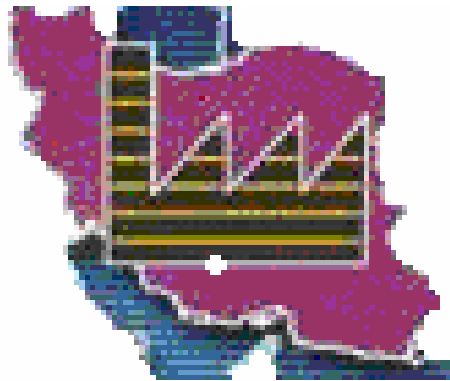




**معاونت پژوهشی**



**شرکت شهرک های صنعتی تهران**

**مطالعات امکان سنجی مقدماتی**

**تولید باتری شارژی خورشیدی**

**تلفن همراه**



## خلاصه طرح

نام محصول		باتری شارژی خورشیدی	
موارد کاربرد		تلفن همراه	
ظرفیت پیشنهادی طرح		این قیمت، بررسی اولیه پروژه و تکمیل فناوری مورد نیاز است.	
میزان مصرف سالیانه مواد اولیه		تلفن همراه و سلول های خورشیدی برای نصب روی آن	
سرمایه گذاری ثابت طرح		ارزی (دلار)	500000
		ریالی (میلیون ریال)	3000
		مجموع (میلیون ریال)	8000
سرمایه در گردش طرح		ارزی (دلار)	--
		ریالی (میلیون ریال)	3000
		مجموع (میلیون ریال)	3000
زمین مورد نیاز		(متر مربع)	500
زیربنا		تولیدی (متر مربع)	350
		انبار (متر مربع)	50
		خدماتی (متر مربع)	60
مصرف سالیانه آب، برق و گاز		آب (متر مکعب)	1500
		برق (کیلو وات)	540000
		گاز (متر مکعب)	35000
محل های پیشنهادی برای احداث واحد فناورانه		پارک های علمی و فناوری پردیس، آذربایجان شرقی، اصفهان، تربیت مدرس، ارومیه، تهران، سمنان، خراسان، فارس، قزوین، کرمان، کرمانشاه، گیلان و مرکزی	



## فهرست مطالب

صفحه	عناوین
4	1- معرفی محصول .....
7	1-1- نام و کد آیسیک محصول .....
8	1-2- شماره تعرفه گمرکی .....
8	1-3- شرایط واردات و صادرات .....
9	1-4- بررسی و ارائه استاندارد (ملی یا بین‌المللی) .....
17	1-5- بررسی و ارائه اطلاعات لازم در زمینه قیمت تولید داخلی و جهانی محصول .....
18	1-6- توضیح موارد مصرف و کاربرد .....
19	1-7- بررسی کالاهای جایگزینی و تجزیه و تحلیل اثرات آن بر مصرف محصول .....
20	1-8- اهمیت استراتژیکی کالا در دنیای امروز .....
21	1-9- کشورهای عمده تولید کننده و مصرف کننده محصول (حتی‌الامکان سهم تولید یا مصرف ذکر شود) .....
34	2- وضعیت عرضه و تقاضا .....
35	2-1- بررسی ظرفیت بهره‌برداری و روند تولید از آغاز برنامه سوم تا کنون و محل واحدها و تعداد آنها و سطح تکنولوژی واحدهای موجود، ظرفیت اسمی، ظرفیت عملی، علل عدم بهره‌برداری کامل از ظرفیت‌ها، نام کشورها و شرکت‌های سازنده ماشین‌آلات مورد استفاده در تولید محصول .....



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی



معاونت پژوهشی

تلفن همراه

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

صفحه	عناوین
35	2-2- بررسی وضعیت طرح‌های جدید و طرح‌های توسعه در دست اجرا (از نظر تعداد، ظرفیت، محل اجراء، میزان پیشرفت فیزیکی و سطح تکنولوژی آنها و سرمایه‌گذاری‌های انجام شده اعم از ارزی و ریالی و مابقی مورد نیاز) .....
36	2-3- بررسی روند واردات محصول طی پنج سال گذشته (چقدر از کجا) .....
36	2-4- بررسی روند مصرف طی پنج سال گذشته .....
36	2-5- بررسی روند صادرات محصول طی پنج سال گذشته و امکان توسعه آن (چقدر به کجا صادر شده است) .....
36	2-6- بررسی نیاز به محصول با اولویت صادرات تا پایان برنامه چهارم .....
37	3- بررسی تکنولوژی و روشهای تولید-عرضه محصول در کشور و مقایسه با دیگر کشورها
55	4- نقاط قوت و ضعف تکنولوژی‌های مرسوم در فرآیند تولید محصول .....
55	5- بررسی و تعیین حداقل ظرفیت اقتصادی شامل برآورد حجم سرمایه‌گذاری ثابت به تفکیک ریالی و ارزی (با استفاده از اطلاعات واحدهای موجود، در دست اجراء، UNIDO، اینترنت، بانک‌های اطلاعاتی جهانی، شرکت‌ها تکنولوژی و تجهیزات و ...)
57	6- میزان مواد اولیه عمده مورد نیاز سالانه و محل تأمین آن از خارج یا داخل کشور قیمت ارزی-ریالی و بررسی تحولات اساسی تأمین اقلام مورد نیاز گذشته و آینده
57	7- پیشنهاد منطقه مناسب برای اجرای طرح .....
58	8- وضعیت تأمین نیروی انسانی و تعداد اشتغال .....

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	زمستان 1389
مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی	صفحه 4



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی



معاونت پژوهشی

تلفن همراه

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

صفحه	عناوین
60	9- بررسی و تعیین میزان تأمین آب، برق، سوخت، امکانات مخابراتی و ارتباطی (راه - راه آهن - فرودگاه - بندر ...) و چگونگی امکان تأمین آنها در منطقه مناسب طرح
60	10- وضعیت حمایت‌های اقتصادی و بازرگانی .....
60	- حمایت تعرفه گمرکی (محصولات و ماشین‌آلات) و مقایسه با تعرفه‌های جهانی .....
61	- حمایت‌های مالی (واحدهای موجود و طرح‌ها)، بانک‌ها و شرکت‌های سرمایه‌گذار...
62	11- تجزیه، تحلیل، ارائه جمع‌بندی و پیشنهاد نهایی احداث واحدهای جدید .....
62	12- منابع و مآخذ .....

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 5	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## 1. معرفی محصول

انرژی خورشید هزاران بار بیش تر از آن چه که ما نیاز داریم و مصرف می‌کنیم، می‌باشد. حتی نور کمی که از پنجره به اتاق می‌تابد دارای انرژی بیش تری از سیم برقی است که به داخل اتاق کشیده شده است. خورشید به طور میانگین توانی برابر با  $1 \text{ kW/m}^2$  را بر زمین می‌تاباند. انرژی که بر سطح زمین می‌تابد از کل انرژی مورد نیاز ما به مراتب بیش تر است. با توجه به موقعیت جغرافیایی ایران این رقم در کشور حدود 2.8 در جنوب شرقی و  $5.4 \text{ kW/m}^2$  در ناحیه مرکزی با متوسط تابش مفید 2800 ساعت در سال است که بطور متوسط 3 برابر میزان تابش در اروپاست. در حال حاضر میزان انرژی تولیدی کشور از باتری‌های خورشیدی حدود  $370 \text{ kW}$  است.

سلول‌های خورشیدی موارد استفاده متعددی در زندگی بشر داشته و دارند. از دیر باز در مکان‌هایی که امکان سیم‌کشی و استفاده از کابل‌های برق نبوده، و امروزه در ماهواره‌ها و کاوشگرها، در رادیو تلفن-های متحرک و حتی در پمپ‌های آب از سلول‌های خورشیدی استفاده می‌شود. اخیراً فناوری استفاده از اطاقک‌های خورشیدی متصل به کابل‌های برق، مبدل‌ها و کنتورهای دقیق در دنیا یکی از منابع تولید انرژی الکتریسیته محسوب می‌شود.

امروز بحث استفاده از انرژی خورشید به عنوان منبع اصلی تأمین انرژی در کشورهای صنعتی جایگاه ویژه‌ای دارد. علت اصلی این امر در دسترس بودن این انرژی در همه جا، رایگان بودن و تجدید پذیر بودن آن و توزیع طبیعی آن است که سبب جلوگیری از صرف هزینه برای انتقال انرژی و تولید برق در

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 6	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی



شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

تلفن همراه

معاونت پژوهشی

محل خواهد شد. ابزارهای تولید توان در مقیاس‌های بالاتر هم دارای حجم کمتری نسبت به سامانه‌های مرتبط با سوخت‌های فسیلی است.

در طول دهه گذشته تولید جهانی سلول‌های خورشیدی که به فتوولتائیک (PV) معروف هستند، با رشد بیش از 40% از مرز 1 گیگاوات در سال 2004 فراتر رفته که سلول‌های مبتنی بر سیلیکن بلوری در صدر بازار قرار دارد. لکن بعلت کمبود منابع سیلیکن مناسب، بسیاری از متخصصان پیش‌بینی کرده‌اند که تولید این سلول‌ها در حدود 3-4 گیگاوات در سال متوقف شود و در دهه‌های آتی تولید سلول‌های مبتنی بر فناوری لایه نازک بیشترین رشد را خواهند داشت. توسعه دیگر روش‌های تولید از جمله تولید سلول‌های گراتزل، سلول‌های مبتنی بر نقاط یا چاه‌های کوانتومی و نانوتیوب‌ها و فولرین‌ها کاندیداهای بعدی توسعه فناوری هستند. نکته جالب توجه اینجاست که بعلت ماهیت این روش‌ها و فناوری‌های تولید، بهره‌مندی از فناوری‌های جدید به ویژه نانوفناوری می‌تواند تقریباً در تمامی موارد (چه به لحاظ افزایش کیفیت مواد و چه به لحاظ بهبود فرایند تولید) افزایش بهره‌وری و کاهش قیمت تمام‌شده تولید را بدنبال داشته باشد که هر دو این موارد از مهمترین چالش‌های پیش‌روی توسعه صنعت سلول‌های خورشیدی بشمار می‌رود.

این گزارش امکان‌سنجی به بررسی وجوه اصلی ساختار صنعت سلول‌های خورشیدی در ایران و جهان به منظور تولید باتری شارژی خورشیدی تلفن همراه، مرور ابعاد فنی و اقتصادی بازار جهانی و منطقه

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 7	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



ای صنعت سلول‌های خورشیدی و رویکرد کشورهای پیشرو جهان و کاربرست فناوری پیشرفته به ویژه فناوری نانو برای تولید باتری شارژی خورشیدی برای تلفن همراه می پردازد.

### تاریخچه

در فتوولتائیک (سلول خورشیدی) انرژی تابشی مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. بر اساس این پدیده که برای اولین بار توسط آلبرت انیشتین شرح داده شد وقتی که یک کوانتوم انرژی نوری یعنی یک فوتون در یک ماده نفوذ می‌کند، این احتمال وجود دارد که به وسیله الکترون جذب شود و الکترون انتقال پیدا می‌کند. در سال 1839 یک دانشمند فرانسوی به نام ادmond بکورل (Edmond Becquerel) در ضمن آزمایش با یک سلول الکتریکی به اثر فتوالکتریک پی برد. این سلول از دو الکتروود که در داخل یک الکتروولیت قرار گرفته بودند، تشکیل شده بود. وی مشاهده کرد که تولید الکتروسیته با قرار گرفتن در معرض نور افزایش پیدا می‌کند.

در سال 1954 فناوری فتوولتائیک به معنای امروزی آن به وجود آمد. این فناوری در آمریکا در آزمایشگاه بل توسط داریل چاپین (Daryl Chapin)، کالوین فولر (Calvin Fuller) و گرال د پیرسون (Gerald Pearson) ساخته شد. سلول‌های خورشیدی اولیه فقط توان تأمین انرژی لازم برای وسایل الکتریکی روزمره را داشتند. دانشمندان در آزمایشگاه تلفن بل توانستند سلول خورشیدی سیلیکونی با بازده 4% درست کنند که بعدها توانستند به بازده 11% دست یابند.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 8	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی





## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی



معاونت پژوهشی

تلفن همراه

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

امروزه بیش‌ترین استفاده از انرژی خورشیدی از این طریق می‌باشد. در برخی کشورها، نیروگاه‌های فتوولتائیک ساخته شده که برای تولید برق مورد استفاده قرار می‌گیرند.

#### 1-1- نام و کد آیسیک محصول

متداول‌ترین طبقه‌بندی و دسته‌بندی در فعالیت‌های اقتصادی همان تقسیم‌بندی آیسیک است. تقسیم‌بندی آیسیک طبق تعریف عبارت است از: طبقه‌بندی و دسته‌بندی استاندارد بین‌المللی فعالیت‌های اقتصادی. این دسته‌بندی با توجه به نوع صنعت و محصول تولید شده به هر یک کدهایی دو، چهار و هشت رقمی اختصاص داده می‌شود. در جدول زیر کدهای مرتبط با سلول‌های خورشیدی آورده شده است. اطلاعات فوق از وبگاه وزارت صنایع و معادن، بخش سامانه ثبت مجوزهای صادره صنعتی، از وبگاه زیر در اسفند ماه 1389 استخراج گردید:

<http://webims.mim.gov.ir/GuestPage/GSearchISIC.aspx>

جدول کدهای آیسیک: کدهای آیسیک مرتبط با تولید باتری شارژی خورشیدی تلفن همراه

واحد سنجش	نام کالا	کد آیسیک	
متر مربع	صفحات گردآورنده حرارتی خورشیدی	29301471	1
دستگاه	پانل خورشیدی	31101330	2
عدد	اجزاء و قطعات پانل خورشیدی مادول-سلول خورشیدی	31101331	3

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 9	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## 2-1- شماره تعرفه گمرکی

در داد و ستدهای بین‌المللی جهت کدبندی کالا در امر صادرات و واردات و مبادلات تجاری و همچنین تعیین حقوق گمرکی و غیره از دو نوع طبقه‌بندی استفاده می‌شود که عبارت است از طبقه‌بندی و نامگذاری براساس بروکسل و طبقه‌بندی مرکز استاندارد و تجارت بین‌المللی بر همین اساس در مبادلات بازرگانی خارجی ایران طبقه‌بندی بروکسل جهت طبقه‌بندی کالاها استفاده می‌شود. بررسی مقررات صادرات و واردات کشور سال 1389 در وبگاه سازمان توسعه تجارت ایران (لینک زیر) نشان می‌دهد تاکنون برای باتری شارژی خورشیدی تلفن همراه تعرفه در نظر گرفته نشده است:

