوق کارکنان به عنوان هزینه‌های ثابت منظور می‌گردد و در سایر موارد درصد ثابت بودن هزینه متناسب با نوع آن تعیین می‌گردد. برخلاف هزینه‌های ثابت، هزینه‌های متغیر نوعی از هزینه‌ها هستند که با تغییر میزان تولید تغییر می‌یابند به عنوان مثال هرچه میزان تولید بیشتر شود به همان میزان مواد اولیه بیشتری مورد نیاز است. این بستگی همیشه ۱۰۰٪ نبوده و بعضی از اقلام متناسب با ظرفیت تولید تغییر می‌کند به عنوان مثال با افزایش و یا کاهش تولید در حدود کم، هزینه‌های حقوق تغییر نمی‌کند ولی در صورتیکه افزایش تولید، منجر به اضافه‌کاری شود، هزینه حقوق افزایش می‌یابد و یا اگر تولید از سطح خاصی کمتر

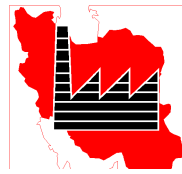
باشد به کاهش پرسنل منجر می‌گردد و حقوق نیز کاهش پیدا می‌کند، به این منظور ۱۵٪ از هزینه حقوق کارکنان به عنوان هزینه متغیر منظور می‌گردد. در سایر موارد درصدی از ارقام هزینه‌ای به این بخش اختصاص داده می‌شود.

جدول (۴۴): برآورد مجموع هزینه‌های سالیانه (هزینه ثابت و متغیر) و محاسبه درصد فروش در نقطه سر به سر

شرح	درصد ثابت	هزینه ثابت (میلیون ریال)	درصد متغیر	هزینه متغیر (میلیون ریال)	جمع هزینه های سالیانه (میلیون ریال)
مواد اولیه	۰	۰	۱۰۰	۳۰۱۳۶۰	۳۰۱۳۶۰
حقوق و مزایای سالیانه	۷۰	۶۳۹۴/۳۶	۳۰	۲۷۴۰/۴۴	۹۱۳۴/۸۰
انواع انرژی	۳۰	۲۴۲/۵۵	۷۰	۵۶۵/۹۵	۸۰۸/۵۰
هزینه استهلاک	۱۰۰	۳۰۷۹۵/۸	۰	۰	۳۰۷۹۵/۸
هزینه نگهداری و تعمیرات	۲۰	۱۱۶/۴۷	۸۰	۴۶۵/۸۷	۵۸۲/۳۴
هزینه‌های پیش‌بینی نشده تولید	۲۰	۳۰۱۲	۸۰	۱۲۰۴۸	۱۵۰۶۰
هزینه‌های عملیاتی	۱۵	۹۷۸/۹۴	۸۵	۵۵۴۷/۳۱	۶۵۲۶/۲۵
هزینه بیمه	۱۰۰	۵۸۲/۳۴	۰	۰	۵۸۲/۳۴
هزینه تسهیلات دریافتی	۱۰۰	۳۶۰۰۰	۰	۰	۳۶۰۰۰
جمع کل		۷۸۱۲۲/۴۶		۳۲۲۷۲۷/۵۷	۴۰۰۸۵۰/۰۳

جدول (۴۵): نقطه سر به سر

فروش کل (در ظرفیت اسمی)	هزینه های ثابت (در ظرفیت اسمی)	تفاضل فروش کل و هزینه های متغیر	درصد فروش در نقطه سر به سر
۶۰۲۶۲۵	۷۸۱۲۲/۴۶	۲۷۹۹۰۲/۴۳	۲۷/۹۱



شاخصهای مالی طرح

در این بخش و پس از ارائه جداول مالی مربوطه به محاسبه سرمایه، هزینه و درآمد، جهت بررسی بیشتر توجیه-پذیری اقتصادی طرح شاخصهای مهم مرتبط از جمله قیمت تمام شده محصولات، سود ناخالص سالیانه، نرخ برگشت سرمایه، درصد تولید در نقطه سر به سر، سرمایه ثابت و کل سرانه و موارد مشابه محاسبه شده است.

مقدار سالیانه تولید / هزینه‌های تولید سالیانه = قیمت تمام شده واحد محصول

هزینه کل سالانه - فروش کل سالیانه = سود ناخالص سالیانه

$100 * (\text{هزینه کل سالیانه} / \text{سود ناخالص سالیانه}) = \text{درصد سود سالیانه به هزینه کل}$

$100 * (\text{فروش کل سالیانه} / \text{سود ناخالص سالیانه}) = \text{درصد سود سالیانه به فروش}$

$100 * (\text{سرمایه گذاری کل} / \text{سود سالیانه}) = \text{نرخ برگشت سرمایه}$

$100 = \text{مدت زمان برگشت سالیانه} / \text{نرخ برگشت سرمایه}$

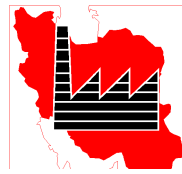
$\text{تعداد پرسنل در فاز بهره‌برداری} / \text{سرمایه گذاری ثابت} = \text{سرمایه ثابت سرانه}$

$\text{تعداد پرسنل در فاز بهره‌برداری} / \text{سرمایه گذاری کل} = \text{سرمایه کل سرانه}$

$100 * ((\text{فروش کل} - \text{هزینه متغیر}) / \text{هزینه ثابت}) = \text{درصد تولید در نقطه سر به سر نسبت به ظرفیت اسمی}$



مطالعه امکان سنجی مقدماتی صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی



جداول پیش‌بینی شاخص‌ها و تنظیم جداول مالی برای سالهای بهره‌برداری (از جداول ۴۶ تا ۴۸)

پس از پایان محاسبات مالی و انجام برآوردهای فوق، با رویکرد ارائه اطلاعات تکمیلی جهت برآورد توجیه‌پذیری طرح به ویژه با لحاظ نمودن ارزش زمانی پول برای سرمایه‌گذاران محترم، جداول کلیدی دیگری شامل نحوه بازپرداخت وام‌های بانکی، محاسبه نقطه سر به سر در طی سالهای مختلف بهره‌برداری، پیش‌بینی عملکرد سود و زیان، جریان نقدینگی تنزیل یافته و محاسبه نرخ بازگشت داخلی و خارجی، دوره برگشت سرمایه در حالت عادی و دینامیک (با لحاظ نمودن ارزش زمانی پول) و در نهایت تحلیل حساسیت شاخص‌ها به برخی از پارامترهای کلیدی در طی جداول مستقلی ارائه شده است.



پویندگان بهبود صنعت اشراق

مطالعه امکان سنجی مقدماتی صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی



شرکت شهرکهای صنعتی استان زنجان

جدول (۴۶): شاخص های مالی طرح

کمیت عددی	شاخص مالی
۲ ۲۴۲ ۵۱۷	قیمت تمام شده واحد محصول (ریال بر هر عدد)
۲۰۱ ۷۷۵	سود ناخالص سالیانه (میلیون ریال)
۵۰/۳۳	درصد سود ناخالص سالیانه به هزینه کل (درصد)
۳۳/۴۸	درصد سود ناخالص سالیانه به فروش (درصد)
۴۸/۴۸	نرخ برگشت سرمایه (درصد)
۴۳۰۷	سرمایه ثابت سرانه (میلیون ریال برای هر نفر)
۵۷۸۸	سرمایه کل سرانه (میلیون ریال بر هر نفر)
۲۷/۹۱	درصد فروش در نقطه سر به سر
۴۹ ۸۸۹	میزان تولید در نقطه سر به سر (عدد)
۲/۰۶	دوره برگشت دینامیک سرمایه (سال) مدت زمان برگشت سرمایه

جدول (۴۷): نحوه باز پرداخت وام‌های دریافتی (با شرط اقساط مساوی)

سالهای بازپرداخت						بازپرداخت	نرخ بهره (درصد)	مدت بازپرداخت	دوره توقف	میزان تسهیلات	شرح
۶	۵	۴	۳	۲	۱						
۵۹۶۰۰۰	۵۹۶۰۰۰	۵۹۶۰۰۰	۵۹۶۰۰۰	۵۹۶۰۰۰	۰	اقساط سالیانه	۱۴	۵	۱	۲۰۰۰۰۰	سرمایه ثابت (تسهیلات ریالی)
۴۰۰۰۰	۴۰۰۰۰	۴۰۰۰۰	۴۰۰۰۰	۴۰۰۰۰	۰	اصل					
۱۴۰۰۰	۱۴۰۰۰	۱۴۰۰۰	۱۴۰۰۰	۱۴۰۰۰	۰	فرع					
۵۶۰۰	۵۶۰۰	۵۶۰۰	۵۶۰۰	۵۶۰۰	۰	فرع زمان توقف					
۱۹۶۰۰	۱۹۶۰۰	۱۹۶۰۰	۱۹۶۰۰	۱۹۶۰۰	۰	جمع بهره					
۴۰۰۰۰	۴۰۰۰۰	۴۰۰۰۰	۴۰۰۰۰	۴۰۰۰۰	۰	جمع اصل					
۱۹۶۰۰	۱۹۶۰۰	۱۹۶۰۰	۱۹۶۰۰	۱۹۶۰۰	۰	جمع فرع					
			۲۰۶۶۷	۲۰۶۶۷	۲۰۶۶۷	اقساط سالیانه	۱۶	۳	۰	۵۰۰۰۰	سرمایه در گردش (تسهیلات ریالی)
			۱۶۶۶۷	۱۶۶۶۷	۱۶۶۶۷	اصل					
			۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	فرع					
			۱۶۶۶۷	۱۶۶۶۷	۱۶۶۶۷	جمع اصل					
			۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	جمع فرع					
۴۰۰۰۰	۴۰۰۰۰	۴۰۰۰۰	۵۶۶۶۷	۵۶۶۶۷	۱۶۶۶۷	جمع کل اصل				۲۵۰۰۰۰	جمع کل
۱۹۶۰۰	۱۹۶۰۰	۱۹۶۰۰	۲۳۶۰۰	۲۳۶۰۰	۴۰۰۰	جمع کل بهره					