<http://www.tpo.ir/tlaw/tariff.aspx>

## 3-1- شرایط واردات

با توجه به عدم تولید باتری شارژی خورشیدی تلفن همراه، شرایط خاصی برای واردات تعریف نشده است. از طرف دیگر باتری تلفن همراه، همراه تلفن همراه است و از قوانین واردات تلفن همراه تبعیت می‌کند. از این رو واردات این کالا به خودی خود معمولاً انجام نمی‌شود و برای تولید کنندگان تلفن همراه که از این باتری خاص بهره می‌برند معنا دار است. به عبارت دیگر تلفن همراه با باتری شارژی خورشیدی وارد می‌شود که تابع قوانین واردات تلفن همراه است. البته تلفن‌های همراه که قابلیت شارژ خورشیدی هم داشته باشند، در دنیا کالایی نوظهور به شمار می‌روند و به تازگی در حال ورود به بازار هستند و هنوز تولید صنعتی به معنای کلان انجام نشده است.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 10	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



#### 4-1- بررسی و ارائه استاندارد (ملی یا بین‌المللی)

کمیته فنی 82 (TC82) در سال 1981 در موسسه IEC تشکیل شد. این کمیته مهمترین کمیته در زمینه تدوین استانداردهای مربوط به فتوولتائیک می‌باشد. هدف اصلی کمیته فنی TC82 ارائه استانداردهایی در زمینه کلیه تجهیزات مربوط به تبدیل انرژی خورشیدی به برق بود که این تجهیزات شامل مدول‌های خورشیدی، تبدیل‌کننده‌ها، اتصالات شبکه، باتری‌ها و ... می‌شد. کمیته فنی TC82 شامل کارگروه‌های گوناگونی می‌شود که هر یک از آنها مسئول تدوین استانداردها در ارتباط با بخشی یا نوعی خاص از فناوری فتوولتائیک می‌باشند. استانداردهای این حوزه به بلوغ کامل رسیده‌اند. استانداردهای عمومی: این استانداردها در زمینه اندازه‌گیری تابش سلول‌های خورشیدی، ابزارهای اندازه‌گیری و روش‌های درجه‌بندی است. بعضی از این استانداردها عبارتند از:

- **ISO 9845** اندازه‌گیری طیف تابشی خورشیدی در شرایط گوناگون بر روی زمین
- **DIN 5034-2** اصول نور روز در محیط‌های داخلی
- **IEC 61725** مشخصات تحلیلی روزانه نور خورشید

استانداردهای مربوط به سلول‌های خورشیدی و مدول‌ها: استانداردهای این بخش در مورد سلول‌های خورشیدی، مدول‌ها است که شامل مشخصات آنها، اندازه‌گیری‌های مربوطه و آزمایشات مربوط به آنها می‌شود. استانداردهای دیگری که در این بخش موجود است، شامل تولید و آزمایش،

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 11	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی



معاونت پژوهشی

تلفن همراه

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

فرایند تولید، آزمایشات مکانیکی و الکترونیکی تست مدول‌ها و اندازه مشخصات مدول‌های خورشیدی می‌شود. فهرست تست‌ها به شرح زیر است:

- EN 50380 مشخصات و نوع مدول‌های خورشیدی
- IEC 60891 روش تابندگی برای اندازه‌گیری مشخصات I-V سلول‌های خورشیدی سیلیکون بلوری.
- IEC 60904-1 وسائل فتوولتاییک بخش اول: اندازه‌گیری مشخصات جریان-ولتاژ فتوولتاییک
- IEC 60904-2 وسائل فتوولتاییک بخش دوم: الزامات برای سلول‌های خورشیدی مرجع
- IEC 60904-2/A1 وسائل فتوولتاییک بخش دوم: الزامات برای سلول‌های خورشیدی مرجع، اصلاحات اول
- IEC 60904-3 وسائل فتوولتاییک بخش سوم: اصول اندازه‌گیری برای وسائل خورشیدی فتوولتاییک بر اساس اطلاعات طیف تابشی مرجع
- IEC 60904-5 وسائل فتوولتاییک بخش پنجم: تعیین دمای معادل سلول فتوولتاییک به روش ولتاژ مدار باز.
- IEC 60904-6 وسائل فتوولتاییک بخش ششم: الزامات برای مدول خورشیدی مرجع.
- IEC 60904-6/A1 وسائل فتوولتاییک بخش ششم: الزامات برای مدول خورشیدی مرجع، اصلاحات اول

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 12	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی



معاونت پژوهشی

تلفن همراه

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

- IEC 60904-7 وسایل فتوولتاییک بخش هفتم: اندازه‌گیری خطای عدم مطابقت طیفی موجود در آزمایش وسایل فتوولتاییک.

- IEC 60904-8 وسایل فتوولتاییک بخش هشتم: اندازه‌گیری پاسخ طیفی وسایل فتوولتاییک.

- IEC 60904-10 وسایل فتوولتاییک بخش دهم: روش‌های اندازه‌گیری خطی بودن.

- IEC 61277 نظام‌های تولید قدرت فتوولتاییک بر روی زمین، راهنمای عمومی

- IEC 61215 مدول‌های زمینی سیلیکون بلوری فتوولتاییک - صلاحیت طراحی و تعیین

نوع

- IEC 61345 آزمایش نور ماوراء بنفش برای سلول‌های فتوولتاییک

- IEC 61646 مدول‌های زمینی لایه نازک فتوولتاییک - صلاحیت طراحی و تعیین نوع

- IEC 61701 آزمایش خوردگی نمکی برای مدول‌های فتوولتاییک

- IEC 61721 مقاومت مدول‌های فتوولتاییک در مقابل صدمات ناشی از ضربه

- JRC-ISPRA 503 روش آزمایش کیفیت برای مدول‌های فتوولتاییک سیلیکون بلوری

- IEC 61829 تعیین مشخصات آرایه‌های فتوولتاییک سیلیکون کریستالی در محل نصب با

اندازه‌گیری مشخصات جریان-ولتاژ.

- IEEE 1262 تحقیقات توصیه شده برای اندازه‌گیری کیفیت مدول‌های فتوولتاییک.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 13	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی



معاونت پژوهشی

تلفن همراه

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

- IEEE 1513 تحقیقات توصیه شده برای اندازه‌گیری کیفیت مدول‌های فتوولتاییک متمرکز کننده.

استانداردهای در زمینه نظام‌های فتوولتاییک: در این بخش استانداردهایی در زمینه نحوه پیاده‌سازی نظام‌های فتوولتاییک، نظارت بر عملیات و پیاده‌سازی سیستم‌های فتوولتاییک موجود است. فهرسای این استانداردها به شرح زیر است:

- IEC 61194 پارامترهای مشخصات تجهیزات فتوولتاییک مستقل.
- IEC 61702 رده‌بندی نظام‌های جفت شده فتوولتاییک برای پمپ‌ها.
- IEC 61724 نمایش عملکرد سیستم‌های فتوولتاییک، خط مشی برای اندازه‌گیری و تحلیل داده.

- IEC 61727 وسایل فتوولتاییک - تعیین مشخصات وسایل میانجی
- IEC 61683 وسایل فتوولتاییک - شرایط تولید قدرت - روشی برای اندازه‌گیری بازده
- IEC/TR2 61836 نظام‌های انرژی فتوولتاییک خورشیدی - اصطلاحات و نشانه‌ها
- IEC 62124 نظام‌های انرژی فتوولتاییک خورشیدی - صلاحیت طراحی و تعیین نوع
- IEEE 928 معیارهای توصیه شده برای نظام‌های خورشیدی فتوولتاییک زمینی
- IEEE 1373 کارهای توصیه شده برای روش‌های آزمایش میدانی و روش‌هایی برای نظام‌های فتوولتاییک متصل به شبکه

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 14	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



• IEEE 1374 راهنمایی برای امنیت نظام های فتوولتاییک زمینی

استانداردهایی برای دیگر اجزاء و قسمت های نظام های فتوولتاییک: در این قسمت استانداردهایی در زمینه باتری های، اجزاء محافظت از ولتاژ بالا و دیگر بخش هایی که در قسمت بالا به آن های اشاره شده است، موجود است. این استانداردها به شرح زیر است:

• IEC 61173 راهنما، محافظت در مقابل ولتاژ بالا برای نظام های تولید قدرت فتوولتاییک

• IEC 61683 نظام های فتوولتاییک، شرایط توانی، روشی برای اندازه گیری بازده

• IEC 61427 سلول های و باتری های ثانویه برای نظام های انرژی فتوولتاییک - نیازهای

عمومی و روش های آزمایش

• IEEE 1144 تعیین ابعاد باتری های نیکل - کادمیوم صنعتی برای نظام های فتوولتاییک

• IEEE 1145 کارهای توصیه شده برای نصب و مراقبت از باتری های نیکل - کادمیوم برای

نظام های فتوولتاییک.

• IEEE 1361 کارهای توصیه شده برای تعیین بازده مشخصات و مناسب بودن باتری های در

نظام های فتوولتاییک.

استانداردهای ASTM: فهرست استانداردهای آمریکایی ASTM به شرح زیر است:

• ASTM E 927 مشخصات استاندارد شبیه سازی خورشیدی وسایل فتوولتاییک زمینی.

زمستان 1389	مطالعات امکان سنجی مقدماتی طرح های صنعتی
صفحه 15	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



- ASTM E 948 روش آزمایش استاندارد برای بازده الکتریکی سلول‌های فتوولتاییک با استفاده از سلول خورشیدی مرجع زیر نور خورشید شبیه‌سازی شده.
- ASTM E 973 روش آزمایش استاندارد برای تعیین مشخصه خطای طیفی مابین وسیله فتوولتاییک و سلول فتوولتاییک مرجع.
- ASTM E 973M روش آزمایش استاندارد برای تعیین مشخصه خطای طیفی مابین وسیله فتوولتاییک و سلول فتوولتاییک مرجع.
- ASTM E 1021 روش آزمایش برای اندازه‌گیری پاسخ طیفی سلول فتوولتاییک
- ASTM E 1036 روش آزمایش استاندارد برای تعیین عملکرد الکتریکی مدول‌ها و آرایه‌های فتوولتاییک غیر متمرکز کننده با استفاده از سلول مرجع
- ASTM E 1036M روش آزمایش استاندارد برای تعیین عملکرد الکتریکی مدول‌ها و آرایه‌های فتوولتاییک غیر متمرکز کننده با استفاده از سلول مرجع
- ASTM E 1038 روش آزمایش استاندارد برای تعیین مقاومت مدول‌های فتوولتاییک در مقابل تگرگ با ایجاد برخورد با گلوله‌های یخ متحرک
- ASTM E 1040 تشخیص استاندارد برای تعیین مشخصات فیزیکی سلول مرجع فتوولتاییک غیر متمرکز کننده
- ASTM E 1125 روش آزمایش استاندارد برای درجه بندی سلول مرجع فتوولتاییک غیر متمرکز کننده اصلی به وسیله جدول طیفی.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 16	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی





- ASTM E 1143 روش آزمایش استاندارد برای مشخص کردن میزان خطی بودن یک وسیله فتوولتاییک با توجه به یک مشخصه در آزمایش.
- ASTM E 1171 روش آزمایش استاندارد برای مدول‌های فتوولتاییک در شرایط رطوبت و دمای چرخه‌ای
- ASTM E 1328 واژگان استاندارد در ارتباط با تبدیل انرژی خورشیدی فتوولتاییک
- ASTM E 1362 روش آزمایش استاندارد برای درجه بندی سلول‌های مرجع فتوولتاییک  
تانویه غیر متمرکز کننده
- ASTM E 1462 روش آزمایش استاندارد برای مشخص کردن بی‌عیبی عایق‌بندی و اتصال به زمین در مدول‌های فتوولتاییک
- ASTM E 1596 روش‌های آزمایش برای اندازه‌گیری تاثیر شرایط هوایی بر تابش خورشید بر روی مدول‌های فتوولتاییک
- ASTM E 1597 روش آزمایش استاندارد برای تعیین تاثیر آب نمک دار و دما برای روی مدول‌های فتوولتاییک در شرایط دریایی.
- ASTM E 1799 کارهای استاندارد برای بازدید چشمی مدول‌های فتوولتاییک
- ASTM E 1802 روش آزمایش استاندارد برای عایق‌بندی رطوبتی مدول‌های فتوولتاییک
- ASTM E 1830 روش آزمایش استاندارد برای مشخص کردن درستی تجهیزات مکانیکی  
در مدول فتوولتاییک

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 17	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی



معاونت پژوهشی

تلفن همراه

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

- ASTM E 2047 روش آزمایش استاندارد برای عایق بندی رطوبتی آرایه‌های فتوولتاییک
- ASTM E 2236 روش آزمایش استاندارد برای تعیین عملکرد الکتریکی و پاسخ طیفی سلول‌های و مدول‌های فتوولتاییک چند اتصالی غیر متمرکز کننده.
- ASTM G 173 جدول استاندارد برای تابندگی طیفی سلول مرجع در تابش مستقیم و نیم کره‌ای با کجی سطح 37 درجه.

استانداردهای UL: فهرست استانداردهای UL به شرح زیر است:

- UL 1703 استاندارد برای مدول‌های و پنل‌های فتوولتاییک با سطح صاف.
- UL 1741 استاندارد برای معکوس کننده‌ها، تبدیل کننده‌ها و کنترل کننده‌ها برای مصرف در نظام‌های قدرت مستقل.

### استانداردهای فتوولتاییک در ایران

اولین تلاش‌ها در جهت توسعه استانداردها در زمینه فتوولتاییک به سال 1384 باز می‌گردد. در این سال زیر نظر موسسه استاندارد کمیته‌ای به سرپرستی خانم مهندس خدایی‌فرد در زنجان تشکیل شد که در این کمیته از گروه‌های مختلف از جمله افرادی از طرف سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا) دعوت شدند تا استانداردهایی را در این زمینه تدوین کنند. استانداردهایی که توسط این کمیته در سال 84 تدوین شد بر اساس استانداردهای آمریکایی ASTM بود که بعد از تبدیل و بومی سازی به نام استانداردهای

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 18	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی



معاونت پژوهشی

تلفن همراه

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

ملی 6461 شناخته می‌شوند. در سال اخیر با توجه به تصحیحاتی که در استانداردهای جهانی در سال 2007 صورت گرفته و تمایل ایران به همکاری بین‌المللی با موسسات استاندارد جهانی مانند IEC، موسسه استاندارد ایران با همکاری سانا در تلاش است تا کمیته‌ای دیگر در این راستا تشکیل دهد تا استانداردها تدوین شده توسط کمیته فنی TC82 در IEC را بومی سازی کرده و به استانداردهایی ملی تبدیل کند. موسسه استاندارد در تلاش است که در طول این فرایند تعاملی سازنده را با IEC شروع کند تا بتواند در تدوین استانداردهای جدید همکاری کنند. استانداردهایی در سانا و موسسه استاندارد در دست تدوین است تا بتواند روند استاندارد سازی را در رابطه با فناوری فتوولتائیک تسریع کند. از این جمله می‌توان به استاندارد IEC 61730-1 در ارتباط با ایمنی سلول‌های خورشیدی مورد بررسی و تدوین مجدد قرار گرفته است، اشاره کرد.