جدول (۴۸): آنالیز حساسیت نقطه سر به سر نسبت به شاخص های قابل تغییر

افزایش	افزایش	حالت اصلی مورد مطالعه	کاهش		شاخص قابل تغییر
			پنج درصد	دو درصد	
۲۶/۷۵	۲۵/۱۹	۲۷/۹۱	۲۹/۱۶	۳۱/۲۷	قیمت فروش واحد محصول
۲۷/۳۲	۲۶/۴۸	۲۷/۹۱	۲۸/۵۲	۲۹/۵۰	میزان فروش (با حجم تولید)
۲۹/۱۴	۳۱/۰۹	۲۷/۹۱	۲۶/۷۳	۲۵/۰۷	هزینه های تولید

برنامه زمان بندی اجرای پروژه

یکی از ارکان مهم اجرای پروژهها که ضامن موفقیت آن می باشد پیروی از یک برنامه زمان بندی مدون است که احداث واحدهای صنعتی نیز از این قاعده کلی مستثنی نیستند. زمان بندی فعالیت ها ضمن سازماندهی و قاعده مند کردن آنها، باعث اعمال مدیریت بهتر و تخصیص به موقع منابع می گردد. بنابراین ضرورت دارد مجری با در نظر گرفتن ویژگیهای خاص طرح با دید جامعی هر کدام از فعالیتها از مرحله تحقیقات اولیه و انتخاب مشاور تا مرحله بهره برداری تجاری واحد صنعتی را برآورد نماید و سپس زمان مناسب برای هر فعالیت را پیش بینی کند. علاوه بر آن با شناخت روابط پیش نیازی فعالیتها، زمان شروع و خاتمه را طوری برنامه ریزی کند که بتواند در مدت زمان تعیین شده پروژه را به اتمام برساند، چرا که تاخیر در اجرای پروژه در برخی موارد باعث ایجاد خساراتی خواهد شد که جبران آن بسیار دشوار است. بررسی و تحلیل موضوع فوق بحث بسیار گسترده ای است که از نقطه نظرهای مختلفی می توان آن را مطرح نمود.

در این قسمت سعی بر این است برنامه زمانبندی اجرای پروژه احداث کارخانه تولید صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی را بر اساس فازبندی متداول طرحهای صنعتی متناسب با ویژگیهای اقتصادی و تکنولوژیکی این طرح مورد بررسی قرار گیرد.

فاز اول:

فاز اول طرح عموماً دربردارنده فعالیت‌هایی از قبیل انجام مطالعات و مشاوره تخصصی، اخذ مجوزهای دولتی تا مرحله انتخاب و خرید و آماده‌سازی محل، تکنولوژی و فرآیند عملیات، تعیین جانمایی موقت، مهندس مشاور، تهیه و تدوین پیش‌نویس قراردادهای مربوطه می‌باشد. این فاز از طرح مورد نظر در محدوده زمانی شش ماهه قابل انجام است.

فاز دوم

این فاز از فعالیت‌های تخصصی‌تری برخوردار بوده و مواردی همچون تأمین خدمات مهندسی و طراحی فرآیند، تهیه مشخصات عمومی ماشین‌آلات، جانمایی تجهیزات اصلی، شناسایی و انتخاب سازندگان تجهیزات و فروشندگان تکنولوژی، طرح تفصیلی کارخانه، اقدامات مقدماتی جهت تأمین و تدارک ماشین‌آلات و تجهیزات اصلی و جانبی و در نهایت طراحی سایت پلان ساختمان را در بر می‌گیرد. این فاز از طرح در محدوده زمانی شش ماهه قابل انجام است.

فاز سوم

در این فاز عمدتاً مراحل اجرایی، محور کار بوده که در این رابطه می‌توان از فعالیت‌هایی مانند تدارک لوازم و مصالح، انتخاب پیمانکاران ساختمانی، نظارت بر حسن اجرای عملیات عمرانی، خرید ماشین‌آلات و تجهیزات اصلی و فرعی به همراه تعیین دستورالعمل‌های نصب و راه‌اندازی آزمایشی و دیگر موارد مشابه نام برد. با توجه به ماهیت و مشخصات طرح حاضر این فاز از طرح در زمان تقریبی ده ماهه قابل انجام است.

فاز چهارم

در این فاز ساخت و انتقال کلیه ماشین‌آلات و تجهیزات خط تولید همچنین آموزش بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات، طراحی و تدوین سیستم برای امور عملیاتی کارخانه و بطور کلی روشهای مدیریت و در نهایت تهیه و تدوین دستورالعمل امور اجرایی تولید و توزیع صورت خواهد پذیرفت ارکان اصلی اجرایی و مسئول برای انجام وظایف فوق عمدتاً مشاور و فروشنده تکنولوژی و تجهیزات اصلی خواهند بود. با توجه به مذاکرات انجام شده با شرکتهای قرارداد پیش‌بینی می‌گردد در صورت تأمین بموقع منابع مالی این فاز در سیکل شش صورت پذیرد.