#### 5-1- بررسی و ارائه اطلاعات لازم در زمینه قیمت تولید داخلی و جهانی محصول

شرکت شارپ که بزرگترین شرکت در حوزه پیل‌های سوختی است هم اکنون تلفن‌های همراه جدیدی با باتری خورشیدی-الکتریکی در بازار ژاپن عرضه کرده است که باتریهای آن علاوه بر جریان برق با انرژی خورشیدی نیز شارژ می‌شود. این تلفن همراه که محصول شرکت شارپ بوده و Solar Hybrid 936SH نام دارد را "سافت بانک" سومین اپراتور تلفن همراه ژاپن در توکیو معرفی کرد. این اولین تلفن همراه دوگانه است که می‌تواند باتریهای خود را علاوه بر اتصال به جریان برق از طریق پانلهای خورشیدی ویژه نیز شارژ کند. این تلفن همراه به تازگی در بازار ژاپن به قیمت

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 19	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



300 یورو عرضه می‌شود. ویژگی اصلی این سامانه امکان شارژ باتریها از طریق پانلهای فتوولتائیک بسیار کوچکی است که روی پوشش آن نصب شده‌اند. 10 دقیقه شارژ خورشیدی دستگاه می‌تواند برای عملکرد این تلفن همراه به مدت دو ساعت در حالت آماده به کار (استند بای) و یک دقیقه مکالمه کافی باشد. همچنین امکان شارژ خودکار دستگاه زمانی که پوشش آن باز است وجود دارد. همانطور که مشخص شد هنوز این محصول به تازگی در بازارهای کشورهای توسعه یافته ای مانند ژاپن حال ورود به بازار است. در کشور ما نیز که نوز این محصول تولید نشده است. از این رو بحث قیمت هنوز برای این محصول زود است.

## 6-1- توضیح موارد مصرف و کاربرد

موارد مصرف و کاربرد سلول‌های خورشیدی در شارژ باتری‌های تلفن همراه بسیار روشن و واضح است و نیاز چندانی به شرح ندارد. به هر حال استفاده از باتری‌های شارژی خورشیدی تلفن همراه مزایای مختلفی به شرح زیر خواهد داشت:

- عدم نیاز به شبکه سراسری برق برای شارژ باتری تلفن
- در دسترس بودن تلفن همراه در مناطق دور افتاده
- سازگاری با محیط زیست، محیط زیست را آلوده نمی‌کند
- بدون آلودگی صوتی یا منابع دیگر تولید برق مانند آب.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 20	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



با توجه به مزایای ذکر شده، تلفن همراه که توسط خورشید شارژ می‌شود، امکان شارژ بدون اتصال به شبکه سراسری برق را خواهد داشت و به ویژه برای کسانی که جابجایی زیادی در فعالیت‌های خود دارند، مزایای زیادی را ایجاد خواهد کرد. این مزیت در حدی است که می‌تواند بخشی از بازار مصرف‌کنندگان تلفن همراه که به ویژه مصرف‌کنندگانی هستند که در نقاط دور از شهر هستند، را به نفع تولیدکننده این محصول متحول نماید و مزایای رقابتی مختلفی را برای تولیدکنندگان ایجاد کند. از طرف دیگر این فناوری به عنوان یک فناوری مادر محسوب شده و طیف زیادی از محصولات جانبی یا اصلی را می‌توان با این محصول ارائه کرد. این مزایا و کاربردهاست که باعث شده صنایع مرتبط با فناوری مولدهای خورشیدی رشد و توسعه مستمری داشته باشند. در دهه گذشته تجارت مرتبط با PV ها رشدی معادل 33% را تجربه کرده است. برای دهه آینده در این صنایع، رشد سالانه 30% تخمین زده شده است. بعد از سال 2015 این رشد با شیب ملایم‌تری ادامه خواهد داشت. با پیشرفت‌های فناوری و کاهش قیمت تمام‌شده محصولات، رشد بیشتری را در این تجارت شاهد بوده و با افزایش تولید، زمینه برای موقعیت‌های شغلی بیشتر و صادرات ایجاد خواهد شد. به این ترتیب انرژی خورشیدی می‌تواند با یک رشد فناوری محور پیشرفته منافع زیادی را نصیب اقتصاد ملی کند.

#### 7-1- بررسی کالاهای جایگزینی و تجزیه و تحلیل اثرات آن بر مصرف محصول

امروزه با پیشرفت تکنولوژی می‌توان جایگزین مختلفی برای باتری‌های شارژی خورشیدی در نظر گرفت. برای مثال هم‌اکنون باتری‌هایی وجود دارند که می‌توانند برای شارژ باتری تلفن همراه در

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 21	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی



معاونت پژوهشی

تلفن همراه

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

مکان‌هایی که دسترسی به شبکه سراسری برق یا منبع دیگری مانند باتری ماشین نیست، استفاده شوند. یا اینکه باتری‌های خورشیدی وجود دارد که با خورشید و حتی با برق شارژ می‌شود و در زمانی که دسترسی به منبع برق نیست، می‌توان از آنها برای شارژ تلفن همراه استفاده کرد. اما استفاده از باتری شارژ خورشیدی در گوشی همراه که هم با برق و هم با خورشید شارژ شود، سطح دیگری از فناوری است و مزایا و کاربردهایی که دارد، قابل مقایسه با باتری‌ها یا موارد مشابه آن نیست. زیرا در این موارد حتماً باید غیر از گوشی تلفن همراه باتری یا ملزومات آن را همراه داشته باشید. اما در گوشی همراه با باتری شارژی خورشیدی خود گوشی دارای سلول فتوالکتریک است و نیازی به همراه داشتن وسایل جانبی دیگری نیست.

همه جا در دسترس بودن بدون همراه داشتن وسایل دیگر و محاسن دیگر استفاده از انرژی خورشید که اشاره شد، مزیت‌های رقابتی عمده‌ای محسوب می‌شود و روشن است که روش‌های جایگزین در صورت تولید انبوه و رفع چالش‌های تکنولوژیک باتری‌های شارژی خورشیدی توان رقابت نخواهند داشت.

### 8-1- اهمیت استراتژیکی کالا در دنیای امروز

محصول مورد بررسی با توجه به جایگزین موجود جزء محصولات استراتژیکی به حساب نمی‌آید ولی با توجه به نیاز جامعه برای شارژ باتری به ویژه برای مکان‌هایی که امکان دسترسی فوری به منبع الکتریکی نیست، ضروری محسوب می‌گردد.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 22	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## 9-1- کشورهای عمده تولید کننده و مصرف کننده محصول

تولید باتری شارژی خورشیدی برای تلفن همراه یک صنعت وابسته به تولید سلول‌های خورشیدی است و داده‌های فناوری آن مانند اطلاعات تولید کننده‌ها، سطح فناوری مورد نیاز و مانند آن یکسان می‌باشد. از طرف دیگر با توجه به اینکه هنوز باتری خورشیدی شارژ تلفن همراه به عنوان یک محصول شناخته شده وارد بازار نشده است، عملاً برای شناخت مصرف کنندگان آن باید از بازارهای مشابه سلول‌های خورشیدی استفاده کرد. البته می‌بایست بازار تلفن همراه و ویژگی‌های این گوشی‌ها را نیز در نظر گرفت.

اطلاعات دقیقی در مورد بازار باتری شارژی خورشیدی تلفن همراه در دسترس نیست اما اطلاعات نسبتاً دقیقی از بازار سلول‌های خورشیدی در جهان وجود دارد. با اغماض می‌توان تشابهاتی بین روندهای دو بازار باتری شارژی خورشیدی تلفن همراه و بازار سلول‌های خورشیدی در نظر گرفت. البته روشن است که بازار باتری شارژی خورشیدی تلفن همراه هم از نظر کیفی و هم کمی بسیار کوچکتر از بازار سلول‌های خورشیدی باشد و مشتریان آن نیز متفاوتند. اما شبیه بودن روند این دو بازار از حیث فناوری و اقبال عمومی به این فناوری منطقی به نظر می‌رسد. اما روشن است که مطالعه دقیق بازار می‌تواند جوابگوی بهینه‌باشد. با این رویکرد برای شناخت کشورهای تولید کننده و مصرف کننده محصول به وضعیت سلول‌های خورشیدی در کشورها پرداخته می‌شود.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 23	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی

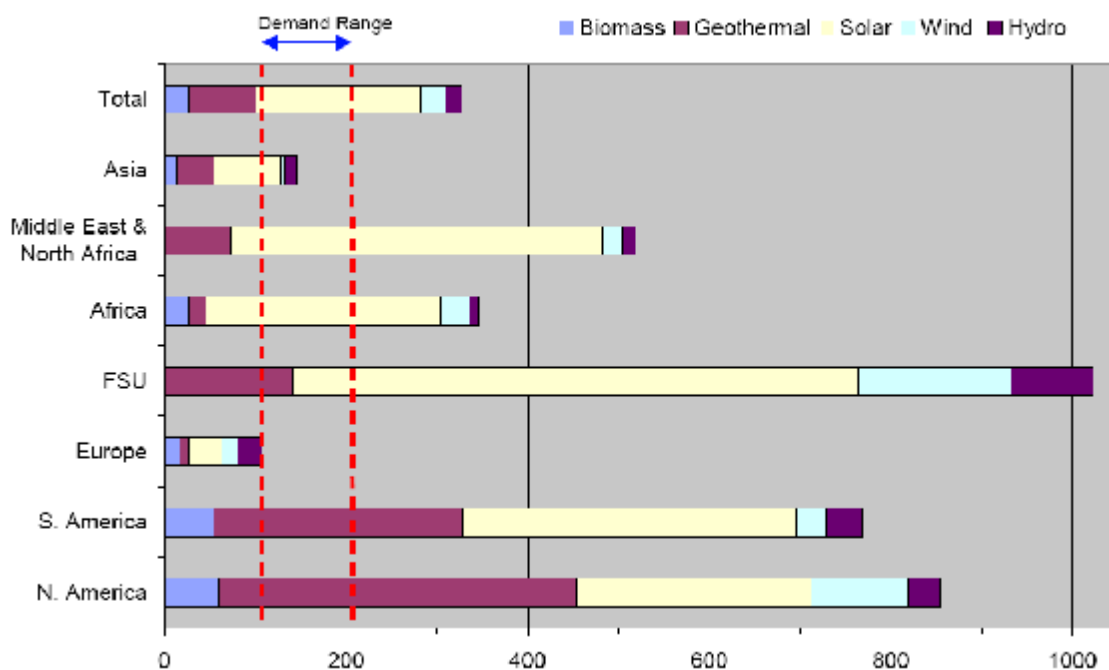


معاونت پژوهشی

تلفن همراه

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

قبل از بررسی کشورهای تولید کننده و مصرف کننده لازم است مشخص شود آیا انرژی خورشیدی برای شارژ در دسترس اغلب مردم جهان وجود دارد یا خیر. شکل زیر پتانسیل موجود در قاره‌های مختلف برای استفاده از منابع تجدیدپذیر از جمله خورشید را مشاهده می‌کنید. همان‌طور که می‌بینید مهم‌ترین منابع تجدیدپذیر در دسترس ما انرژی خورشید است که تقریباً در اکثر نقاط زمین به وفور قابل یافت می‌شود. اعداد و ارقام نمودار این نکته را به خوبی روشن می‌کند که اولاً پتانسیل عظیمی در استفاده از انرژی خورشیدی وجود دارد و ثانياً در اکثر مناطق کره زمین نور خورشید به وفور در دسترس مردم است.



همانطور که در شکل می‌بینید پتانسیل موجود در اکثر قاره‌ها برای استفاده از انرژی خورشید به وفور قابل یافتن می‌شود. یعنی بازار باتری‌های شارژی خورشیدی تلفن همراه می‌تواند در اکثر مناطق زمین مورد استفاده قرار گیرد.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 24	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی





## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی



معاونت پژوهشی

تلفن همراه

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

از مهمترین کشورها در این عرصه ژاپن است. تا قبل از ورود ژاپن به عرصه تولید سلول‌های خورشیدی در سال 1997، رشد جهانی تولید سلول‌های خورشیدی حدود 10% در سال بود اما پس از ورود ژاپن این رشد به بیش از 30% در سال رسید. تولید PV در ژاپن بسیار سریع افزایش یافته است. انجمن انرژی PV ژاپن (JPEA) اطمینان دارد که این بازار همچنان به رشد خود ادامه خواهد داد. 7 شرکت تولیدکننده ژاپنی در صدر آمار فروش بین‌المللی فهرست شده‌اند. این شرکت‌ها حدود 47% از سلول‌های خورشیدی فروخته شده را در سراسر جهان در سال 2005 تولید کرده‌اند. غیر از ژاپن کشورهای اروپایی، آمریکا، چین، کره و ... نیز در این زمینه فعالیت‌های گسترده‌ای انجام داده‌اند.

بازار سلول‌های خورشیدی به سرعت در حال رشد است. این رشد در سال 2003 تا سال 2004 دارای افزایش 64% در تأسیسات مربوطه بوده است. باید توجه داشت که در سال 2002 این افزایش تقریباً 32% بوده است. یعنی در فاصله بین سالهای 2000 تا 2003 نرخ افزایش در رشد بازار دو برابر شده است. بازار سلول‌های خورشیدی 5% از سهم بازار جهانی انرژی را در سال 2003 به خود اختصاص داد. بازار تولید انرژی توسط سلول‌های خورشیدی در دست سه کشور آلمان، ژاپن و آمریکا است. درآمدهای حاصل از انرژی خورشیدی در سال 2005 بین 3 تا 4 میلیارد دلار تخمین زده شده است. شرکت‌های Shell Solar, BP Solar, Kyocera, Sharp در حال حاضر 50% از سهم بازار سلول‌های خورشیدی را به خود اختصاص داده‌اند در 5 سال گذشته متوسط نرخ رشد این صنعت بیش از 40% بوده است که نشان از جذابیت بالای سرمایه‌گذاری صنعتی دارد. در گزارشی که سال 2004 توسط یک موسسه تحقیقاتی معتبر منتشر شد پیش‌بینی شده صنعت PV دارای پتانسیل توسعه از 5.6

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 25	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی

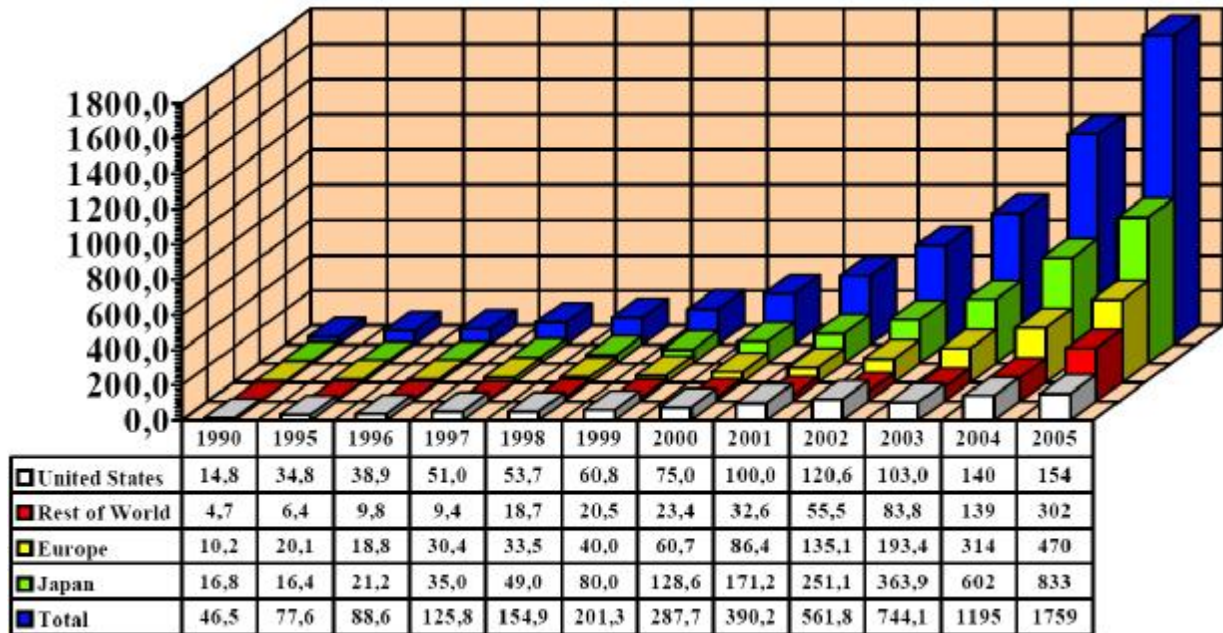


میلیارد یورو به 24 میلیارد یورو تا سال 2010 می‌باشد. حتی بعضی از پیش‌بینی‌ها گردش مالی 40 میلیارد یورو را تخمین زده‌اند.

در اکتبر 2005 برنامه سامانه‌های مولد PV گزارش داد تا پایان سال 2004 اشتغال‌زایی مستقیم از صنعت PV در کشورهای عضو این برنامه به 50 هزار نفر رسیده که بیشترین رشد مربوط به آلمان و آمریکا می‌باشد. با توجه به رشد صنعت در این کشورها در کنار دیگر کشورها همانند چین و هند، با تقریب مناسبی می‌توان گفت 70 هزار نفر در این صنعت مشغول به کار هستند که این رقم دو برابر تخمین انجمن صنایع PV اروپا در سال 2003 می‌باشد. از آنجا که حدود 90% تولیدات این حوزه شامل فناوری سیلیکن بلوری می‌باشد، افزایش ظرفیت تولید برای این فناوری به همین میزان نیز مورد نیاز است. مهمترین مزیت این فناوری این است که خط تولید کامل آن را می‌توان در یک بازه زمانی کوتاه خریداری، نصب و راه‌اندازی کرد. این یک بازار ساختاریافته با کارایی کافی برای یک دوره 20 ساله است و از ریسک سرمایه‌گذاری پایین با نرخ ROI بالا برخوردار می‌باشد. در نمودار زیر میزان تولید جهانی سلول و مدول در سالهای اخیر به تفکیک حوزه‌های جغرافیایی تشریح شده است. نمودار رشد‌نمایی صنعت در این حوزه را به تصویر کشانده است.

در اروپا در سال‌های 2004 و 2005 آلمان بزرگترین مصرف‌کننده این سلول‌ها بوده و بعد از آن اسپانیا و فرانسه در جایگاه بعدی قرار داشتند. آلمان در تولید سلول‌های خورشیدی در اروپا جایگاه ویژه‌ای دارد و سایر کشورهای اروپایی به عنوان واردکننده سلول‌های خورشیدی مطرحند.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 26	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



در نمودار میزان تولید جهانی سلول و مدول در سالهای اخیر به تفکیک حوزه‌های جغرافیایی تشریح شده است. نمودار رشد نمایی صنعت در این حوزه را به تصویر کشانده است.

اما توسعه فناوری در آینده می‌تواند جهت این معادله را تغییر دهد. شواهد و قرائن دال بر این است که در آینده نه‌چندان دور سلول‌های با فناوری لایه نازک جایگزین سلول‌های با فناوری با پایه ویفر (Wafer Based) خواهد شد.

در بخش توسعه و تحقیقات در این حوزه با روش رجوع به خبرگان در اتحادیه اروپا تلاش شد بهترین راه رسیدن به پیشرفتهای این حوزه بررسی شود. 22 کارشناس انتخاب شده خبره عنوان کردند که حمایت بیشتر از پروژه‌های R&D مشترک کوچک‌تر بهتر از پروژه‌های کم و در عوض وسیع برای

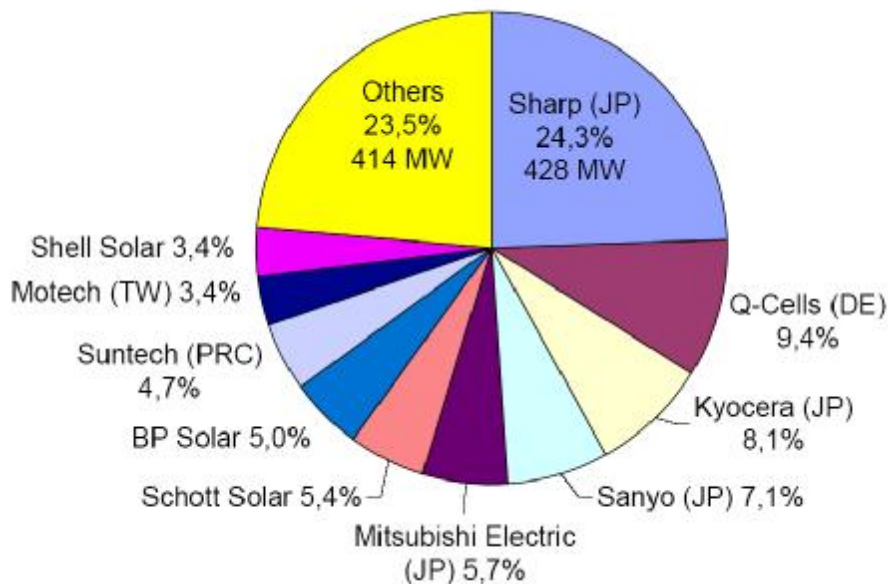
زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 27	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



گروه‌های مختلف بصورت مشترک است. در نظر سنجی کارشناسان بر این عقیده بودند که بیشتر شرکت‌های بزرگی که به پیشرفت PV کمک کرده‌اند شرکت‌های آمریکایی و ژاپنی هستند.

### شرکتهای فعال بین‌المللی دارای فناوری تولید باتری شارژی خورشیدی تلفن همراه

همانطور که مطرح شد توانمندی فناوریانه تولید باتری شارژی خورشیدی تلفن همراه در فاز اول در اختیار شرکتهای تولیدی سلول‌های خورشیدی است. بدیهی است آن شرکتهای می‌بایست تغییراتی در سلول‌ها تعبیه کنند تا بتوان از آنها در تلفن همراه استفاده کرد. از این رو اطلاعات در دسترس از شرکتهای سازنده پیل‌های خورشیدی است که ارایه میشود. در نمودار زیر سهم بازار شرکتهای بزرگ دنیا مشخص شده است.



سهم بازار 10 شرکت برتر تولیدکننده PV در دنیا. همانطور که دیده میشود فناوری و بازار عملاً انحصار تعداد محدودی شرکت قرار دارد.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 28	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



در حال حاضر شرکت‌های ژاپنی در عرصه تجارت سلول‌های خورشیدی مقام اول را در دنیا به خود

اختصاص داده‌اند که به ترتیب مقام عبارتند از :

- شارپ
- کیوسرا
- سانپو
- میتسوبیشی
- شرکت Kaneka Solartech
- شرکت صنایع سنگین (MHI) Mitsubishi
- شرکت Canon
- شرکت Fuji Electric
- شرکت Hitachi
- شرکت Honda
- شرکت Matsushita Ecology Systems
- شرکت Showa Shell Sekiyu
- شرکت (Kobelco) Kobe Steel
- شرکت MSK

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 29	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



- شرکت Daiwa House
- شرکت Misawa Homes
- شرکت Sekisui Heim
- شرکت PanaHome
- شرکت Tokuyama
- شرکت Mitubishi Materials

در ادامه جدول مهم‌ترین تولیدکننده‌های PV در اروپا ارائه شده است.

#### تعدادی از مهم‌ترین تولیدکننده‌های PV در اروپا

نام شرکت	کشور	سال	فناوری
ANTEC Solar Energy	آلمان	2003	لایه نازک
CSG Solar Energy	آلمان	2004	سیلیکن بلوری
ErSol Solar Energy	آلمان	199	تک بلوری و بس بلوری و لایه نازک
Isofoton	اسپانیا	1985	صفحه تخت متمرکز کننده گالیم آرسناید
Photowatt	بلژیک	1979	سلول‌های خورشیدی ماتریسی (شبکه)
Q-Cells	آلمان	1999	بلور سیلیکونی و لایه نازک

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 30	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی



معاونت پژوهشی

تلفن همراه

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

بلور سیلیکن و لایه نازک	2000	آلمان	Schott Solar
-------------------------	------	-------	--------------

شرکت‌هایی که در جدول فوق نام برده شده‌اند تولید کنندگان عمده و مهم PV در اروپا هستند و شرکت‌های بسیار دیگری نیز در این زمینه فعالند. همان‌طور که قابل مشاهده است اغلب شرکت‌های پیشرو به سمت فناوری لایه نازک تمایل پیدا کرده‌اند و این فناوری در چند سال آینده مهم‌ترین فناوری در صنعت PV دنیا خواهد بود.

### شرکت‌های فعال در کشور چین و تایوان

در بخش ذیل اسامی تعدادی از نقش‌آفرینان بازار PV در چین و تایوان ارائه شده‌اند. ادعایی مبنی بر کامل بودن این فهرست وجود ندارد، اما به هر حال نمونه‌ای از تلاش‌های گسترده انجام شده است.

- شرکت Motech Solar
- شرکت E-TON Solartech
- شرکت Big Sun Energy
- شرکت Delsolar
- شرکت Gintech
- شرکت فناوری انرژی سبز (GET)
- Mosel Vitelic Inc
- شرکت Sinonar

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 31	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



معاونت پژوهشی

مطالعات امکان سنجی مقدماتی

تولید باتری شارژی خورشیدی

تلفن همراه



شرکت شهرک های صنعتی تهران

- Neo Solar
- Solartech Energy
- شرکت Suntech Power
- شرکت Shenzhen Topray Solar
- شرکت Baoding Tianwei Yingli New Energy Resources
- شرکت CEEG Nanjing PV-tec
- شرکت سهامی Bengbu Polar Beam
- شرکت سهامی Jiangsu Linyang Solarfun
- شرکت سهامی NingBo Solar Electric Power
- شرکت علم و فناوری انرژی خورشیدی Shangha
- شرکت بین المللی تولید کننده نیمه هادی (SMIC)
- شرکت Solar EnerTech
- شرکت علم و فناوری انرژی خورشیدی Wuxi Shangpin
- شرکت سهامی فتوولتائیک Yunnan Tianda
- Shanghai Topsun
- شرکت سهامی انرژی خورشیدی Shenzhen Sun-Moon-Circle (Sumoncle)
- شرکت سلول خورشیدی Tianjin Jinneng : a-Si

زمستان 1389	مطالعات امکان سنجی مقدماتی طرح های صنعتی
صفحه 32	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی





• شرکت Jianxi LDK Solar Hi-Tech

اسامی شرکت‌های تولید کننده سیلیکن در چین به شرح زیر است:

• کارخانه مواد نیمه‌هادی EMEI

• شرکت سیلیکن تک‌بلوری Luoyang

• شرکت سهامی فناوری برتر سیلیکن Luoyang

• شرکت سهامی مواد Luoyang Zhonggui

• شرکت سهامی فناوری سیلیکن Sichuan Xinguang

• شرکت سهامی Wangxiang Guifeng Electronics

• شرکت سهامی فناوری الکترونیک Xi'an Lijing

### شرکت‌های داخلی عمده تولید کننده و مصرف کننده محصول

متولی بحث انرژی خورشیدی و صنعت PV در کشور سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر (سانا) می‌باشد که

در ادامه شرح وظایف و پروژه‌های اجرا شده توسط این مجموعه معرفی شده است. همچنین تنها تولید

کننده مدولهای PV در کشور کارخانه کابل‌های مخابراتی شهید قندی می‌باشد.

با توجه به لزوم جایگزینی بلامنازع انرژی‌های نو با انرژی‌های متداول، معاونت امور انرژی وزارت نیرو در

سال 1374 بر آن شد تا فعالیتهای خود را در زمینه های یاد شده در سازمان انرژی‌های نو ایران متمرکز

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 33	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی



معاونت پژوهشی

تلفن همراه

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

نماید و در اسفند ماه 1378 بر اساس مصوبه هیأت محترم وزیران، سازمان انرژی‌های نو ایران بصورت صددرصد تشکیل گردید. دفتر طرح‌های خورشیدی سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا) با اهدافی همچون گسترش فرهنگ استفاده از انرژی خورشیدی و بومی نمودن فناوری آن در داخل کشور و نیز احداث نیروگاه‌های پایلوت خورشیدی جهت مطالعات و تحقیقات لازم در جهت وارد کردن فناوری و صنعت ساخت این نیروگاه‌ها به داخل کشور، فعالیت‌های گسترده‌ای را انجام داده است.

مأموریت سانا عبارت است از کمک به پایدار سازی و تنوع بخشی منابع انرژی و صیانت از محیط زیست و منابع انرژی تجدید ناپذیر کشور از طریق مدیریت منابع تجدید پذیر انرژی و مدیریت گسترش تولید و مصرف انرژی‌های نوین در کشور با تمرکز بر حداکثر سازی مشارکت بخش خصوصی.

تحقق مأموریت از طریق انجام فعالیت‌های محورهای مانند مشارکت فعال در ایجاد و مدیریت بازار تضمین شده برای تولید کنندگان انرژی‌های نو در کشور، تدوین استراتژی‌های توسعه تکنولوژی در زمینه انرژی‌های نو و تعیین اولویت‌های تحقیقاتی در حوزه انرژی‌های نو به منظور حمایت از مراکز تحقیقاتی و تولیدی در جهت توسعه تکنولوژی‌های مربوطه و ردیابی تحولات تکنولوژی در حوزه انرژی‌های نو و آگاه سازی مرکز تحقیقاتی و تولیدی کشور از دست آوردهای آن و فراهم کردن بستر لازم برای انتقال، جذب و صدور تکنولوژی مربوط به انرژی‌های نو و حمایت از بنگاه‌ها در استفاده و تجاری سازی آن‌ها صورت می‌گیرد.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 34	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی



معاونت پژوهشی

تلفن همراه

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

پروژه‌های سانا بیشتر حول تولید برق برای مصارف خانگی و صنعتی بوده است و کمتر به دنبال تولید باتری شارژی تلفن همراه فعالیت را تعریف کرده است. سانا چندین پروژه نیروگاه خورشیدی PV واقع در دربید یزد، سرکویر معلمان سمنان، طالقان و پروژه روشنایی PV برق منطقه‌ای زنجان، تبریز و قزوین و مانند آن را در کشور مدیریت و اجرا کرده است. تمامی این پروژه‌ها با دستاوردهایی همچون کسب دانش فنی در زمینه ساخت سامانه‌های PV متصل به شبکه، افزایش توان علمی داخلی، امکان تأمین برق از سایر منابع انرژی و فعال‌سازی دانشگاه‌ها و ایجاد مشارکت آن‌ها در انجام پروژه‌های تحقیقاتی با موفقیت به کار خود پایان داده‌اند.