فاز پنجم

این فاز شامل نصب ماشین‌آلات و تجهیزات، اجرای تأسیسات زیربنایی و جانبی مورد نیاز، تأمین مواد اولیه تکمیل ساختار تشکیلات پرسنلی و بالاخره راه‌اندازی و بهره‌برداری آزمایشی از خطوط تولید و نهایتاً تولید آزمایشی محصولات نهایی خواهد بود. ارکان اصلی اجرایی در این فاز پیمانکار نصب، مدیریت بهره‌برداری،

فروشنده تکنولوژی و تجهیزات و مهندسی مشاور می‌باشد. بر مبنای ویژگیهای اقتصادی و تکنولوژیکی این طرح پیش‌بینی می‌گردد فاز پنجم طرح حدود نه ماه به طول بینجامد.

با توجه به موارد مذکور و همچنین لحاظ نمودن مدت زمان مورد نیاز جهت تأمین منابع مالی از طریق تسهیلات بانکی (با زمان تقریبی هشت ماه) و همچنین انجام تولید آزمایشی در دوره زمانی ۳ ماهه، حداکثر مدت زمان دوره اجرایی این پروژه (فاز ساخت) معادل دو سال تعریف می‌شود. بدیهی است زمان ذکر شده مشروط بر اعمال مدیریت صحیح در طول اجرای پروژه و همچنین تأمین به موقع منابع مالی می‌باشد. در پایان این فصل و جهت روشن‌تر شدن موضوع، برنامه زمان‌بندی اجرای طرح (منطبق با مفاهیم فوق) ارائه شده است.

جدول (۴۹): برنامه زمان‌بندی پروژه صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی

سال دوم												سال اول												مدت	شرح کار
۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱		
																									انجام مطالعات و مشاوره تخصصی
																									کسب مجوزهای لازم
																									اقدام برای تأمین مالی طرح
																									تأمین خدمات مهندسی
																									خرید زمین و آماده سازی
																									انتخاب مجری طرح - پیمانکاران
																									تجهیز کارگاه
																									عملیات ساختمانی و محوطه سازی
																									سفارش، خرید و حمل ماشین آلات
																									نصب و راه اندازی ماشین آلات
																									تأمین تاسیسات زیربنایی و جانبی
																									استخدام و آموزش کارکنان
																									بهره برداری آزمایشی
																									تاخیرهای پیش‌بینی نشده
																									تولید آزمایشی
																									تولید تجاری

۶- میزان مواد اولیه عمده مورد نیاز سالانه، محل تأمین آن از خارج یا داخل کشور، قیمت ارزی و

ریالی آن و بررسی تحولات اساسی در روند تأمین اقلام عمده مورد نیاز در گذشته و آینده

مواد مورد نیاز طرح اصلی طرح ویفر کریستالی سیلیکون است که باید از تعداد محدودی از شرکتهای خارجی

تأمین گردد. این موضوع در مورد مواد اولیه این طرح به عنوان یک محدودیت اصلی قلمداد می‌گردد. ویفرهای

مذکور از شرکتهای کشورهای اروپا، ژاپن، سنگاپور و چین قابل خریداری هستند. مقدار و هزینه هر کدام از

مواد عمده مورد استفاده برای حجم ۸ مگاوات در سال به صورت مقادیر جدول (۵۰) برآورد می‌گردد.

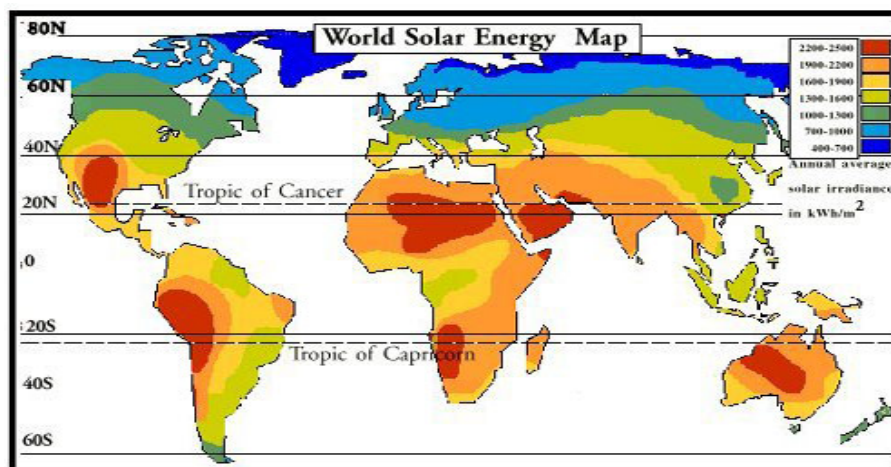
جدول (۵۰): مواد اصلی و مصرفی مورد نیاز (سالانه)