نکته مهم این است که اکثر این فعالیت‌ها اگرچه با دانش بومی انجام شده است اما مجریان بیشتر مبتنی بر سازوکار دولتی بوده‌اند. لذا لازم است شرکت‌های خصوصی ایرانی قوی در این زمینه باید شکل بگیرند. از طرف دیگر همانطور که اشاره شد تمامی این فعالیت‌ها برای تولید برق خانگی و صنعتی انجام شده است و کمتر بر فرایندی مانند باتری شارژی خورشیدی متمرکز شده است. اما مشخص است که مبنای فناوری در کشور بالقوه وجود داشته و در صورت فراهم شده امکانات لازم بالفعل خواهد شد.

### 10-1- شرایط صادرات

با توجه به اینکه هنوز این محصول تولید نشده و فناوری آن نیز در دسترس نمی‌باشد، ورود به مقوله صادرات بی‌معناست. اما آنچه مشخص است این است که بازار صادراتی این محصول از دو منظر قابل

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 35	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



بررسی است. در منظر اول خود این محصول صادر شده تا شرکت‌های تولید کننده تلفن همراه از این محصول در تلفن های خود استفاده کنند. این رویکرد با توجه به شرایط کشور و وضعیت فناوری بالای شرکت‌های تولیدی تلفن همراه تقریباً متفی است. رویکرد دیگر استفاده از این باتری ها در گوشی های ایرانی و صادرات گوشی همراه است. این منظر نیز با توجه به حضور شرکت‌های بزرگ بین المللی در بازار گوشی همراه روندی سخت و طاقت فرسایی خواهد داشت. مگر در بعضی از کشورهایی که به بنا به دلایلی ایران میتواند رد آن کشورها محصولات خود را ارایه نماید مانند سوریه و ونزوئلا. در این کشورها نیز بازارها به سختی در اختیار گوشی همراه ایرانی قرار خواهد گرفت. به نظر می رسد در دوره کوتاه مدت و میان مدت چند ساله نمی توان سهم چندانی برای برای بازار خارج از کشور در نظر گرفت.

## 2- وضعیت عرضه و تقاضا

تقاضای بالقوه مناسبی و محدودی برای این محصول وجود دارد. اما هنوز عرضه ای در این حوزه صورت نگرفته است. یک نکته مهم در مورد تقاضای تلفن همراه سلیقه های مصرف کنندگان و نوگرایی و تنوع بازار است. به هر حال طیفی از مصرف کنندگان از منظر فرهنگی علاقمند به خرید گوشی همراه در بازه های زمانی مختلف هستند که بسیار هم نوگرا می باشند و اگر محصول جدیدی ارایه شود علاقمند به خرید آن و نمایش به دوستان و دیگران خواهند بود. لذا بازار بالقوه ای در این حوزه وجود دارد اما هنوز در زمینه فناوری به این دانش فنی در کشور دست نیافته ایم.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 36	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی



معاونت پژوهشی

تلفن همراه

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

البته شرکتهای تولیدی گوشی همراه ایرانی مانند GLX می‌توانند با همکاری شرکتهای بزرگ خارجی باتری خورشیدی برای شارژ را از شرکتهای بزرگ فعال در حوزه باتری خورشیدی تهیه کنند. این کار بنا به دلایل مختلف در شرایط فعلی بهتر و مقرون به صرفه تر از تولید باتری در ایران باشد.

**2-1- بررسی ظرفیت بهره‌برداری و روند تولید طی پنج سال گذشته تا کنون و محل واحدها و تعداد آنها و سطح تکنولوژی واحدهای موجود، ظرفیت اسمی، ظرفیت عملی، علل عدم بهره‌برداری کامل از ظرفیت‌ها، نام کشورها و شرکتهای سازنده ماشین‌آلات مورد استفاده در تولید محصول**

واحد تولیدی در این زمینه در کشور موجود نیست. در ایران پیل‌های خورشیدی متنوع و مختلف زیادی در بخش‌های تامین برق خانگی و صنعتی استفاده شده است. توان تولیدی کشور در این حوزه بیشتر شهید قندی است که آن نیز پیل‌های صنعتی را تولید میکند و در مورد باتری شارژی خورشیدی تلفن همراه فعالیتی انجام نداده است.

**2-2- بررسی وضعیت طرح‌های جدید و طرح‌های توسعه در دست اجرا (از نظر تعداد، ظرفیت، محل اجراء، میزان پیشرفت فیزیکی و سطح تکنولوژی آنها و سرمایه‌گذاری‌های انجام شده اعم از ارزی و ریالی و مابقی مورد نیاز)**

مراجعه به مرکز اطلاعات و آمار وزارت صنایع، آمار و اطلاعاتی مربوط به طرح‌های که در سال‌های گذشته در این حوزه بوده است وجود ندارد.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 37	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



### 3-2- بررسی روند واردات محصول در طی 5 سال گذشته (چقدر از کجا)

همانطور که اشاره شد این محصول به تازگی در حال وارد شدن به بازارهای کشورهای توسعه یافته مانند ژاپن است و تولید صنعتی زیادی نیز انجام نشده است. لذا تاکنون وارداتی در کشور انجام نشده است.

### 4-2- بررسی روند مصرف در طی 5 سال گذشته

همانطور که اشاره شد هنوز شرکت تولیدی در این زمینه وجود ندارد و روند مصرف نیز معنایی ندارد.

### 5-2- بررسی روند صادرات محصول طی 5 سال گذشته و امکان توسعه آن (چقدر به

کجا صادر شده است)

با توجه به اینکه هنوز تولیدی انجام نشده است، صادرات نیز نشده است. بنظر میرسد این حوزه پتانسیل بالقوه ای برای صادرات در بعضی مناطق جغرافیایی به ویژه کشورهای همسایه داشته باشد. به ویژه شرایط کشورهای همسایه به گونه ای است که آفتاب به راحتی در دسترس است. اما چالش اصلی همان ورود به بازار است که شرکتهای بزرگ آن را تصاحب خواهند کرد.

### 6-2- بررسی نیاز به محصول با اولویت صادرات تا پایان برنامه چهارم

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 38	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



نیاز به این محصول محدود اما مشخص است. البته همانطور که اشاره شد میزان نیاز بسته به قیمت تمام شده است از این رو در گرو میزان حمایت دولت در مراحل مختلف است. با توجه به این نکات تخمین صحیحی از نیاز آتی کشور به این محصول نمیتوان داشت اما واضح است که با روند فعلی نمیتوان انتظار خارق العاده ای داشت.

### 3- بررسی اجمالی تکنولوژی و روش های تولید و عرضه محصول در کشور و مقایسه آن با دیگر کشورها

در ایران که باتری شارژی خورشیدی تلفن همراه تولید نمی شود. در دنیا چند شرکت مانند شارپ در ابتدای راه تولید آن هستند. برای بررسی فناوری آنها در ابتداء توضیحات کلی ارایه شده و سپس تعدادی از پتنتهای مرتبط بررسی می شود. پتنت ها نماد فناوری آنها هستند و در جایی که اطلاعات دقیقی از فناوری شرکتها نیست، آنها کمک شایانی می کنند.

امروزه از عدسی ارزان قیمت "فرنل" برای تمرکز نور بر روی سلول خورشیدی کوچک (به جای بلور سیلیسیوم) استفاده می شود. مجموعه پنل ها یا مدول ها (مجموعه چند سلول خورشیدی در کنار هم) یک آرایه خورشیدی را تشکیل می دهند. سلولهای خورشیدی از دیوهای نوری ساخته می شوند. این دیوهای نوری نیز از مواد نیمه هادی ساخته شده اند که بین دو صفحه الکتریکی هادی قرار گرفته اند. نور از صفحه بالایی عبور می کند و بعد از گذر از قسمت نیمه هادی تولید حفره و الکترون می کند که این حفره ها و الکترون ها به سمت صفحات مختلف حرکت کرده و این حرکت تولید جریان الکتریکی

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 39	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی

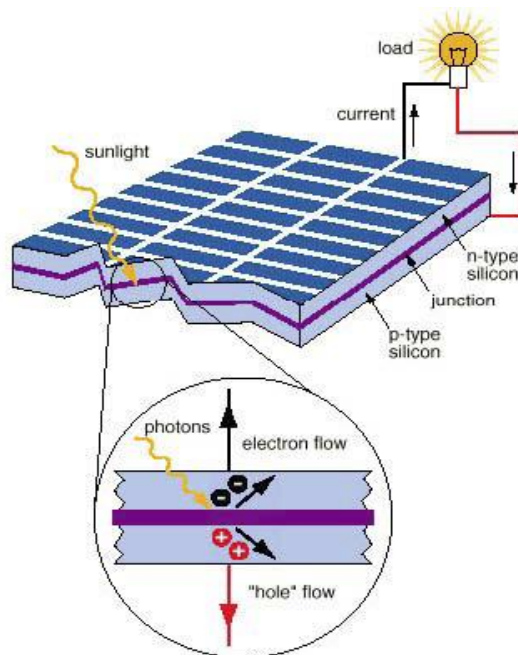


معاونت پژوهشی

تلفن همراه

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

می‌کند. در حقیقت وقتی نور خورشید از لایه بالایی عبور می‌کند، توسط نیمه هادی جذب می‌شود و الکترون و حفره تولید می‌کند. که هر کدام از الکترون‌ها و حفره‌ها به سمت یک الکتروود حرکت می‌کنند. زمانی که یک سلول خورشیدی به یک وسیله الکتریکی مانند لامپ وصل می‌شود برق DC تولید می‌شود (شکل زیر). الکترون‌ها و حفره‌ها توسط دیود جدا شده و این بارها باعث برقراری جریان در مدار می‌شوند. سلول‌های خورشیدی به صورت مدول‌ها و آرایه‌های بزرگ مجتمع می‌شوند تا بتوانند الکتریسیته لازم را تولید کنند.



سلول‌های خورشیدی از دیودهای نوری ساخته می‌شوند. این دیودهای نوری نیز از مواد نیمه هادی ساخته شده‌اند که بین دو صفحه الکتریکی هادی قرار گرفته‌اند. همانطور که در شکل دیده می‌شود نور از صفحه بالایی عبور می‌کند و بعد از گذر از قسمت نیمه هادی تولید حفره و الکترون می‌کند که این حفره‌ها و الکترون‌ها به سمت صفحات مختلف حرکت کرده و این حرکت تولید جریان الکتریکی می‌کند. در حقیقت وقتی نور خورشید از لایه بالایی عبور می‌کند، توسط نیمه هادی جذب می‌شود و الکترون و حفره تولید می‌کند. زمانی که یک سلول خورشیدی به یک وسیله الکتریکی مانند لامپ وصل می‌شود برق DC تولید می‌شود.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 40	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی





طیف نوری که سلول های خورشیدی می توانند جذب کنند به ساختار مواد به کار گرفته شده در ساختمان سلول ها بستگی دارد اما تمام این مواد تنها مولکول هایی با انرژی کم و یا یک طول موج مشخص را جذب می کنند. در حال حاضر کار بر روی سلول های خورشیدی آلی (ارگانیک)، سلول های خورشیدی حساس به رنگ و سلول هایی با ساختار نانو بسیار مورد توجه قرار گرفته است و امیدهای بسیاری را برای کاهش قیمت و افزایش بازده در آینده ای نه چندان دور ایجاد نموده است.

یک ابزار و وسیله الکترونیکی که در سامانه های PV برای استفاده در شارژ باتری تلفن های همراه غالب و برجسته هست کنترل کننده های بار در سامانه های مستقل با باتری است. البته در PV مورد استفاده شهری بحث متناوب ساز (اینورتور) برای تولید جریان AC از DC نیز مطرح است اما برای استفاده در شارژ باتری نیازی به جریان متناوب نیست.

کنترل کننده های بار عمر باتری ها را افزایش می دهند و از آنجایی که باتری ها بخش گران قیمتی از سامانه را تشکیل می دهند، کنترل کننده های بار باید از کیفیت عملیاتی مناسبی برخوردار باشند. با این حال عمر باتری ها در سامانه های PV محدود است و تعویض آن ها یکی از دلایل اصلی برای هزینه بالای چرخه عمر سامانه های مستقل است. باتری های بهینه شده و پیشرفته تر یک سود واقعی برای نصب کنندگان سامانه های PV محسوب می شوند.

برای استفاده در شارژ باتری تلفن های همراه می بایست از سامانه های فتوولتائیک هیبریدی استفاده کرد. منظور از سامانه های فتوولتائیک هیبریدی سامانه هایی است که از چند منبع تغذیه برای تامین

زمستان 1389	مطالعات امکان سنجی مقدماتی طرح های صنعتی
صفحه 41	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی



شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

تلفن همراه

معاونت پژوهشی

انرژی الکتریکی مورد نیاز استفاده می‌گردد و سامانه فتوولتائیک یکی از منابع تغذیه اصلی می‌باشد. برای مثال میتوان از شبکه سراسری برق نیز به عنوان یکی دیگر از جمله منابع تأمین کننده انرژی استفاده کرد.

سلول‌های خورشیدی اولیه از نیمه هادی‌های سیلیکونی ساخته می‌شدند و این فناوری هم‌اکنون نیز در حال استفاده است. سلول‌های خورشیدی بلوری در انواع و اشکال متفاوت خود (تک بلوری (CZ-Si)، چند بلوری (mc-Si)، نواری شکل) بیش از 90% از سهم بازار را به خود اختصاص داده‌اند و بقیه سهم بازار نیز مختص فناوری لایه نازک (بطور عمده سیلیکن بی شکل (a-Si)) بوده است.

تمام فناوری‌های سیلیکن بلوری به تأمین ویفرها (ویفرهای سیلیکونی) و صفحه‌های سیلیکونی با ضخامت یک سوم میلیمتر نیاز دارد. هزینه ساخت و تأمین ویفرهای سیلیکونی قسمت اساسی از کل هزینه‌های تولید سلول‌های خورشیدی را تشکیل می‌دهد. بنابراین کاهش هزینه‌های تولید این ویفرها یک چالش واقعی برای صنعت سلول‌های خورشیدی است.

در مورد فناوری سیلیکن بلوری هم‌اکنون تولید در سطح وسیعی است و صنعت تأمین تجهیزات لازم برای این منظور قادر است تا خطوط تولید کاملی را عرضه کند. فناوری لایه نازک هنوز در مراحل آزمایشی است و بخش صنعتی به آرامی سرمایه‌گذاری در کارخانه‌های تولیدی در مقیاس‌های بزرگ را آغاز کرده است. یکی از چالش‌های اساسی در حوزه این فناوری نیاز به تجهیزات و تأسیسات با بازده بالا برای تولید در حجم بالا می‌باشد.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 42	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی



معاونت پژوهشی

تلفن همراه

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

از آنجایی که هزینه مواد مصرفی قسمت عمده‌ای از کل هزینه‌ها را تشکیل می‌دهد، کاهش مصرف مواد بسیار لازم و ضروری به نظر می‌رسد - به خصوص در مورد سیلیکن بلوری. افزایش بازده سلول‌های خورشیدی نیز می‌تواند بطور مشخصی مصرف مواد را کاهش دهد.

برای بررسی فناوری‌های تولید در کشورهای دیگر یکی از بهترین راه‌ها بررسی پتنت‌های این حوزه است. در ادامه به عنوان نمونه تعدادی از پتنت‌ها بررسی شده‌اند.

### اختراعات ثبت شده فناوری نانو در سلول‌های خورشیدی

مجموعه پتنت‌ها یکی از منابع اساسی و منحصر به فرد در راستای آشنایی و استفاده کاربردی از فناوری‌های نوین است. این رویکرد جهت‌گیری جدیدی در تحقیقات و استفاده‌های کاربردی و صنعتی از فناوری‌های نوین می‌باشد. در نتیجه تلاش در جهت بهره‌برداری و استفاده کاربردی از اطلاعات موجود در پتنت‌ها در زمینه نیازها و اولویت‌های صنعتی و فناوری کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. استفاده از پتنت‌ها دارای مزایای فراوانی مانند تهیه کم هزینه و آسان، استفاده رایگان و قانونی از پتنت‌های با عمر بیش از 20 سال و حرکت میانبر فناوری است. با قوانین فعلی در حال حاضر کشور ما می‌تواند رایگان و بدون منع قانونی از پتنت‌ها استفاده کند. موضوع پیوستن ایران به مجموعه تجارت جهانی در آینده دارای پیامد استفاده‌های قانونی و مجاز از پتنت‌های ثبت شده می‌باشد.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 43	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی



معاونت پژوهشی

تلفن همراه

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

در این بخش تعدادی از پتنت‌های کاربردی نانوفناوری در صنعت سلول‌های خورشیدی که از مجموعه رایگان بانک ثبت اختراع ایالات متحده تهیه شده ارایه می‌شود. تحلیل دقیق مجموعه کاملی از پتنت‌های منتشر شده در صنعت سلول‌های خورشیدی می‌تواند برای سیاست‌گذاری‌ها و استراتژی‌های کلان در این زمینه استفاده شود. از هر پتنت چکیده‌ای حاوی مهمترین مطالب آن تهیه شده و اطلاعات جزئی و دقیق‌تر آن به پتنت‌های مذکور ارجاع داده می‌شود.

Patent No: Us 6,479,745 B2 -1

#### Dye-sensitized solar cell and method of manufacturing the same

یک سلول خورشیدی رنگی - حساس شده دارای یک لایه نیمه رسانای متخلخل ساخته شده است. در این لایه رنگ جذب شده است و یک الکتروود که بین یک لایه شفاف رسانا قرار گرفته است روی یک زیر لایه شفاف و یک زیر لایه رسانا ایجاد شده است. که در آن الکتروولیت در یک ترکیب بسیاری با اتصالات عرضی<sup>1</sup> قرار دارد.

Patent No: US 7,019,209 B2 -2

#### Structured dye-sensitized solar cell

<sup>1</sup> cross linked

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 44	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی



معاونت پژوهشی

تلفن همراه

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

در این اختراع یک سلول رنگی حساس شده که دارای یک الکتروود ساخت یافته است، ارائه شده است. یک الکتروود ساخت یافته<sup>1</sup> از یک ماده رسانا ساخته می‌شود. درون ماده رسانا خالی می‌شود تا یک حفره در آن ایجاد شود. ماده رسانای توخالی یک الکتروود ساخت یافته است که بین دو الکتروود صفحه‌ای قرار گرفته است. از لایه‌های عایق برای جداسازی الکتریکی الکتروود ساخت یافته و الکتروودهای صفحه‌ای استفاده می‌شود. یک ماده نیمه رسانای رنگی حساس شده و یک محلول الکتروود در حفره الکتروود ساخت یافته قرار می‌گیرند تا سلول خورشیدی با الکتروود ساخت یافته ایجاد شود.

Patent No: US 7,118,936 B2 -3

Organic dye-sensitized metal oxide semiconductor electrode and its manufacturing method, and organic dye-sensitized solar cell

اختراع حاضر یک الکتروود نیمه‌رسانای اکسید فلز رنگی-حساس شده آلی را ارائه کرده است. لایه نیمه رسانای اکسیدی به سادگی قابل تهیه است و از یک سلول خورشیدی رنگی-حساس شده نیز استفاده شده است. الکتروود اکسید فلزی رنگی حساس شده آلی از یک زیرلایه که یک الکتروود شفاف روی آن نشانده شده است، یک لایه نیمه رسانای اکسید فلزی که روی الکتروود قرار گرفته است و یک رنگ آلی که روی سطح نیمه رسانا جذب شده، ساخته شده است. لایه نیمه رسانا به وسیله رسوب‌دهی بخار تشکیل شده است.

<sup>1</sup> structured

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 45	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



Patent No: US 7,126,054 B2 -4

Raw material kit for electrolytic composition, electrolytic composition,  
and dye-sensitized solar cell

در این اختراع سلول خورشیدی رنگی-حساس شده دارای یک الکترولیت ژل که شامل یک عامل ژل ساز و یک الکترولیت است ارائه شده است. عامل ژل ساز حداقل دارای یکی از بسپارهای زیر است. در بسپار اول، عامل اسید پلی سولفونیک<sup>1</sup> با یک یون فلزی که ظرفیتش حداقل دو است اتصال عرضی برقرار کرده است. در بسپار دوم، عامل اسید کربوکسیلیک<sup>2</sup> با یک یون فلزی که ظرفیتش حداقل دو است اتصال عرضی داده است. در بسپار سوم، عامل نمک آمونیومی اسید پلی سولفونیک<sup>3</sup> با یک یون فلزی که ظرفیتش حداقل دو است و به همین ترتیب بسپار چهارم، عامل نمک آمونیومی اسید پلی کربوکسیلیک<sup>4</sup> با یک یون فلزی که ظرفیتش حداقل دو است اتصال عرضی برقرار کرده‌اند.

Patent No: US 7,145,071 B2 -5

Dye-sensitized solar cell having finger electrodes

در این اختراع یک سلول خورشیدی که از حداقل یک الکتروود دارای مجموعه‌ای از انگشتی ساخته شده، معرفی شده است. الکتروود نخست سطحی صفحه‌ای دارد که تعدادی انگشتی که از آن خارج شده است. الکتروود دوم نیز دارای یک سطح صفحه‌ای است که ممکن است مجموعه‌ای از انگشتی‌ها

<sup>1</sup> Polysulfonic acid

<sup>2</sup> Polycarboxylic acid

<sup>3</sup> A quaternary ammonium salt of polysulfonic acid

<sup>4</sup> A quaternary ammonium salt of polycarboxylic acid

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 46	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی



معاونت پژوهشی

تلفن همراه

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

از آن خارج شده باشد و در انگشتی‌های الکتروود اول فرو رفته باشد. الکتروود دوم یک ماده کاتالیزور برای عبور الکترون به اکسیدان در طول فرایند PV دارد. یک نیمه رسانا بین الکتروودها قرار گرفته است. ماده نیمه رسانا با یک رنگ اشباع شده و یک محلول الکتروولیت درون آن تزریق شده است. انگشتی‌ها برای کاهش فاصله حرکت اکسیدان درون الکتروولیت و الکترون‌ها درون ماده نیمه رسانا در هنگام قرار گرفتن در معرض تابش طراحی شده‌اند.

Patent No: US 7,179,988 B2 -6

#### Dye-sensitized solar cells having foil electrodes

یک سلول خورشیدی با الکتروود فویل ساخته شده است. یک فویل فلزی برای ایجاد الکتروودهایی دارای مسیر کوتاه الکترون از یک نیمه‌رسانا رنگی-حساس شده به الکتروود ساخته شده است. در یک ساختار سیم نانو که در زیرلایه‌ای که سلول خورشیدی روی آن ساخته شده، خارج شده‌اند. در ساختار دیگر حفره‌هایی در صفحه فویل رسانا ایجاد شده است. این حفره‌ها به روش اکسیداسیون بوجود آمده‌اند. به این ترتیب یک ماده نیمه رسانا به وجود آمده است. ماده نیمه رسانا بوسیله رنگ حساس شده است و یک محلول الکتروولیت در حفره‌ها قرار گرفته است. به این ترتیب آرایه‌ای از سلول‌های خورشیدی رنگی حساس شده ایجاد شده است.

Patent No: US 6,756,537 B2 -7

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 47	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



Dye-sensitized solar cells including polymer electrolyte gel containing  
(Poly(Vinylidene Fluoride

در این اختراع یک سلول خورشیدی رنگی-حساس شده که دارای یک ژل الکترولیت بسپاری است با استفاده از یک بسپار پلی وینیلیدین فلوراید<sup>1</sup> ساخته شده است. سلول خورشیدی رنگی-حساس شده از دو الکتروود نیمه رسانا و یک ژل الکترولیت بسپاری تشکیل شده است که بین این دو الکتروود قرار گرفته است و در آن از بسپار PVDF یا copolymer آن استفاده شده است. در اینجا ژل الکترولیت بسپاری از حلال N-Methy-2-Pyrrolidone یا حلال 3-Methoxypropionitrile و بسپار PVDF یا copolymer از آن که در حلال به میزان مشخص حل شده است، به دست آمده است.

Patent no: US 6,900,382 B2 -8

Gel electrolyte for Dye-sensitized solar cells

جایگزینی الکترولیت مایع به جای الکترولیت جامد یا شبه جامد فرایند تولید سلول‌های PV با استفاده از فرایندهای پیوسته را آسان‌تر می‌کند. به این ترتیب با استفاده از زیر لایه پلاستیک انعطاف پذیر سلول PV سبک و ارزان تولید می‌شود.

Patent No: 7,098,395 B2 -9

Thin film solar cell module of see-through

<sup>1</sup> Poly Vinylidene Fluoride

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 48	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی





## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی



معاونت پژوهشی

تلفن همراه

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

در این اختراع مدول سلول خورشیدی لایه نازک با ساختار شفاف که از مجموعه‌ای از قطعه‌های سلول خورشیدی لایه نازک مجتمع شده ساخته شده است. هر قطعه یک سطح مستطیل شکل دارد که روی بخشی از سطح زیر لایه منتقل کننده نور که دارای سطح مستطیلی است قرار گرفته است. قطعه‌های مجاور سلول خورشیدی با یک فاصله مشخص از هم قرار گرفته‌اند به نحوی که ضلع‌های بزرگتر آنها موازی است. بخشی از زیر لایه که بین قطعه‌های سلول خورشیدی قرار گرفته است، در معرض تابش است و پنجره عبور نور را مشخص می‌کند. یک رزین شفاف فاصله بین سلول‌های مجاور را پر کرده است.

Patent No: US 6,822,158 B2-10

Thin film solar cell and manufacture method therefore

یک سلول خورشیدی لایه نازک که از یک لایه الکتروود شفاف، یک لایه مبدل PV نیمه رسانا، یک لایه پشتی الکتروود شفاف و یک لایه بازتابنده فلزی پشتی ایجاد شده است. لایه‌ها به همین ترتیب روی یک زیر لایه شفاف قرار گرفته‌اند که در آن الکتروود شفاف پشتی یک ساختمان دولایه ITO یا ZnO:Ga و یک لایه ZnO:Al دارد که به همین ترتیب روی لایه مبدل PV نیمه رسانا قرار گرفته‌اند.

Patent No: US 6,670,543 B2-11

Thin film solar cells and method of making

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 49	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



معاونت پژوهشی

## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی

تلفن همراه



شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

در این اختراع سلول‌های خورشیدی لایه نازک و روش‌های تولید ارائه شده‌اند. این ابزارها در یک زیرلایه ارزان با پایداری حرارتی کم ساخته شده‌اند و بدنه‌ای نیمه رسانا به روش رسوب‌دهی گازی روی آن نشانده شده است. بدنه رسوب داده شده در معرض یک گاز مبدل قرار می‌گیرد تا بدنه‌ای سیلیکنی با بلور میکرو ایجاد گردد. گاز رسوب دهنده و گاز مبدل در معرض تابش الکترومغناطیس پالسی قرار می‌گیرد تا رسوب و تبدیل انجام پذیرد.

Patent No: 7,030,313, B2-12

#### Thin film solar cell and method of manufacturing the same

یک سلول خورشیدی که به ترتیب از یک لایه  $p$ ، یک لایه  $i$  و یک لایه  $n$  ساخته شده است، به نام اتصال  $pin$  شناخته می‌شود. این لایه‌ها روی یک زیرلایه ساخته شده‌اند که در آن لایه  $p$  و لایه  $i$  لایه نازک سیلیکن هستند که هر یک دارای بخش‌های بلوری است. لایه  $p$  دارای  $0/2$  تا  $8$  درصد اتمی ناخالصی نوع  $p$  است و ضخامت آن  $10$  تا  $200$  نانومتر می‌باشد.

Patent No: 6,653,554 B2-13

#### Thin film solar cells and method of forming same

یک سلول خورشیدی لایه نازک که از یک زیرلایه و سه لایه نیمه رسانا ساخته شده است. در اینجا معرفی شده است. لایه نیمه رسانای اول روی زیرلایه قرار گرفته است و دارای  $Si$  می‌باشد که به میزان

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 50	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی



معاونت پژوهشی

تلفن همراه

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

زیادی با ناخالصی کنترل شده بوسیله نوع-رسانش<sup>1</sup> ناخالص سازی<sup>2</sup> شده است. لایه نیمه رسانای دوم روی لایه نیمه رسانای اول قرار گرفته است و از Si چندبلوری که کمی با ناخالصی کنترل شده به-وسیله نوع-رسانش ناخالص سازی شده است، ساخته شده است. نوع-رسانش این لایه مشابه نیمه رسانای لایه اول است. لایه نیمه رسانای سوم روی لایه دوم قرار گرفته است و به شدت با ناخالصی کنترل شده به وسیله نوع-رسانش ناخالص سازی شده است. نوع-رسانش در این لایه مخالف لایه‌های اول و دوم است. دانه‌های بلور از جوانه‌های بلور ایجاد شده در نیمه‌رسانای لایه اول رشد می‌کند تا لایه‌های نیمه‌رسانای اول و دوم را ایجاد کند. این بلورها به صورت افقی رشد می‌کنند تا با دانه‌های بلور مجاور تماس پیدا کنند و به صورت عمودی رشد می‌کنند تا فصل مشترکی با لایه نیمه‌رسانای سوم ایجاد کنند.