نام مواد اولیه	واحد	محل تأمین	میزان مصرف سالانه	قیمت واحد (میلیون ریال)	ارزش سالانه (میلیون ریال)
ویفر سیلیکس	تن	خارج از کشور	۱۱۰۰۰	۲۶/۷۹	۲۹۴۷۰۰
خمیر متالیزاسیون Ag-AL6	تن	خارج از کشور	۲۵۰۰	۲/۵۶	۶۴۰۰
سایر مواد معرفی	تن	داخل کشور	۵۰۰	۰/۲۸	۱۴۰
مواد کمک و بسته بندی	تن	داخل کشور	۴۰۰	۰/۳	۱۲۰
					۳۰۱۳۶۰

۷- پیشنهاد منطقه مناسب برای اجرای طرح

حدود دو دهه پس از ورود صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی به عرصه عمومی تولید انرژی، ارتباط تنگاتنگ سیاست و منابع انرژی موجب شد تا دیگرجایی برای بحث توجیه اقتصادی یافتن برای روی آوردن به سمت بهره‌گیری از انرژی خورشید و تولیدی الکتریسته نماند. در ایران، چون ایران روی کمربند خورشیدی جهان قرار گرفته است و یکی از کشورهای است که از تابش نور خورشید با قدرت و توان مطلوب برخوردار بوده و از مناطق بسیار مستعد برای بهره‌گیری از این انرژی است، به طوری که میزان تابش متوسط روزانه آفتاب به ۴ کیلووات ساعت بر متر مربع می‌رسد و متوسط تعداد ساعات آفتابی، از ۲۸۰۰ ساعت در سال بیشتر است. البته، مقادیر ذکر شده به طور متوسط بیان شده‌اند و در شهرهای کویری کشور همچون یزد، ساعات آفتابی به ۳۲۰۰ ساعت نیز می‌رسد. با توجه به این که، ایران کشور کوهستانی است که اکثر نقاط آن در ارتفاعی بالاتر از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا واقع شده‌اند توان دریافتی از تابش نور خورشید آن بیشتر خواهد بود.

شکل (۸): مقدار انرژی خورشیدی که در نواحی مختلف زمین قابل جذب می‌باشد



حال بینیم کشورمان در طول سال چقدر انرژی خورشیدی دریافت می کند:

همانطور که می دانیم ایران کشوری ۴ فصل است در نتیجه میزان تابش در فصول مختلف آن متفاوت است در نتیجه میزان روز/ساعت شهرهایی از ۶ منطقه آب و هوایی معتدل و مرطوب، خیلی سرد، معتدل و خشک، گرم، گرم و مرطوب و سرد را به طور نمونه در زیر می آوریم:

معتدل و مرطوب:

بابلسر: ۵۰۷

رامسر: ۳۹۱

رشت: ۴۰۰

خیلی سرد:

زنجان: ۷۲۰

تبریز: ۷۰۰

همدان: ۵۹۸

سقز: ۵۵۸

معتدل و خشک:

بم: ۷۵۷

اراک: ۷۰۵

یزد: ۷۲۳

گرم:

ایرانشهر: ۸۰۲

بوشهر: ۸۰۷

گرم و مرطوب:

چابهار: ۸۷۰

بندر عباس: ۷۹۵

سرد:

تهران: ۶۵۹

سمنان: ۶۶۹

مشهد: ۶۴۰

اعداد بالا پتانسیل بالای انرژی خورشیدی در کشور را نشان می‌دهد در نتیجه لازمست مصرف انرژی بخشهای مختلف در شهرها و روستاهای کشور از قبیل مصارف خانگی، تجاری، صنعت و حمل و نقل مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر ایران پایین بوده و از این رو، هنوز انرژی خورشیدی رسماً تجاری نشده است. مناطقی که پتانسیل بالایی برای انرژی خورشیدی دارند؛ عبارتند از: زنجان، تهران، خراسان، یزد و سمنان.

۸- وضعیت نیروی انسانی و میزان اشتغال

با توجه به تکنولوژی مورد استفاده در تولید صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی تخصص نیروی انسانی در این طرح اهمیت زیادی دارد. درجه اتوماسیون بالای خط تولید عاملی است که بر تعداد اشتغال این طرح تأثیرمی‌گذارد. برآورد نیروی انسانی طرح به همراه هزینه‌های مربوطه به آنها و به تفکیک تخصص درجدول (۵۱) ارائه گردیده است.

جدول (۵۱): وضعیت و هزینه نیروی انسانی مورد نیاز

شرح	تحصیلات	تعداد	حقوق ماهیانه (میلیون ریال)	حقوق سالانه (میلیون ریال)
مدیر ارشد	مدیریت بازرگانی	۱	۲۰	۳۲۸
سرپرست تولید	مدیریت صنعتی	۳	۱۵	۷۳۸
نیروی متخصص تولید	الکترونیک	۱۲	۱۰	۱۹۶۸
تکنسین تولید	مکانیک	۱۸	۸	۲۳۶۱/۶
کارگر نیمه ماهر و معمولی	فنی	۳۰	۶	۲۹۵۲
پرسنل اداری و خدماتی	فنی	۸	۶	۷۸۷/۲
جمع (برای ۳ شیفت)		۷۲	-	۹۱۳۴/۸

۹- بررسی و تعیین میزان تأمین آب، برق، سوخت، امکانات مخابراتی و ارتباطی (راه، راه آهن،

فرودگاه، بندر و ...) و چگونگی تأمین آنها در منطقه مناسب برای اجرای طرح

مقدار هزینه آب و برق و سایر اقلام مذکور برای یکسال کاری در جدول (۵۲) برآورد گردیده است.

جدول: (۵۲): هزینه سالیانه آب و برق و ... مصرفی

شرح	واحد	مصرف روزانه	مصرف سالیانه	قیمت واحد (ریال)	روزهای کاری سال	هزینه سالانه (میلیون ریال)
انرژی برقی	کیلووات ساعت	۳۰۰۰	۹۰۰.۰۰۰	۴۴۰	۳۰۰	۳۹۶
آب مصرفی	متر مکعب	۲۰	۶۰۰۰	۴۰۰۰	۳۰۰	۲۴
گاز	متر مکعب	۱۰۰۰	۳۰۰.۰۰۰	۱۰۰۰	۳۰۰	۳۰۰
ارتباطات	-	-	-	-	-	۵۰
سایر (۰.۵٪)	-	-	-	-	-	۳۸/۵
جمع	-	-	-	-	-	۸۰۸/۵

۱۰- وضعیت حمایت‌های اقتصادی و بازرگانی

سیاست‌گذاری‌های توسعه‌ای بخصوص در بخش فناوری‌ها و علوم جدید معمولاً در اکثر کشورها به وسیله سازمان‌های حمایت‌کننده دولتی به بازار دانش و فناوری ارائه و مورد حمایت قرار می‌گیرد.

چنین سیاست‌های حمایتی برای مدت زمان مشخص و محدودی به جامعه ارائه می‌شود تا قابلیت رقابت با تکنولوژی‌های قبلی را پیدا کند. سیاست‌های توسعه کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر باید به دنبال رسیدن به این اهداف باشد: حرکت به سمت توسعه پایدار سیستم‌های تولید انرژی، رسیدن به سطح توسعه پایدار تولید و بازار انرژی ارتقای آگاهی عمومی و پذیرش اجتماعی کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر، افزایش عملکرد تکنولوژی و تمایز تولیدات و سرویس‌ها، ارتقای قابلیت رقابت‌پذیری از نظر قیمت تمام شده چالش‌های مدیریتی، تکنولوژیکی، زیست محیطی و قانونی زیادی در دنیا برای توسعه کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر با توجه به شرایط خاص هر کدام از کشورها وجود دارد. علاوه بر مشکلات عمومی توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در دنیا، نیروگاه‌های تجدیدپذیر در ایران با مشکلات و موانع خاصی نیز مواجه اند.

اهداف این سیاست‌ها و قوانین را می‌توان به صورت ذیل خلاصه کرد:

۱- تصویب قوانین و مقررات لازم برای واگذاری حقوق و مالکیت منابع انرژی تجدیدپذیر و مسوولیت توسعه کاربرد این انرژی در یک سازمان دولتی این امر باعث می‌شود تعارض بین سازمان‌های دولتی دارای حقوق مالکیت و مسوولیت توسعه از بین برود که این خود عاملی است تا بخش خصوصی علاقه‌مند به فعالیت در این

زمینه را از سردرگمی خارج کند به طوری که جهت توسعه این منابع انرژی فقط با یک سازمان متولی تخصصی درگیر باشند.

۲- تصویب قوانین برای ایجاد حمایت های دولتی در تحقیق و توسعه منابع انرژی تجدیدپذیر.

۳- تصویب و اجرای مقررات حمایتی دولتی در خرید تضمینی برق تولیدی از انرژی های تجدیدپذیر برای تشویق بخش خصوصی جهت ورود به این صنعت.

۴- پذیرش اجتماعی برای رشد و توسعه کاربرد انرژی های تجدیدپذیر برای حفظ و توسعه آتی این انرژی بسیار مهم است. دولت باید تلاش فراوانی انجام دهد تا با افزایش آگاهی عمومی از مزایا و برتری های این منبع انرژی به توسعه آینده و مقبولیت اجتماعی آن کمک کند.

۱۱- تجزیه و تحلیل و ارائه جمعبندی و پیشنهاد نهایی در مورد احداث واحدهای جدید

انرژی فراوان و لایزال خورشید، بدون نیاز به شبکه‌های انتقال و توزیع عظیم و پرخرج، در سراسر کشور گسترده شده است. معماری سنتی ایران نشان دهنده توجه خاص ایرانیان در استفاده صحیح و موثر از خورشید در زمانهای قدیم می‌باشد. متأسفانه در حال حاضر و با وجود علوم و تکنولوژی جدید در کشور، استفاده از انرژی خورشید بسیار ناچیز است. چنین تصور می‌شود که وجود منابع عظیم نفت و گاز و پایین بودن سطح علمی و فنی کشور باعث عدم پیشرفت در استفاده از انرژی خورشیدی شده است ولی بایستی توجه شود که:

۱- ارزش واقعی منابع فسیلی خیلی بیشتر از آنست که از نفت برای گرم کردن آب و یا گرمایش ساختمانها و اموری از قبیل آنها استفاده شود.

۲- منابع نفت و گاز دیر یا زود این منابع تخلیه خواهند شد.

۳- در مواقع بحرانی مانند زمان جنگ که اختلالاتی در استخراج و تولید ایجاد می‌شود و یا در زمستان که بعلت بسته بودن راه‌ها، امر توزیع مختل می‌گردد، مصرف‌کنندگان با کمبود شدید سوخت روبرو خواهند شد.

از طرفی می‌توان به صراحت اعلام کرد که سطح کنونی علمی و صنعتی کشورمان برای ایجاد و گسترش تکنیک خورشیدی به حد کافی آمادگی دارد. بنابراین اگر طرح‌های خورشیدی معرفی شوند و علوم و فنون مربوطه ترویج یابند، صنایع خورشیدی کشور، می‌تواند به عنوان یک صنعت خود کفا وارد عمل گردد.

شکل (۹): نمونه‌ای از صفحات و نوارهای جاذب انرژی خورشیدی



خورشید یکی از دو منبع مهم انرژی است که باید به آن روی آورد که در ضمن به تکنولوژی پیشرفته و پرجرج نیز نیاز نداشته و می‌تواند به عنوان یک منبع مفید و تامین کننده انرژی در اکثر نقاط جهان بکار گرفته شود به علاوه استفاده از آن انرژی هسته‌ای، خطر و اثرات نامطلوبی از خود باقی نمی‌گذارد و برای کشورهایی که فاقد منابع زیرزمینی هستند مناسبترین راه برای دسترسی به نیرو و رشد و توسعه اقتصاد می‌باشد. شناخت انرژی خورشیدی و استفاده از آن برای منظوره‌های مختلف به زمان ما قبل تاریخ باز می‌گردد. مهمترین روایتی که در رابطه با استفاده از تابش خورشید بیان شده داستان ارشمیدس دانشمند و مخترع بزرگ یونان قدیم می‌باشند که ناوگان روم را با استفاده از انرژی حرارتی خورشید به آتش کشید. گفته می‌شود که ارشمیدس با نصب تعداد زیادی آئینه‌های کوچک مربعی شکل در کنار یکدیگر که روی پایه متحرک قرار داشت اشعه خورشید را از راه دور روی کشتیهای رومیان متمرکز ساخته و به این ترتیب آنها را به آتش کشیده است. به همین علت از ارشمیدس به عنوان بنیانگذار استفاده از تابش خورشید نام می‌برند در حالیکه منابع مصری قدیمتر از آن است.

با بهره گرفتن از خورشید که بزرگترین منبع انرژی جهان به شمار می‌آید، می‌توان به انرژی پاک، ارزان و بی‌پایانی دست یافت که در بیشتر مناطق زمین قابل استحصال است. برای مثال، در بیشتر مناطق ایران از ۳۶۵ روز سال به‌طور میانگین ۳۰۰ روز آفتابی است. محدودیت منابع فسیلی و پیامدهای حاصل از تغییرات زیست‌محیطی و آب و هوایی جهانی، فرصت مناسبی برای رقابت انرژی خورشیدی با سوخت‌های فسیلی ایجاد کرده است. سامانه‌های انرژی خورشیدی، مبتنی بر فناوری‌های جدیدی است که برای تامین گرما، آب گرم، الکتریسیته و حتی سرمایه‌های مسکونی، مراکز تجاری و صنعتی به‌کار می‌رود. تولید انرژی خورشیدی به ۲ بخش نیروگاه‌های حرارتی و کاربردهای غیرنیروگاهی تقسیم می‌شود.

ایران با آن که یکی از کشورهای نفت خیز جهان و دارای منابع عظیم گاز طبیعی است، به دلیل شدت تابش خورشید در بیشتر نقاط کشور، می‌تواند صرفه جویی مهمی در مصرف سوخت‌های فسیلی داشته باشد. فناوری ساده، کاهش آلودگی هوا و محیط زیست و از همه مهمتر ذخیره شدن سوخت‌های فسیلی برای آینده یا تبدیل آنها به مواد پردازش با استفاده از تکنیک پتروشیمی، از دلایل لزوم استفاده از انرژی خورشیدی در کشور هستند. با افزایش قیمت نفت در سال ۱۹۷۳ کشورهای پیشرفته صنعتی مجبور شدند، به استفاده از انرژی‌های جانشین جدی تر بیندیشند و این نگرش پس از انقلاب اسلامی ایران، وسعت بیشتری یافت. کشورهای صنعتی به این نتیجه رسیده‌اند که با بهینه سازی مصرف انرژی در صنایع و ساختمان‌ها، مصرف انرژی را می‌توان ۳۰ تا ۴۰ درصد کاهش داد. ایران یکی از پنج کشور مصرف کننده بالای مواد نفتی در جهان و در میان کشورهای اوپک، بزرگترین مصرف کننده فرآورده‌های نفتی است.

با توجه به رشد مصرف انرژی بالای ۵ درصدی در ایران می توان گفت که هر ۱۰ سال مصرف انرژی کشور دو برابر می شود. با این روند و با توجه به افت فشار چاه های نفت و مشکلات حفاری، استخراج و سرمایه گذاری، نمی توان امیدوار بود که پس از دو دهه نیازهای موجود کشور بر طرف شود. با این اوصاف این سؤال مطرح می شود که آیا تولید انرژی، پاسخ گوی نیازها خواهد بود؟ و اگر هم باشد مازادی برای صدور نفت و به دست آوردن ارز خواهیم داشت؟ بررسی های بانک جهانی حاکی است که اگر کشورهای در حال توسعه، سیاست های بهینه سازی مصرف انرژی را به کار می گرفتند، تا سال ۱۹۹۰ می توانستند ۴ میلیون بشکه در روز صرفه جویی کنند. کارشناسان معتقدند با استفاده از سیاست های بهینه سازی مصرف انرژی، ضمن کاهش مصرف انرژی منافی مانند: کاهش آلودگی هوا به ویژه در شهرهای بزرگ، صرفه جویی در سرمایه گذاری در ساخت نیروگاه ها، پالایشگاه ها و سیستم گازرسانی به میزان میلیارد ها دلار در سال، طولانی شدن عمر ذخایر نفتی، ایجاد اشتغال در کشور، کم هزینه بودن و نگهداری آسان، عاید کشور خواهد شد. ناگفته نماند با احتساب مصرف بیش از یک میلیون بشکه معادل نفت در روز، بیش از یک میلیارد دلار درآمد ارزی در سال نصیب کشور خواهد شد.

ایران با عرض جغرافیایی ۲۵ تا ۴۵ شمالی در منطقه مناسبی برای دریافت انرژی خورشیدی قرار دارد. میزان انرژی ای که زمین در یک ساعت از خورشید دریافت می کند، بیش از انرژی مصرفی جهان در یک سال است. انرژی خورشیدی با بهره گیری از روش ها و وسایل ویژه به تولید برق با استفاده از حرارت خورشید می پردازد که حرارت نیز پس از گذار از یک یا چند مرحله به انرژی الکتریکی تبدیل می شود. پاک بودن این سیستم، توجه بسیاری از کشورها و دولت های جهان را به خود معطوف کرده تا آنجا که انگلستان اخیراً با الزامی کردن استفاده از صفحات خورشیدی در ساختمان های در حال ساخت، گامی بلند و موثر در بهینه سازی مصرف انرژی برداشته

است. از هنگامی که منابع هیدروکربور و زغال سنگ چرخه تولید انرژی را در دست گرفت، به واسطه ارزان و در دسترس بودن آن از توجه به انرژی کاسته شد. در ایران، ارزانی و فراوانی بیش از حد هیدروکربور سبب شده تا به انرژی خورشیدی توجه کمتر مبذول شود. با پیش آمدن بحران شدید نفتی در سال ۱۹۷۳ و لجام گسیختگی بازار و پیش آمدن شرایطی که به تهدید صنعت جهان می‌انجامید، ناگهان توجه دوباره به انرژی‌های تجدیدپذیر و انرژی خورشید معطوف شد.

یادآوری این نکته بسیار مهم است که استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر در مقایسه با سوخت های فسیلی، هر چند از هزینه بهره برداری بسیار اندک برخوردار است، لکن هزینه‌های سرمایه‌گذاری بسیار بالاتر و حتی چندین برابر خواهد داشت. به عنوان نمونه، هزینه‌های سرمایه‌گذاری توربین‌های بادی حداقل سه برابر، نیروگاه‌های حرارتی خورشیدی بیش از ۸ برابر و سیستم‌های فتوولتائیک حدود ۱۰ برابر هزینه سرمایه‌گذاری توربین‌های گاز است. در حقیقت، همین موانع سبب شده که سهم انرژی‌های نو در حال حاضر کمتر از ۲ درصد و در ۲۰۲۰ حدود ۴ درصد از کل انرژی مصرفی جهان پیش بینی شود. استفاده از منابع انرژی جدید، بجای منابع فسیلی الزامی است. سیستم جدید انرژی آینده، باید متکی به تغییرات ساختاری و بنیادی باشد که در آن، منابع انرژی بدون کربن، نظیر انرژی خورشیدی و هسته‌ای و کربن خنثی مانند بیوماس مورد استفاده قرار می‌گیرند. که در حال حاضر به دلایل متعدد، نفوذ و توسعه انرژی‌های نو را بسیار کند و محدود ساخته است.

منابع:

www.tccimo.ir

www.sana.org

www.tpo.com

ویکی پدیا

سلولهای خورشیدی (اصول عملکرد تکنولوژی و کاربردهای سیستم) نویسنده: مارتین ا. گیرین

Physics of solar cell peter wurfel

کتاب نگرش بر سیستمهای استفاده از انرژی خورشیدی نویسنده: دکتر مجید رئوفی نژاد

کتاب راهنمای طرحهای انرژی خورشیدی در ایران نویسنده: اصغر حاجی سقطی