Patent No: US 7,135,414 B2-14

#### Method for producing multicrystalline substrate for solar cells

در این اختراع روشی برای تولید زیر لایه چند بلوری سیلیکونی برای سلول‌های خورشیدی ارائه شده است، که شامل یک مرحله رسوب دهی ذرات فلزی مانند پلاتین یا نقره روی سطح زیر لایه با استفاده از روش الکترولس<sup>3</sup> یا پرکلرات نقره است. یک مرحله سوراخ کاری انجام می‌شود که در آن سطح

<sup>1</sup> Conductivity-type controlling impurity

<sup>2</sup> Dope

<sup>3</sup> electroless-Plating chloroplatinic acid

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 51	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



زیر لایه در معرض خوردگی در محلولی شامل حداقل یکی از اسیدهای هیدروفلوریک<sup>1</sup> و پراکسید هیدروژن قرار می‌گیرد. سپس با غوطه‌ور کردن زیر لایه در یک محلول قلیایی لایه لکه‌دار از بین می‌رود. به این ترتیب یک زیرلایه سیلیکونی چند بلوری با میزان بازتابش کمتر و قیمت ارزان‌تر به دست می‌آید.

Patent No: US 6,147,296-15

### Multi-quantum well tandem solar cell

در این اختراع یک سلول خورشیدی Tandem با دو پایانه<sup>2</sup> ساخته شده است.

ناخالصی‌ها، چاه کوانتومی InGaAs با شکاف انرژی کم (و ضخامت چند نانومتر) در لایه میانی سلول خورشیدی GaAs با اتصال p-i-n رایج جذب نور سلول‌های tandem، GaInP/GaAs را به فروسرخ سوق داده است. بازده این سلول‌ها در ابتدای عمرشان بیش از 30% پیش‌بینی شده است. همچنین مدل‌سازی‌ها بازده پایان عمر این سلول‌ها را بیش از 25% نشان داده‌اند.

Patent No: 4,688,068-16

### Quantum well multi junction photovoltaic cell

<sup>1</sup> Hydrofluoric

<sup>2</sup> Two-terminal

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 52	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



در این اختراع یک سلول خورشیدی چند لایه نقطه کوانتومی یکپارچه با اتصال p-n معرفی شده است. منطقه p در یک سمت و منطقه n در سمت دیگر قرار گرفته است. هر یک از این منطقه‌ها حداقل از سه لایه نیمه رسانا تشکیل شده است. لایه‌های نیمه رسانا، لایه‌های چاه کوانتومی و لایه‌های مانع هستند که به صورت یک در میان قرار گرفته‌اند. هر لایه مانع از یک نیمه رسانا با یک شکاف باند مشخص و هر لایه چاه کوانتومی نیز از یک نیمه رسانا دارای یک شکاف باند با عرض کمتر از شکاف باند اول تشکیل شده است. لایه مانع در دو طرف لایه چاه کوانتومی قرار می‌گیرد و هر لایه چاه کوانتومی آنقدر نازک است که عرض شکاف باند آن بین عرض شکاف باند نیمه رسانای اول و دوم قرار می‌گیرد. وقتی نوری با انرژی بیش از انرژی شکاف باند چاه کوانتومی، به این سلول‌ها می‌تابد مقداری از انرژی به وسیله شکاف باند جذب می‌شود و یک پتانسیل الکتریکی در اتصال به وجود می‌آید.

### جمع بندی اختراعات و پتنت های ثبت شده بررسی شده

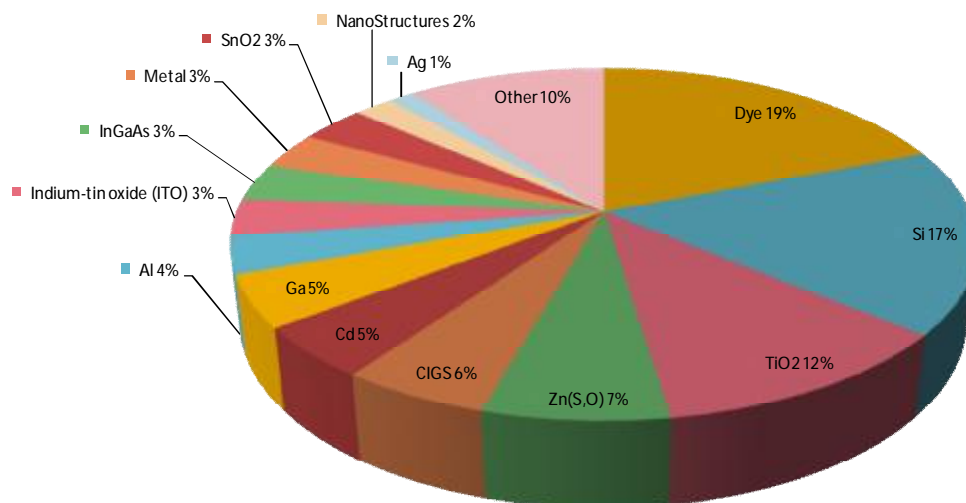
با استفاده از پتنت‌ها می‌توان حوزه‌های اولویت دار و حوزه‌های نزدیک به عملیاتی شده را تشخیص داد. در مقایسه مقاله‌ها و پتنت‌ها می‌توان گفت مقاله‌ها نتایج کارهای پژوهشی دانشگاهی و آزمایشگاهی است که ممکن است راه زیادی تا عملی شدن داشته باشد. اما مرحله عمل رسیده‌اند.

در این مطالعه 17 پتنت مورد بررسی قرار گرفت که از میان آنها 12 مورد مربوط به سلول‌های رنگی حساس شده و سلول‌های لایه نازک است. در جستجوی انجام شده نیز بیشتر پتنت‌ها مربوط به دو حوزه نخست بود در حالی که فقط دو مورد پتنت‌ها مربوط به سلول‌های خورشیدی چاه کوانتومی بدست

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 53	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



آمد و هیچ پتنتی در زمینه سلول‌های خورشیدی نقطه کوانتومی یافت نشد. تعدد پتنت‌ها در سلول‌های خورشیدی رنگی حساس شده و سلول‌های خورشیدی لایه نازک، نشانگر نزدیکی آنها به حوزه عمل است. اما جای سلول‌های خورشیدی نقطه یا چاه کوانتومی بیشتر در بخش تحقیقات دانشگاهی است. بنابراین می‌توان گفت سلول‌های خورشیدی رنگی حساس شده و سلول‌های خورشیدی لایه نازک بهترین بخش برای ورود به صنعت سلول‌های خورشیدی است که می‌تواند با تعریف پروژه در این زمینه یا خرید پتنت انجام شود. با پیمایشی که بر روی مقالات و پتنت‌های منتشر شده صورت گرفت، مشخص شد که تمایل عموم برای انتخاب نانو مواد اولیه جهت ساخت انواع سلول‌های خورشیدی به سمت کدام یک از ترکیبات و یا عناصر متمایل است. نمودار زیر نتایج حاصل از بررسی مقالات و پتنت‌ها را نشان می‌دهد.



سمت و سوی روند انتخاب نانو مواد اولیه جهت ساخت انواع سلول‌های خورشیدی

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 54	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی



معاونت پژوهشی

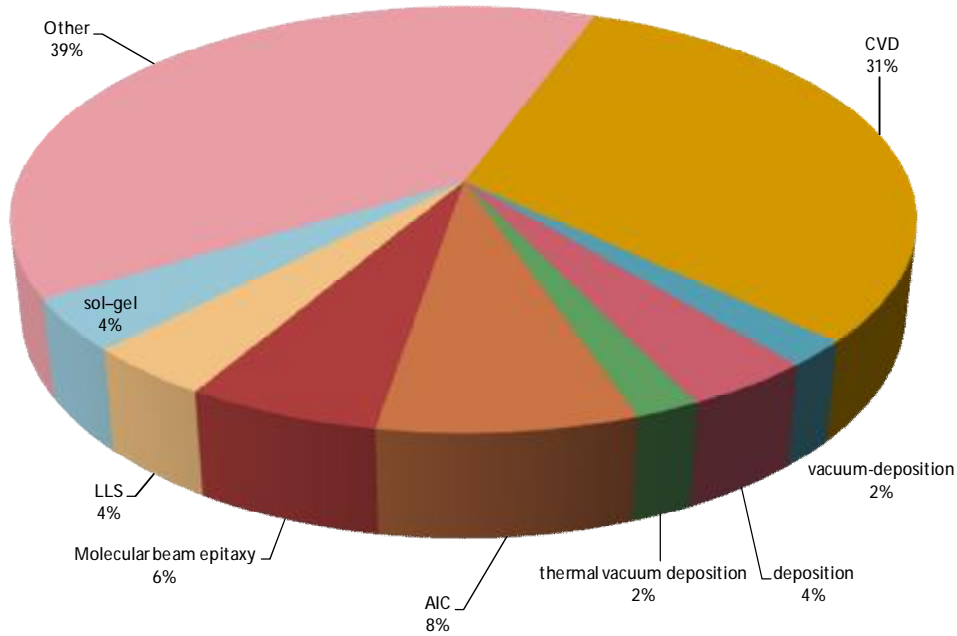
تلفن همراه

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

همان‌گونه که شکل نشان می‌دهد، بیشترین درصد استفاده مربوط به دسته Dye می‌باشد که شامل ترکیبات مختلفی است که از آن‌ها برای ساخت سلول‌های گراتزل استفاده شده است که به دلیل تنوع ترکیبات در مجموع بیشترین درصد فراوانی را به خود اختصاص داده است. پس از آن مطابق با پیش‌بینی‌ها، بیشترین درصد استفاده مربوط به Si با توزیع فراوانی 27 درصد است که به دلیل در دسترس بودن و ارزان بودن به شکل وسیعی مورد استفاده قرار گرفته است. پس از آن استفاده از TiO<sub>2</sub> با درصد فراوانی 22 درصد به چشم می‌خورد که از این ترکیب برای لایه نشانی در سلول‌های خورشیدی استفاده می‌شود. جایگاه دیگر ترکیبات در نمودار به خوبی مشخص است. با توجه به تنوع ترکیبات و توزیع 20 درصدی آن‌ها، در ادامه به لیست برخی از آن‌ها اشاره شده است. بررسی مقالات و پنت‌های منتشر شده نشان داد که در هر یک از شرایط از روش‌های گوناگونی استفاده شده که هر یک از این روش‌ها دارای مزایایی بوده است. در نمودار زیر تمام روش‌های ساخت معرفی شده در مقالات و پنت‌ها دسته‌بندی شده است.

اولین و گسترده‌ترین روش جهت ساخت، استفاده از روش CVD می‌باشد که با توجه به فراوانی بالای آن (32 درصد) و اختلاف توزیع فراوانی فاحش آن با دیگر روش‌ها، نتایج جزئی‌تر آن در نموداری جداگانه گزارش شده است. که استفاده از PECVD، CVD، HWCVD، MOCVD، Microwave CVD و CVD-OGL به ترتیب دارای مزیت بوده است.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 55	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



روش های ساخت معرفی شده در پتنت ها، روش CVD بیشترین استفاده شده است.

روش های مختلف CVD استفاده شده

زمستان 1389	مطالعات امکان سنجی مقدماتی طرح های صنعتی
صفحه 56	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی





#### 4- تعیین نقاط قوت و ضعف تکنولوژی‌های مرسوم (به شکل اجمالی) در

#### فرآیند تولید محصول

هر یک از روش‌های دارای مزایایی و مشکلاتی می‌باشند. اطلاعات دقیق در مورد دانش فنی و فناوری در این حوزه در دسترس نیست و خود فناوری نیز هنوز به بلوغ خود نرسیده است. در ایران توانمندی دانشی و تحقیقاتی خوبی در این حوزه وجود دارد و در زمینه باتری‌های خورشیدی صنعتی و خانگی برای تامین برق نیز تجارب فناوری موجود است اما در زمینه تولید باتری شارژی تلفن همراه دانش فنی که بتوان با ویژگی‌های تلفن همراه استفاده شود، در کشور مورد بررسی قرار نگرفته است.

#### 5- بررسی و تعیین حداقل ظرفیت اقتصادی شامل برآورد حجم

سرمایه‌گذاری ثابت به تفکیک ریالی و ارزی (با استفاده از اطلاعات

واحدهای موجود، در دست اجراء، UNIDO و اینترنت و بانک‌های

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

در این بخش میبایست بررسی‌های پارامترهای مهم اقتصادی احداث یک واحد صنعتی تولید باتری شارژی خورشیدی تلفن همراه مورد نظر باشد. همانطور که اشاره شد این موضوع پیچیدگی‌های فراوانی دارد. برآورد هزینه‌های ثابت و در گردش مورد نیاز واحد، نقطه سر به سر، سرانه

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 57	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی



معاونت پژوهشی

تلفن همراه

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

سرمایه‌گذاری و ... برای تولید تولید باتری شارژی خورشیدی تلفن همراه با توجه به ابهامات فنی آن به سادگی قابل تخمین نیست.

با توجه به تعدد فعالیت‌های علمی انجام شده مرتبط با این حوزه، بنظر می‌رسد از نظر کلی توانمندی دانشگاهی و آکادمیک در کشور موجود است اما توان فناورانه موجود نیست. ایجاد توان فناورانه نیز به سادگی امکان پذیر نمی باشد. تعریف فعالیت توسعه ای صحیح در این زمینه نیز با پیچیدگی های زیادی همراه است. کشورهای رقیب سالیان سال است که در این حوزه تلاش کرده اند و به سادگی نمی توان به توانمندی های آنها دست یافت.

بنظر می رسد حداقل در شرایط فعلی بهترین راه تمرکز بر انتقال فناوری به کشور است. البته آن هم به شرطی معنادار است که بازار این نوع باتری ها در کشور قبلا ایجاد شده باشد.

این ارزیابی مبتنی بر نقطه نظرات متخصصین میباشد. زیرا در حوزه ای که هنوز در دنیا شرکتهای بزرگی چون شارپ به تازگی وارد شدند و هنوز تحقیقات زیادی با منابع میلیون دلاری پیرامون آن در حال انجام است، چگونه ایران میتواند وارد شود و سود منطقی نیز از آن کسب کند. این حوزه بسیار جدید بوده و نیاز به سرمایه گذاری هنگفت و خواب طولانی سرمایه به امید آینده ای پر فروغ است که معمولا این نوع سرمایه گذاری ها در کشور ما با تحولات مختلفی که همیشه در جریان است، بی معنا است. با این تفاسیر توضیح در مورد اطلاعات مربوط به سرمایه ثابت طرح دیگر بی معنا خواهد بود.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 58	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## 6- میزان مواد اولیه عمده مورد نیاز سالانه و 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

تقریباً مواد اولیه اصلی مورد نیاز برای تولید باتری های شارژی خورشیدی تلفن همراه باید از خارج از کشور تامین گردد. بدیهی است با توجه به پیشرفته بودن مواد مصرفی تحریم ها و مسائل سیاسی بر روند تامین مواد تاثیر گذار خواهد بود. همچنین هزینه مواد اولیه بسیار سرسام آور است و شروع این فعالیت حتما می بایست بر اساس هوشمندی کسب و کاری صورت گیرد و گرنه جز ضرر چیز دیگری نخواهد بود.

## 7- پیشنهاد منطقه مناسب برای اجرای طرح

شرکتهای فناوری معمولا در مناطقی که به همین منظور تحت عنوان پارک های علم و فناوری یا مراکز رشد تعبیه شده است، مستقر میشوند. اما در حوزه فناوری های جدید نکته مهم در دسترس بودن نیروی انسانی متخصص است. زیرا نیروی های متخصص دانشگاهی معمولا در اطراف مراکز دانشگاهی هستند و در مناطق دور افتاده نخواهند آمد. محصولات فناوری پیشرفته معمولا در صنایع پیشرفته و بازارهای بالغ تر مشتریان بیشتری دارند لذا تهران و بقیه مراکز بزرگ شهری مانند اصفهان و شیراز مناسب میباشند. اما تاکید میشود که پارک های علم و فناوری برای این شرکتهای مناسبتر است. برای تامین

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 59	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



نیازهایی زیربنایی مانند شبکه برق سراسری، راههای ارتباطی و شبکه آبرسانی و فاضلاب و غیره، در سطح نیاز این طرح هیچ یک از استان‌های کشور دارای محدودیت خاصی نمی‌باشند.

## 8- وضعیت تأمین نیروی انسانی و تعداد اشتغال

برای تأمین نیروی انسانی متخصص بر مبنای اطلاعات بانک اطلاعات وب‌گاه فناوری نانو ایران<sup>1</sup> و جلسات متعدد با اساتید و پژوهشگران دانشگاه‌های کشور اطلاعات استخراج تنظیم شده است. در راستا ضمن گردآوری اطلاعات موجود در سایت بانک اطلاعات فناوری نانو ایران شامل گردآوری اطلاعات افراد مرتبط با این پروژه، گردآوری داده‌های دانشکده‌ها و موسسات ایرانی در ارتباط با این پروژه و گردآوری داده‌های پروژه‌های انجام شده مرتبط با فناوری فتوولتائیک انجام شد و سپس تحلیل و بررسی نتایج حاصل از گردآوری اطلاعات صورت گرفت. کلید واژه‌های مورد نظر ما در این جستجوی برای بخش فارسی عبارتند از: «خورشید، فتو، فوتو، سیلیکون» و برای بخش انگلیسی عبارتند از: «Silicon, Photo, Solar, Sun».

دانشگاه‌های تهران، گیلان، صنعتی شریف، صنعتی شاهرود، شیراز، شهید چمران اهواز، رازی، خواجه نصیرالدین طوسی، تربیت مدرس و موسسه‌ی تکنولوژی زوریخ در سوئیس، مراکزی هستند که این 27 متخصص را پوشش می‌دهند.

<sup>1</sup> - <http://nano.ir/info>

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 60	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی



معاونت پژوهشی

تلفن همراه

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

در بررسی‌های اولیه که روی این موسسات انجام شده است، یک نفر از این جامعه آماری فوق‌الذکر در موسسه‌ی تکنولوژی زوریخ سوئیس کار می‌کند. 11 نفر از دانشگاه شیراز هستند که در زمینه‌های تحقیقاتی خود اغلب در بخش نانوفوتونیک و نانواپتیک فعالیت کرده‌اند. از این 11 نفر 7 نفر در رشته فیزیک و 4 نفر در رشته مهندسی مواد هستند. گروه مهندسی مواد، دانشکده فنی و گروه فیزیک از گروه‌های فعال در زمینه‌های نانوفوتونیک و نانواپتیک در دانشگاه شیراز می‌باشند.

از میان این 27 نفر، 5 نفر از اساتید دانشکده فیزیک دانشگاه شریف هستند که به جهت دارا بودن تخصص در زمینه‌های مرتبط اطلاعات و تجربه‌های ذی‌قیمتی را دارا می‌باشند. 10 نفر باقیمانده از جامعه آماری متخصص در دانشگاه‌های مختلف دیگر ایران حضور دارند. طبق مذاکرات صورت گرفته دانشگاه تهران قطب علمی نانو الکترونیک مشخص شد که تفاهم‌نامه‌ای با موسسه‌ای در مالزی برای تاسیس یک موسسه‌ی تحقیق و تولید در زمینه فتوولتائیک در ایران به امضا رسیده است. از طرف دیگر تعامل فعالی با موسسه فرانهور آلمان (بخش PV Service Center) آیزه (ISE) که یکی از مجموعه‌های فعال در این زمینه در فرانهور آلمان است وجود دارد و نیز با مجموعه‌های صنعتی نظیر کارخانه تولیدی کابل شهید قندی که تنها تولید کنند PV در ایران است و نیز سانا ارتباط نزدیک دارند. انجمن انرژی خورشید ایران نیز از مجموعه‌های فعال و بازیگران عرصه انرژی خورشیدی در ایران است که در توسعه کمی و کیفی نیروهای متخصص فعالیت می‌کند. انجمن انرژی خورشیدی ایران (Iranian Solar Energy Society - IRSES) یک انجمن غیرانتفاعی است و زیر نظر معاونت پژوهشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری فعالیت می‌کند. اهداف انجمن گسترش، پیشبرد و ارتقاء

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 61	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

### تولید باتری شارژی خورشیدی



معاونت پژوهشی

تلفن همراه

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

علوم و فناوری استفاده از انرژی خورشیدی در ایران، توسعه کمی و کیفی نیروهای متخصص و بهبود بخشیدن به امور آموزشی و پژوهشی در زمینه انرژی‌های نو است. محل فعلی انجمن تهران - شهرک قدس - بلوارپونک باختری - پژوهشگاه نیرو - ساختمان معاونت امور انرژی - طبقه سوم - سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا) می باشد.

## 9- بررسی و تعیین میزان تأمین آب، برق، سوخت، امکانات مخابراتی و ارتباطی (راه - راه آهن - فرودگاه - بندر ...) و چگونگی امکان تأمین آنها در منطقه مناسب برای اجرای طرح

تمامی امکانات مورد نظر در شهرهای بزرگ ایران مانند تهران وجود دارد و مشکلی از این منظر نیست. حوزه های فناوری پیشرفته معمولاً فناوری مبناست و امکانات خاصی از نظر برق و آب که ویژه باشد معمولاً نیاز ندارند. طیف زیادی از این شرکتها در کنار شهرها و در دل دانشگاه های و پارک های علم و فناوری تشکیل می شوند و نیازهای صنعتی ویژه ندارند.

## 10- وضعیت حمایت‌های اقتصادی و بازرگانی

### - حمایت تعرفه گمرکی (محصولات و ماشین آلات) و مقایسه با تعرفه‌های جهانی

حمایت تعرفه گمرکی شامل دو بخش تعرفه واردات ماشین آلات و مواد نیاز طرح حقوق گمرکی صادرات محصولات واحد تولیدی است که می‌بایست در جهت رشد صنعت انتخاب و اعمال

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 62	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



شود. حقوق ورودی ماشین‌آلات خارجی مورد نیاز طرح همانند اکثر ماشین‌آلات صنعتی تعرفه پایینی است و به سرمایه‌گذاران هزینه بالایی را تحمیل نمی‌کند.

## - حمایت‌های مالی (واحدهای موجود و طرح‌ها)، بانک‌ها، شرکت‌های سرمایه‌گذار

یکی از مهمترین چالش‌های شرکتهای فناور در بخش جذب سرمایه است. در ایران ساختارهای سرمایه‌گذاری خطرپذیر هنوز شکل نگرفته است و با توجه به ذات فناوری‌های جدید که ریسک‌های مختلفی دارند و خطرپذیری بالایی می‌طلبند، بانک‌ها و شرکتهای سرمایه‌گذار معمولی علاقه‌ای به سرمایه‌گذاری از خود نشان نمی‌دهند. برای مثال دارایی‌های این شرکتهای معمولاً از جنس دارایی فکری بوده و قابل مشاهده و حصر توسط نهاد سرمایه‌گذار نیست. بانکها معمولاً زمین و تجهیزات و مانند آن را دارایی لحاظ میکنند نه دارایی‌های فکری و دانش فنی را. از این منظر بانک نمیتواند این شرکتهای را تامین مالی نماید. نهادهای خطرپذیری در حوزه‌های فناوری‌های جدید حضور دارند که البته خدمات آنها محدود میباشد. برای مثال میتوان از موسسه توسعه فناوری نخبگان نام برد که این موسسه با حمایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو تاکنون در چند طرح نانو به صورت خطرپذیر سرمایه‌گذاری کرده است. همچنین صندوق مالی توسعه تکنولوژی ایران و صندوق توسعه فناوری نانو (در شرف تاسیس) از این نوع فعالیتهای حمایت میکنند.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 63	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## 11- تجزیه و تحلیل و ارائه جمع‌بندی و پیشنهاد نهایی در مورد احداث

### واحدهای جدید

از نظر کلی توانمندی دانشگاهی و آکادمیک در کشور موجود است اما توان فناورانه موجود نیست. ایجاد توان فناورانه نیز به سادگی امکان پذیر نمی باشد. در شرایط فعلی در صورتی که بازار این نوع باتری ها در کشور ایجاد شود، بهترین راه تمرکز بر انتقال فناوری به داخل است. البته. در دنیا شرکتهای بزرگی چون شارپ منابع عظیمی را در این حوزه سرمایه گذاری کردند. این حوزه ها نیاز به سرمایه هنگفت و خواب طولانی سرمایه به امید آینده ای پر فروغ است. این نوع سرمایه گذاری ها در کشور ما که تحولات مختلفی که همیشه در جریان است، بی معنا است. از این رو بنظر می رسد این حوزه پرچالش بوده و مستقیم با مزیت‌های کشور مرتبط نیست و تولید باتری شارژی خورشیدی تلفن همراه مقرون به صرفه نخواهد بود.

## 12- منابع و ماخذ

### Books & Reports:

- 1- **Islamic Republic of Iran Power Sector Note**, January 9, 2007, Sustainable Development Department Middle East and North Africa Region
- 2- **Physics of Solar Cells, From principles to New Concept**, By:Peter Wurfel, 2005, WILEY-VCH Verlag

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 64	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی





معاونت پژوهشی

مطالعات امکان سنجی مقدماتی

تولید باتری شارژی خورشیدی

تلفن همراه



شرکت شهرک های صنعتی تهران

- 3- **Nanotechnology helps solve the world's energy problems** - December 2003- nanoforum.org (European Nanotechnology Gateway)
- 4- **Road Maps for Nanotechnology in Energy** -The Institute of Nanotechnology- September 2006
- 5- **European Best Practice Report- PV Policy Group,Improving the European and National Support Systems for Photovoltaics** Assessment of 12 national policy frameworks for photovoltaics Country Analyses • Benchmarks • Conclusions- May 2006
- 6- **EPIA ROADMAP EUROPEAN PHOTOVOLTAIC INDUSTRY ASSOCIATION: 2006**
- 7- **PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEMS PROGRAMME** annual report 2006
- 8- **Overview of Solar America Initiative Awards Project** Announcements On “Technology Pathway Partnerships” March 8-9, 2007
- 9- **Solar Energy Technologies Program Multi Year Program Plan 2007-2011** US Department of Energy (DOE) iv
- 10- **PV status report 2006**, Research, Solar Cell Production & Market Implementation of Photovoltaics- European Commission, DG Joint Research Centre, Institute for Environment & Sustainability, Renewable Energies Unit, Italia- August 2006

**Paper review:**

زمستان 1389	مطالعات امکان سنجی مقدماتی طرح های صنعتی
صفحه 65	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



- 1- **AlGaAs/GaAs Heterostructure Solar Cells Grown By Molecular Beam Epitaxy-** Suwaree Suraprapapich, Supachok Thainoi, Montri Sawadsaringkarn and Somsak Panyakeow  
Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand
- 2- **Novel Approaches to an Efficient Organic Photovoltaic Solar Cell using Nano-Controlling Technology in Bacterial Photosynthesis - Current Research and Development of Organic Thin Film Photovoltaic Devices-** Kaku Uehara<sup>1</sup>, Hideki Kinoshita, Akinobu Hayakawa, Tetsushi Morimoto, Hiroki Hirabayashi, Takasada Ishii and Susumu Yoshikawa
- 3- **Preparation of TiO<sub>2</sub> nanocrustalline with 3-5 nm and for dye-sensitized solar cells-** Jinting Jiu ,Seiji Isoda, Motonari Adachi, Fumin Wang- feb 2007
- 4- **Approaches for ultra-high efficiency solar cells-** C.B. Honsberg  
School of Electrical and Computer Engineering University of Delaware, Newark, DE, 19711
- 5- **Nanostructured solar cells for high efficiency photovoltaics-** Christiana B. Honsberg, Allen M. Barnett, Douglas Kirkpatrick  
Department of Electrical and Computer Engineering, University of

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 66	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



معاونت پژوهشی

مطالعات امکان سنجی مقدماتی

تولید باتری شارژی خورشیدی

تلفن همراه



شرکت شهرک های صنعتی تهران

Delaware, Newark, DE, USA 19716 Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)

- 6- **Studies of key technologies for large area CdTe thin film solar cells** - Lianghuan Feng, Lili Wu, Zhi Lei, Wei Li, Yaping Cai, Wei Cai, Jingquan Zhang, Qiong Luo, Bing Li, Jiagui Zheng, Department of Materials Science, Sichuan University, Chengdu 610064, China- 2007
- 7- **Cation effects in nanocrystalline solar cells**- David F. Watson, Gerald J. Meyer Departments of Chemistry and Materials Science and Engineering, Johns Hopkins University, 2004
- 8- **Dye-sensitized solar cells made from nanocrystalline TiO<sub>2</sub> films coated with outer layers of different oxide materials**- K.M.P. Bandaranayake, M.K. Indika Senevirathna, P.M.G.M. Prasad Weligamuwa, K. Tennakone Institute of Fundamental Studies, Hantana, Kandy, Sri Lanka- 2004

**Websites:**

1- سازمان انرژی های تجدید پذیر ایران: [www.suna.org.ir](http://www.suna.org.ir)

2- انجمن انرژی خورشیدی ایران: [www.irses.org](http://www.irses.org)

زمستان 1389	مطالعات امکان سنجی مقدماتی طرح های صنعتی
صفحه 67	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



معاونت پژوهشی

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

تولید باتری شارژی خورشیدی

تلفن همراه



شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

- 3- شبکه آزمایشگاه‌های نانو ایران: [www.nanolab.irannano.org](http://www.nanolab.irannano.org)
- 4- ستاد ویژه توسعه نانوفناوری ایران: [www.nano.ir](http://www.nano.ir)
- 5- برنامه سامانه‌های مولد PV آژانس بین‌المللی انرژی: <http://www.iea-pvps.org>
- 6- جامعه بین‌المللی انرژی خورشیدی [www.ises.org](http://www.ises.org)
- 7- اداره کل اطلاعات و آمار وزارت صنایع و معادن.
- 8- مرکز اطلاعات و آمار وزارت بازرگانی.
- 9- کتاب "مقررات صادرات و واردات سال 1389"، انتشارات شرکت چاپ و نشر بازرگانی.
- 10- پایگاه اطلاع‌رسانی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.
- 11- سازمان صنایع کوچک و شهرک‌های صنعتی ایران
- 12- سلول‌های خورشیدی نانو ساختار، دکتر صلواتی نیاسر و محمد ثابت، انتشارات دانشگاه کاشان، نشر سخنوران، 1389.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 68	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی