

## مطالعات پیش امکان سنجی (P.F.S.) طرح سرمایه گذاری مشترک در تولید پنل خورشیدی



اداره کل امور اقتصادی و دارایی استان خراسان رضوی

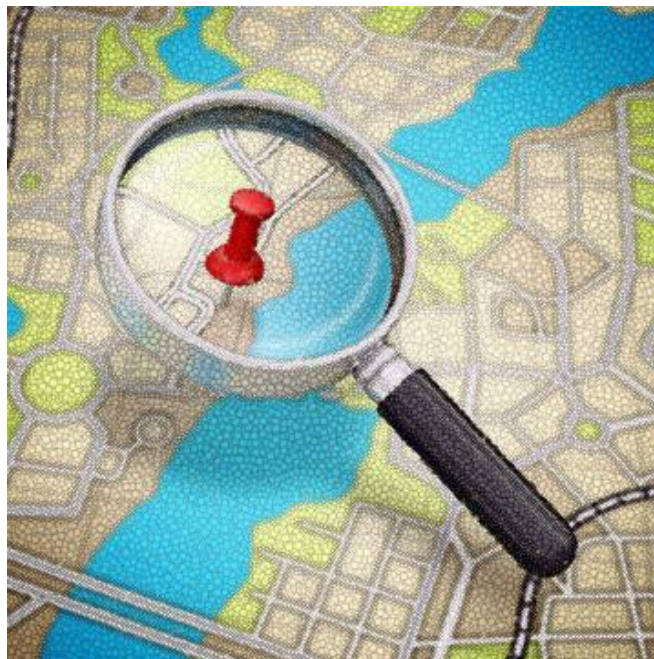
ویرایش مهر ۱۴۰۲ - اکتبر ۲۰۲۳

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| فصل اول- معرفی پروژه و مکان گزینی مقدماتی .....                                      | ۵  |
| ۱-۱- عنوان پروژه .....                                                               | ۵  |
| ۱-۲- شرح مختصر پروژه .....                                                           | ۵  |
| ۱-۳- معرفی محصول .....                                                               | ۵  |
| ۱-۳-۱- انواع مختلف محصول موجود در بازار .....                                        | ۵  |
| ۱-۳-۲- معرفی تیپ ها و کد آیسیک محصول پیش بینی شده برای طرح .....                     | ۸  |
| ۱-۳-۳- کد و حقوق ورودی محصول پیش بینی شده برای طرح .....                             | ۹  |
| ۱-۴- اهمیت و جایگاه محصول در کشور ایران و منافع اجرای طرح .....                      | ۹  |
| ۱-۵- موقعیت مکانی پروژه (مکان گزینی مقدماتی) و دلایل انتخاب مکان .....               | ۱۲ |
| فصل دوم- بررسی کلیات بازار و سطح دسترسی .....                                        | ۱۴ |
| ۲-۱- بررسی بازار جهانی محصول .....                                                   | ۱۴ |
| ۲-۱-۱- بررسی عرضه و تقاضای جهانی و پویایی های بازار (رشد بازار جهانی) .....          | ۱۴ |
| ۲-۱-۲- بررسی قیمت های جهانی و روندهای آن .....                                       | ۱۶ |
| ۲-۲- بررسی عرضه و تقاضای در بازار داخلی محصول .....                                  | ۱۸ |
| ۲-۲-۱- بررسی وضعیت کلی تقاضای بازار و متقاضیان عمده .....                            | ۱۸ |
| ۲-۲-۱-۱- میزان مصرف محصول در سال های گذشته و حال و متقاضیان عمده .....               | ۱۹ |
| ۲-۲-۱-۲- برنامه های توسعه صنعت تولید برق تجدیدپذیر در داخل کشور .....                | ۲۰ |
| ۲-۲-۲- بررسی وضعیت کلی عرضه بازار و عرضه کنندگان عمده .....                          | ۲۲ |
| ۲-۲-۲-۱- بررسی واردات محصول طی سال های گذشته .....                                   | ۲۲ |
| ۲-۲-۲-۲- بررسی تولیدات داخلی، برنامه های توسعه داخلی و حمایت (سیاست) های موجود ..... | ۲۴ |
| ۲-۲-۳- نگاهی به موازنه عرضه و تقاضا و پیش بینی رشد بازار .....                       | ۲۹ |
| ۲-۲-۴- بررسی قیمت های داخلی .....                                                    | ۳۱ |
| ۲-۳- پیشنهاد ظرفیت طرح و نرخ فروش محصول .....                                        | ۳۱ |
| فصل سوم- معرفی فرایند تولید، ابعاد فنی پروژه و سطح دسترسی .....                      | ۳۴ |
| ۳-۱- بررسی کلی فرایند تولید، تکنولوژی تولید و مالکیت بین المللی آن .....             | ۳۴ |
| ۳-۲- مشخصات و استانداردهای عمومی موجود در بازار .....                                | ۳۹ |
| ۳-۳- برآورد ظرفیت اسمی و عملی طرح .....                                              | ۴۱ |
| ۳-۴- لیست ماشین آلات مورد نیاز و پیش بینی شده در طرح .....                           | ۴۱ |
| ۳-۵- عرصه و عملیات عمرانی مورد نیاز و پیش بینی شده در طرح .....                      | ۴۲ |
| ۳-۶- لیست مواد اولیه عمده مورد نیاز و پیش بینی شده در طرح .....                      | ۴۲ |
| ۳-۷- مصارف انرژی طرح .....                                                           | ۴۲ |
| ۳-۸- منابع انسانی مورد نیاز .....                                                    | ۴۲ |
| ۳-۹- پیش بینی برنامه زمانی پروژه .....                                               | ۴۳ |
| ۳-۱۰- تأسیسات و تجهیزات حفاظت محیط زیست .....                                        | ۴۳ |
| ۳-۱۱- سطح دسترسی به امکانات .....                                                    | ۴۳ |
| فصل چهارم- امکان سنجی مالی پروژه .....                                               | ۴۵ |
| ۴-۱- فاز ساخت .....                                                                  | ۴۵ |
| ۴-۱-۱- برنامه زمان بندی فاز ساخت .....                                               | ۴۵ |
| ۴-۱-۲- برآورد سرمایه گذاری طرح (ثابت و در گردش) .....                                | ۴۵ |
| ۴-۲- فاز بهره برداری .....                                                           | ۴۶ |

|    |                                                                   |
|----|-------------------------------------------------------------------|
| ۴۶ | ۴-۲-۱- هزینه‌های تولید (جریان‌ات نقدی خروجی فاز بهره برداری)..... |
| ۴۷ | ۴-۲-۲- درآمدهای طرح (جریان‌ات نقدی ورودی فاز بهره برداری).....    |
| ۴۷ | ۴-۳- صورت‌ها و شاخص‌های مالی طرح.....                             |
| ۴۸ | ۴-۳-۱- ملاحظات مربوط به محاسبات شاخص‌های مالی طرح.....            |
| ۴۸ | ۴-۳-۲- پیش‌بینی جریان‌ات وجوه نقد طرح.....                        |
| ۴۹ | ۴-۳-۴- شاخص‌های مالی طرح و تصمیم‌گیری.....                        |
| ۵۰ | پیوست.....                                                        |

## فصل اول

### معرفی پروژه و مکان گزینی مقدماتی



## فصل اول - معرفی پروژه و مکان گزینی مقدماتی

### ۱-۱- عنوان پروژه

سرمایه‌گذاری مشترک در تولید پنل‌های خورشیدی به ظرفیت ۱۰۰۰ مگاوات

### ۱-۲- شرح مختصر پروژه

این طرح، پیش‌امکان‌سنجی سرمایه‌گذاری مشترک بین طرف ایرانی و شرکت خارجی (دارنده تکنولوژی) برای احداث واحد صنعتی تولید پنل‌های خورشیدی یا همان پنل‌های فتوولتائیک پلی‌کریستال است که محصول آن در تولید برق تجدیدپذیر به صورت مزارع خورشیدی، نیروگاه خورشیدی، برق خانگی و ... مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

### ۱-۳- معرفی محصول

سیستم‌های فتوولتائیک از تعدادی صفحه خورشیدی تشکیل شده‌اند که از ترکیب علوم برق و مکانیک برای طراحی عملکرد آن استفاده شده است. زمانی از این سیستم بهره می‌گیرند که قصد تولید برق از طریق انرژی خورشیدی را داشته باشیم.

به سیستم‌های فتوولتائیک، سیستم PV نیز گفته می‌شود که از حروف اول این سیستم برگرفته شده است. پنل خورشیدی تنها جزء کوچکی از سیستم‌های فتوولتائیک محسوب می‌شوند. پنل یا ماژول خورشیدی از سلول‌های خورشیدی ساخته شده که جنس آن‌ها از سیلیکون و یا سیلیس می‌باشد. سیلیکون از نظر فراوانی دومین عنصر فراوان در پوسته زمین محسوب می‌شود و به همین دلیل نگرانی بابت تمام شدن این محصول برای ساخت پنل‌های خورشیدی وجود ندارد.

وقتی نور خورشید به یک سلول فتوولتایی می‌تابد، بین دو الکترود منفی و مثبت اختلاف پتانسیل بروز کرده و این امر موجب جاری شدن جریان بین آن‌ها می‌گردد.

#### ۱-۳-۱- انواع مختلف محصول موجود در بازار

امروزه پنل‌های خورشیدی موجود در بازار به ۴ نوع اصلی تقسیم می‌شوند: پنل‌های مونو کریستال (Monocrystalline)، پلی کریستال (Polycrystalline)، PERC و پنل‌های فیلم نازک (Thin-Film). پنل‌های خورشیدی مونو کریستالی:

این پنل‌ها که به پنل‌های تک بلوری هم معروف هستند؛ از طریق یک کریستال (بلور) سیلیکونی خالص که به صورت ویفرهای متعددی برش می‌خورد، ساخته می‌شوند. از آنجایی که آن‌ها با سیلیکون خالص تولید می‌گردند، به راحتی به واسطه رنگ سیاه تیره پشت‌شان قابل شناسایی هستند. در ضمن استفاده از سیلیکون خالص باعث

می‌شود تا پنل‌های مونو کریستالی در بین سایر انواع پنل‌های خورشیدی از دو جنبه استفاده بهینه از فضا و دوام زیاد، برتری داشته باشند.

با این حال ساخت آن‌ها بسیار هزینه بر است؛ چرا که مقدار زیادی سیلیکون برای تولید یک سلول تک بلوری مصرف می‌شود (درصد اتلاف سیلیکون گاهی اوقات حتی به ۵۰٪ هم می‌رسد). به همین دلیل این پنل‌ها غالباً قیمت‌های گزافی دارند.

در مکان‌ها و ناحیه‌هایی که دارای تابش آفتاب بیشتری بوده و یا در دمای بالا این گونه پنل‌ها دارای بازدهی بالاتری هستند.

پنل‌های خورشیدی پلی کریستالی:

همانطور که از نامشان پیداست؛ منشاء آن‌ها برخلاف پنل‌های مونو کریستالی، ناشی از چند بلور سیلیکونی متفاوت است. برای تولید پنل‌های خورشیدی پلی کریستالی، قطعات سیلیکون ذوب گردیده و در قالب‌های مربعی ریخته می‌شوند. به همین دلیل سلول‌های پلی کریستالی بسیار مقرون به صرفه‌تر از نوع قبلی هستند؛ زیرا ضایعات آن‌ها بسیار محدود بوده و شکل مربعی مشخصی دارند.

با این حال همین امر باعث می‌شود تا آن‌ها از نظر تبدیل انرژی و فضای اشغالی کارایی پایین‌تری داشته باشند؛ زیرا خلوص سیلیکون و ساختار آن‌ها نسبت به سلول‌های مونو کریستالی در سطح پایین‌تری قرار دارد. در ضمن مقاومت این پنل‌ها در برابر حرارت پایین‌تر است؛ لذا در محیط‌های با دمای بالا کارایی کمتری دارند.

این پنل‌ها در مناطق گرمسیر مناسب‌تر هستند به این دلیل که سطح آن‌ها روشن‌تر و انرژی تابشی خورشید را جذب می‌کنند و افزایش مقاومت در اثر گرم‌تر شدن افت توان پنل خورشیدی کمتر می‌باشد.

راندمان صفحات خورشیدی مونوکریستال بالاتر از صفحات خورشیدی پلی کریستال است. به همین علت در مکان‌هایی که با کمبود جا مواجه هستند از پنل خورشیدی مونوکریستال استفاده می‌کنند زیرا برق تولید شده توسط مونو کریستال بیشتر از پنل خورشیدی پلی کریستال در فضای مشابه است. اما در پروژه‌هایی که زیربنای مناسبی دارند، به در نظر گرفتن فاکتورهای اقتصادی از پلی کریستال استفاده می‌کنند زیرا هزینه تولید و خرید پنل‌های خورشیدی پلی کریستال مقرون به صرفه‌تر از پنل‌های خورشیدی مونوکریستال می‌باشد.

پنل‌های PERC:

پنل‌های خورشیدی PERC که از دو فناوری ساطع کننده غیر فعال (Passivated Emitter) و سلول عقبی (Rear Cell) استفاده می‌کنند؛ در اصل نسخه‌ای اصلاح شده از سلول‌های مونو کریستالی سنتی هستند. این فناوری نسبتاً جدید با افزودن یک لایه غیر فعال به سطح پشتی سلول، کارایی آن را در قالب روش‌های زیر ارتقا می‌دهد:

- باعث انعکاس نور به داخل سلول می‌شود؛ از این رو مقدار تابش خورشیدی جذب شده افزایش می‌یابد.
- باعث کاهش تمایل طبیعی الکترون‌ها به ادغام مجدد و مهار جریان الکترون‌ها در سیستم می‌شود.
- اجازه می‌دهد طول موج‌های بیشتری از نور خورشید منعکس شوند.

از آنجاییکه امواج نوری با طول موج بیش از ۱۱۸۰ نانومتر نمی‌توانند توسط ویفرهای سیلیکونی جذب شوند و به سادگی از آن‌ها عبور کنند نهایتاً ورقه فلزی پشت سلول گرم شده و کارایی آن کاهش می‌یابد. لایه غیر فعال مذکور، این طول موج‌های بلندتر را منعکس کرده و از گرم شدن صفحه پشتی سلول خورشیدی جلوگیری می‌کند.

پنل‌های PERC امکان جمع‌آوری انرژی خورشیدی بیشتری را در قالب سطوح کوچک‌تر فراهم می‌کنند؛ به همین دلیل برای فضاهای محدود بسیار مناسب می‌باشند. روند تولید آن‌ها به دلیل وجود مواد اضافی مورد نیاز، تنها اندکی گران‌تر از تولید پنل‌های سنتی است؛ اما در عوض می‌توان آن‌ها را با استفاده از همان تجهیزات تولید سنتی پنل‌ها تولید کرد. با این حال به دلیل افزایش کارایی‌شان، متوسط هزینه تولید هر وات انرژی کاهش می‌یابد. پنل‌های خورشیدی فیلم نازک:

مشخصه پنل‌های خورشیدی فیلم نازک، لایه‌های بسیار ظریفی است که به دلیل نازک بودن، انعطاف پذیر هستند. در اینجا هر پنل به قاب پشتی نیاز ندارد؛ پس سبک‌تر بوده و راحت‌تر نصب می‌شوند. این پنل‌ها برخلاف پنل‌های سیلیکونی کریستالی که تنها در اندازه‌های استاندارد ۶۰، ۷۲ و ۹۶ سلولی عرضه می‌شوند، این قابلیت را دارند که در اندازه‌های مختلف مطابق با نیازهای خاص تولید گردند. در ضمن آن‌ها نسبت به پنل‌های خورشیدی سیلیکونی معمولی، کارایی کمتری دارند. پنل‌های خورشیدی فیلم نازک، برخلاف پنل‌های کریستالی که از سیلیکون ساخته می‌شوند از طریق لایه‌های نازکی از مواد مختلف تولید می‌گردند که عبارتند از:

- کادمیم تلورید (CdTe)
- سیلیکون آمورف (a-Si)
- مس ایندیوم گالیم سلنید (CIGS)
- کادمیم تلورید (CdTe)

کادمیم تلورید (CdTe): همانند سلول‌های پلی کریستالی کم هزینه است. همچنین در هنگام پردازش پنل‌های کادمیم تلورید، ردپای کربن آن‌ها از همه انواع پنل‌های خورشیدی کمتر است، و باید به این مزیت‌ها مصرف پایین آب در هنگام تولید و دوره بازگشت سرمایه سریع را نیز اضافه کرد. اما به دلیل ماهیت سمی کادمیوم، بازیافت آن‌ها نسبت به مواد دیگر گران‌تر است.

سیلیکون آمورف (a-Si): پنل‌های سیلیکونی آمورف، نام خود را از ماهیت بی شکل شان گرفته اند. برخلاف سلول‌های خورشیدی پلی و مونو کریستالی، سیلیکون در سطح مولکولی ساختار بندی نمی‌شود. یک سلول a-Si به طور متوسط تنها به بخشی از سیلیکون های مورد نیاز برای تولید سلول‌های سیلیکونی معمولی نیاز دارد؛ بنابراین هزینه تولید و در مقابل کارایی آن‌ها نیز پایین است. به همین دلیل است که پنل‌های a-Si برای مواردی که به انرژی بسیار کمی نیاز دارند مناسب است که از جمله می توان به ماشین حساب های جیبی اشاره کرد. مس ایندیوم گالیم سلیکاید (CIGS): پنل‌های CIGS از یک لایه نازک مس، ایندیوم، گالیم و سلیوم ساخته می‌شوند که روی یک صفحه شیشه ای یا پلاستیکی رسوب می کنند. هر چند ترکیب این عناصر باعث افزایش کارایی این نوع از پنل‌ها در بین سایر پنل‌های فیلم نازک می‌شود؛ اما کارایی آن‌ها هرگز به پای پنل‌های سیلیکونی کریستالی نمی رسد.

از معایب پنل خورشیدی فیلم نازک می توان به هزینه بالای تولید و نداشتن دانش تخصصی ساخت این پنل‌ها اشاره نمود. این عوامل منجر می‌شوند که استقبال چندانی از این پنل‌های خورشیدی در ایران نشود و در ایران جایگاه ویژه‌ای نداشته باشند.

پنل‌های خورشیدی کریستالی دارای بالاترین نرخ کارایی در میان انواع مختلف پنل‌های خورشیدی هستند.

- کارایی پنل‌های مونو کریستالی عموماً بالای ۲۰٪ است.
  - کارایی پنل‌های PERC به لطف وجود لایه غیر فعال، ۵٪ بیشتر از پنل‌های قبلی است.
  - کارایی پنل‌های پلی کریستالی غالباً بین ۱۵ تا ۱۷٪ است.
  - کارایی پنل‌های فیلم نازک در مقایسه با پنل‌های سیلیکونی معمولاً ۲ تا ۳٪ پایین تر است. به طور متوسط:
  - کارایی پنل‌های CIGS در محدوده ۱۳ تا ۱۵٪ می‌باشد.
  - کارایی پنل‌های CdTe بین ۹ تا ۱۱٪ است.
  - پنل‌های a-Si کمترین سطح کارایی را دارند و بهره وری آن‌ها در محدوده ۶ تا ۸٪ است.
- با توجه به انواع بررسی شده در فوق، در این طرح تولید پنل‌های کریستالی به واسطه پیچیدگی‌های تکنولوژیکی کمتر و بازدهی قابل قبول و همچنین تکنولوژی تقریباً یکسان (در دو حالت مونو کریستال و پلی کریستال)، پیشنهاد شده است.

## ۲-۳-۱- معرفی تیپ ها و کد آیسیک محصول پیش بینی شده برای طرح

کد آیسیک پنل‌های خورشیدی در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۱-۱- کد آیسیک محصولات

| کد تعرفه | شرح تعرفه |
|----------|-----------|
|----------|-----------|

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| پنل خورشیدی چند کریستالی | ۳۲۱۰۴۱۳۳۶۰ |
| پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۳۲۱۰۴۱۳۳۶۱ |
| پنل خورشیدی فیلم نازک    | ۳۲۱۰۴۱۳۳۶۲ |

منبع: [www.irancode.ir](http://www.irancode.ir)

### ۳-۳-۱- کد و حقوق ورودی محصول پیش بینی شده برای طرح

تعرفه گمرکی پنل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسیته) ۸۵۴۱۴۰۱۰ می باشد که مشمول ۱۵٪ حقوق گمرکی و سود بازرگانی و ۹٪ مالیات ارزش افزوده می باشد.

جدول ۱-۲- کد تعرفه محصولات

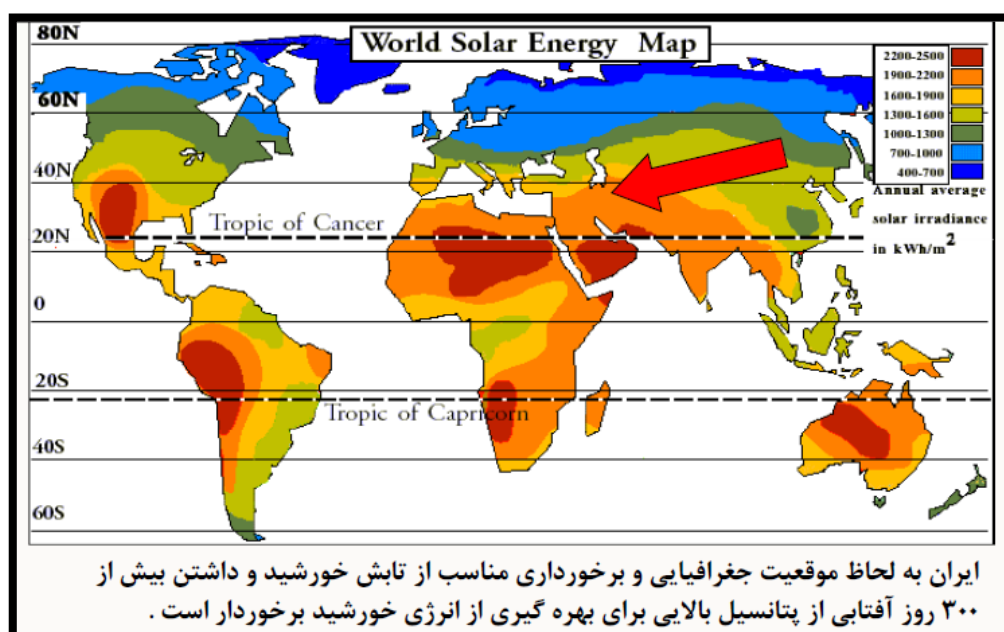
| کد تعرفه | شرح تعرفه                                                                                         |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۸۵۴۱۴۰۱۰ | پنل های خورشیدی (تبدیل کننده انرژی خورشیدی به الکتریسته)                                          |
| ۸۵۴۱۴۲۰۰ | سلول های فوتوولتاییک (قوه های نوری) جفت و جور نشده (سوار نشده) در ماژول یا ساخته نشده به صورت پنل |
| ۸۵۴۱۴۳۰۰ | سلول های فوتوولتاییک (قوه های نوری) جفت و جور شده در ماژول یا ساخته شده به صورت پنل               |

منبع: گمرک جمهوری اسلامی ایران و اتاق بازرگانی ایران

### ۴-۱- اهمیت و جایگاه محصول در کشور ایران و منافع اجرای طرح

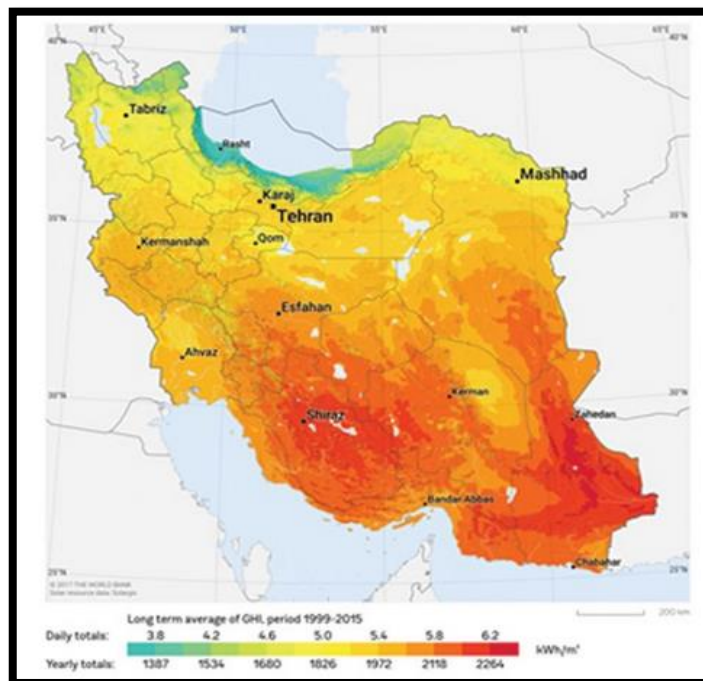
از دیدگاه بلندمدت مطابق پیش بینی های ارائه شده در سند تراز تولید و مصرف گاز طبیعی تا افق ۱۴۲۰، تراز گاز کشور در سال ۱۴۲۰ به طور متوسط روزانه ۱۱۱ میلیون متر مکعب منفی است و شرکت گاز برای تامین گاز نیروگاه های کشور به طور متوسط روزانه ۲۷۸/۵ میلیون متر مکعب گاز را تعهد نموده است. بدیهی است با توجه به این تراز منفی امکان استفاده بیشتر از گاز برای تولید برق وجود نخواهد داشت. از طرفی طبق گزارش آمار تفصیلی صنعت برق ایران از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۸ رشد سالانه مصرف برق ۴/۴ درصد بوده است. بر اساس همین نرخ رشد پیش بینی می شود که در سال ۱۴۲۰ مصرف برق کشور به ۸۴۵ تراوات ساعت برسد. در نتیجه تراز انرژی الکتریکی در سال ۱۴۲۰، با در نظر گرفتن گاز تعهد داده شده، ۴۴۹- تراوات ساعت خواهد بود. این بدان معنا است که در سال ۱۴۲۰ فقط ۴۷٪ از نیاز نیروگاه ها با گاز تامین خواهد شد و مابقی آن باید از سوخت مایع تامین گردد. لازم به ذکر است تأمین این کسری خود به ۱۱۵ هزار میلیون لیتر سوخت مایع در روز نیاز دارد. این در حالی است که در سال ۱۳۹۹ شرکت پخش فرآورده های نفتی تنها ۱۶ هزار میلیون لیتر سوخت مایع را در روز تامین نموده است و تأمین همین مقدار سوخت مایع نیز با مشکلات فراوانی مواجه است (برق منطقه ای خراسان رضوی، ۱۴۰۰).

از این رو، تنها راه برون رفت از این مشکل استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر است. در سال‌های اخیر انرژی‌های تجدید پذیر بدلیل مزیت‌های بسیار زیاد از جمله پاک بودن و در دسترس بودن به شدت مورد توجه قرار گرفته‌اند. در کشور ما نیز، با توجه به نیاز روز افزون به منابع انرژی و کم شدن منابع انرژی فسیلی، ضرورت سالم نگه داشتن محیط زیست، کاهش آلودگی هوا، محدودیت‌های برق رسانی و تأمین سوخت برای نقاط و روستاهای دور افتاده و ... استفاده از انرژی‌های نو مورد توجه قرار گرفته است. انرژی خورشیدی یکی از مهم‌ترین انواع انرژی‌های تجدید پذیر در ایران است؛ چرا که اکثر مناطق ایران از توانایی قابل توجهی در استفاده از انرژی خورشیدی برخوردارند. رشد روزافزون مزارع خورشیدی، رشد تقاضای پنل‌های فتوولتاییک را به همراه داشته است. برنامه وزارت نیرو برای تولید ۴ گیگاوات برق از انرژی خورشیدی (مطابق مصوبه شورای اقتصاد مورخ ۱۴۰۰/۱۲/۸) با استفاده از ظرفیت ماده ۱۲ قانون رفع موانع تولید، نشان دهنده اهمیت این موضوع می باشد.



نقشه ۱-۱- میزان تابش سالیانه خورشید در جهان

منبع: <https://nanoclub.ir>



نقشه ۱-۲- پتانسیل تابش و نقشه تابش خورشید در ایران

منبع: <https://nanoclub.ir>

- دو ماه تابش خورشید در ایران معادل با کلیه ذخایر نفت و گاز طبیعی در کشور می‌باشد.
- اگر فقط ۱٪ مساحت ایران با انواع سیستم‌های خورشیدی پوشانده شود، کل انرژی مورد نیاز کشور تامین می‌گردد.

در سال‌های اخیر به دلیل افزایش استفاده از انرژی خورشیدی در کشور، رشد بی سابقه‌ای را در واردات انواع پنل خورشیدی به خصوص پنل‌های چینی شاهد هستیم. تولید پنل‌های خورشیدی در کشور می‌تواند، این وابستگی را از بین برده و بازدهی نیروگاه‌های خورشیدی را افزایش دهد. پنل‌های خورشیدی علاوه بر استفاده وسیع در نیروگاه‌ها، برای تامین روشنایی پارک‌ها، روشنایی علائم راهنمایی و رانندگی، شارژ انواع باتری، تصفیه خانه‌های کوچک و ... به کار برده می‌شوند.

انتظار می‌رود، با روند رو به کاهشی که سوخت‌های فسیلی در دنیا دارند، تعداد نیروگاه‌های تجدیدپذیر بخصوص نیروگاه خورشیدی در سال‌های آینده همچنان رو به رشد باشد. پنل‌های خورشیدی فتوولتاییک از ارکان نیروگاه‌های خورشیدی هستند، از این رو ساخت آن‌ها از توجیه‌پذیری اقتصادی برخوردار است.

## ۵-۱- موقعیت مکانی پروژه (مکان‌گزینی مقدماتی) و دلایل انتخاب مکان

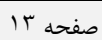
مهمترین مواردی که در انتخاب موقعیت مکانی پروژه موثر است، به شرح زیر است:

- نزدیکی به مواد اولیه
- فراهم بودن زیر ساخت های مناسب
- دسترسی به بازار هدف داخلی و بازار هدف خارجی
- معافیت های مالیاتی

سیلیس ماده‌ی اصلی تشکیل دهنده سلول خورشیدی است و خراسان رضوی از جمله استان‌های غنی از نظر برخورداری از معادن آن است. عمده سیلیس دارای کیفیت مطلوب این استان در تربت‌جام قرار دارد که درصد خلوص آن از ۹۴.۵ تا ۹۷.۵ درصد و در خاورمیانه کم‌نظیر است. فریمان و تربت حیدریه نیز از جمله شهرهای استان هستند که دارای ذخیره سیلیس می‌باشند. البته با این شرایط نیز به دلیل برخورداری تولید این محصول از تکنولوژی پیشرفته، مواد اولیه از خارج از کشور تأمین می‌گردد. بنابراین با توجه به موقعیت مکانی و سطح دسترسی‌های شهر مشهد و نزدیکی آن به بازارهای بین‌المللی، استقرار واحد تولید پنل خورشیدی در محدوده شهرک صنعتی کاویان (فاز کانی‌های غیرفلزی) در استان خراسان رضوی، کیلومتر ۴۵ جاده مشهد-فریمان، پیشنهاد می‌گردد.



# بررسی کلیات بازار

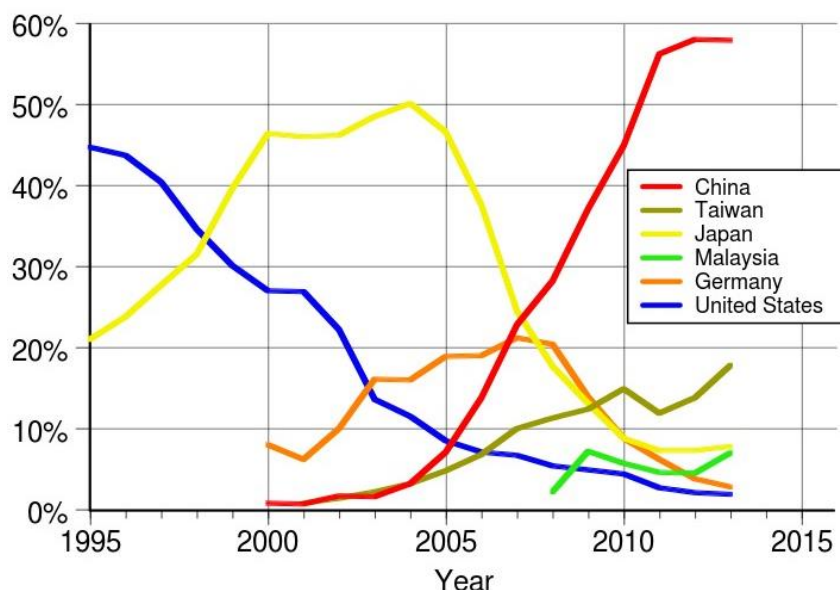


## فصل دوم- بررسی کلیات بازار و سطح دسترسی

### ۲-۱- بررسی بازار جهانی محصول

#### ۲-۱-۱- بررسی عرضه و تقاضای جهانی و پویایی های بازار (رشد بازار جهانی)

با ظهور فناوری پنل خورشیدی و سپس تجاری شدن این فناوری، از اواخر دهه ۱۹۷۰ به مدت سه دهه آمریکا عمده پنل‌ها را در جهان تولید می‌کرد. اما گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر تحت برنامه‌های پنج ساله چین مورد حمایت ویژه از جمله وام‌ها و مشوق‌های مالیاتی قرار گرفت به طوری که در سال ۲۰۲۱ چین ۷۵ درصد پنل خورشیدی جهان را تولید کرده است. چین شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات فتوولتائیک را خریداری و از صاحبان شرکت‌های دیگر دعوت کرد تا کارخانه‌های خود را برای استفاده از نیروی کار ماهر و ارزان به چین منتقل کنند. فرار از پرداخت مالیات و دریافت اعتبار مالیاتی عامل دیگری برای ترغیب شرکت‌ها به این کار بود. ساخت پنل‌های خورشیدی دشوار است و برای ساخت کارآمد آن‌ها، این تجارت به کارخانه‌های بزرگ و نیمه خودکار نیاز دارد. با کمک ۴۷ میلیارد دلاری از طرف دولت چین و ساخت کارخانه‌های تولید سلول و پنل با ظرفیت بالا و استراتژیک خواندن این صنعت، چین توانست هزینه تمام‌شده تجهیزات خورشیدی فتوولتائیک را بسیار کاهش دهد و سهم کشورهای مختلف از تولید پنل‌های فتوولتائیک را در اختیار بگیرد که در نمودار زیر این روند مشخص شده است.

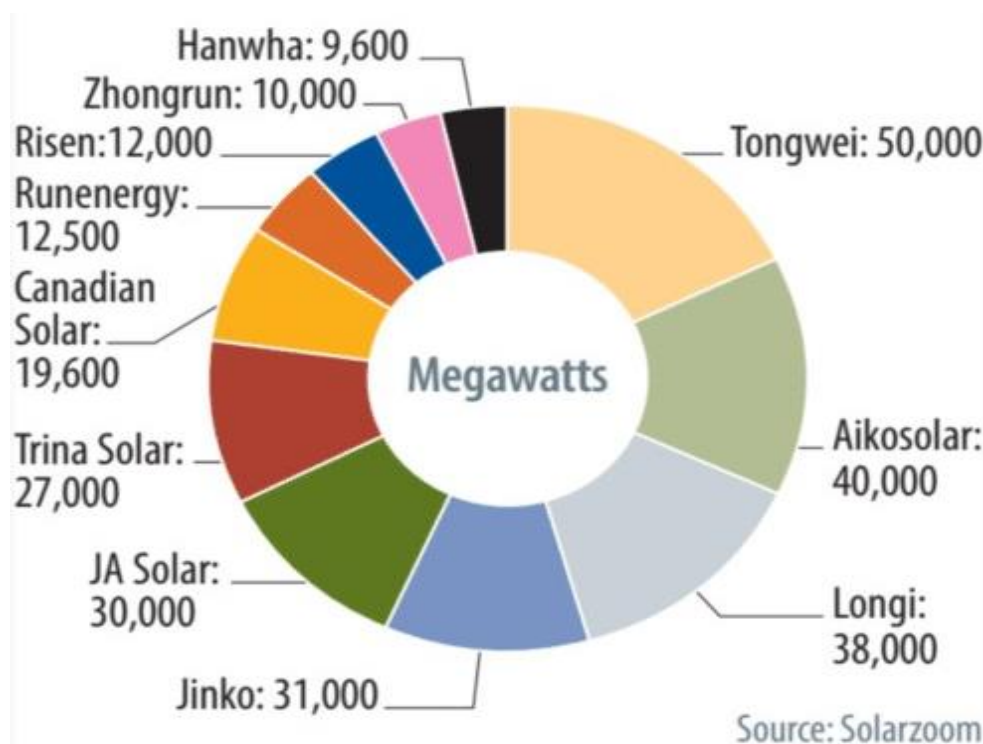


نمودار ۲-۱- سهم بازار سلول‌های فتوولتائیک

منبع: [www.masireqtasad.ir](http://www.masireqtasad.ir)

اقدامات حمایتی چین موجب تسخیر بازار پنل فتوولتاییک توسط شرکت‌های چینی شد و تقریباً تمام رقبا را از دور خارج کرد. چین پس از آن تصمیم گرفت از سیاست‌های آلمان پیروی کند و تعرفه‌هایی را برای خرید برق تولیدکنندگان برق تجدیدپذیر اختصاص بدهد تا تولید برق تجدیدپذیر به صرفه باشد. نتیجه افزایش تقاضای داخلی برای انرژی خورشیدی بود.

نمودار زیر ظرفیت تولید بزرگترین شرکت‌های تولیدکننده پنل خورشیدی را در سال ۲۰۲۲ برحسب مگاوات نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، مقیاس تولید این شرکت‌ها بسیار بالا و ظرفیت تولید سالانه آنها فراتر از ۱۰ هزار مگاوات و در شرکت‌های بزرگتر نزدیک به ۵۰ هزار مگاوات است.



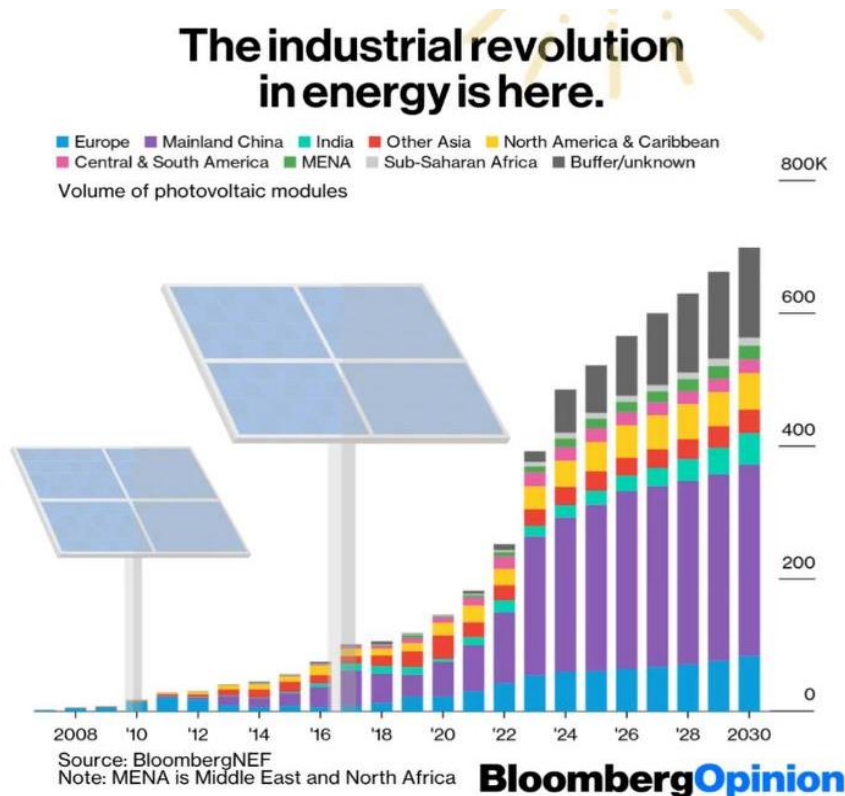
نمودار ۲-۲- ظرفیت تولید پنل خورشیدی در شرکت‌های مختلف جهان در سال ۲۰۲۲ (مگاوات)

میزان اشتغال‌زایی در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر در طی سال‌های اخیر رشد فزاینده‌ای داشته است به‌طوری‌که در حدود ۳/۱۰ میلیون نفر در این حوزه مشغول به کار می‌باشند.

میزان ظرفیت نصب شده انرژی خورشیدی طی یک دهه ۴۲ برابر شده است و از ۹ مگاوات در سال ۲۰۰۷ به ۳۸۹ مگاوات در سال ۲۰۱۷ رسیده است.<sup>۱</sup> میزان کل انرژی ساطع شده از خورشید  $10^{20} \times 8/3$  مگاوات می‌باشد

که البته میزان اندکی از آن را زمین دریافت می‌کند که چیزی در حدود  $10^{11} \times 7$  مگاوات می‌باشد که حدوداً ۸۴ دقیقه از همین میزان می‌تواند مصرف یک سال کل زمین را تامین کند.

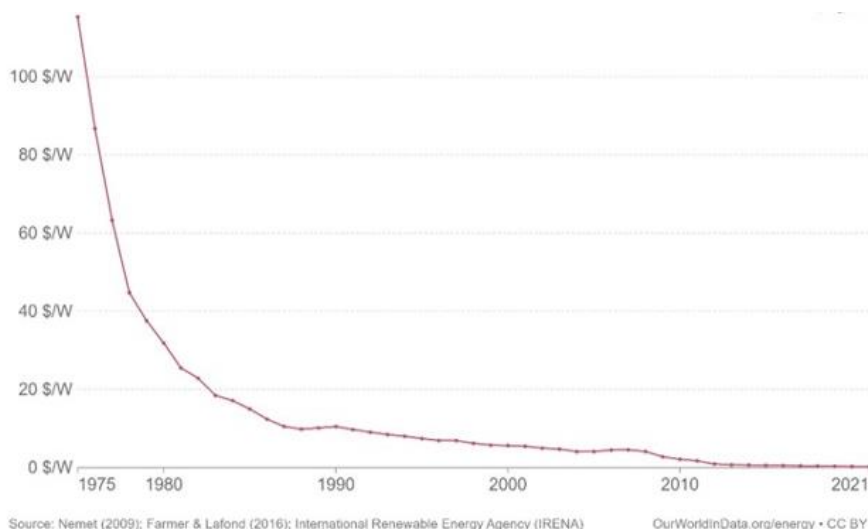
بازار جهانی انرژی خورشیدی در حال ثبت رکوردهای بی‌سابقه‌ای در نصب و کاهش قیمت‌ها در پنل‌های خورشیدی است. پیش‌بینی می‌شود نصب پنل‌های خورشیدی در سال ۲۰۲۳، ۵۳٪ افزایش یابد.



نمودار ۲-۳- پیش‌بینی روند نصب پنل‌های خورشیدی تا سال ۲۰۳۰

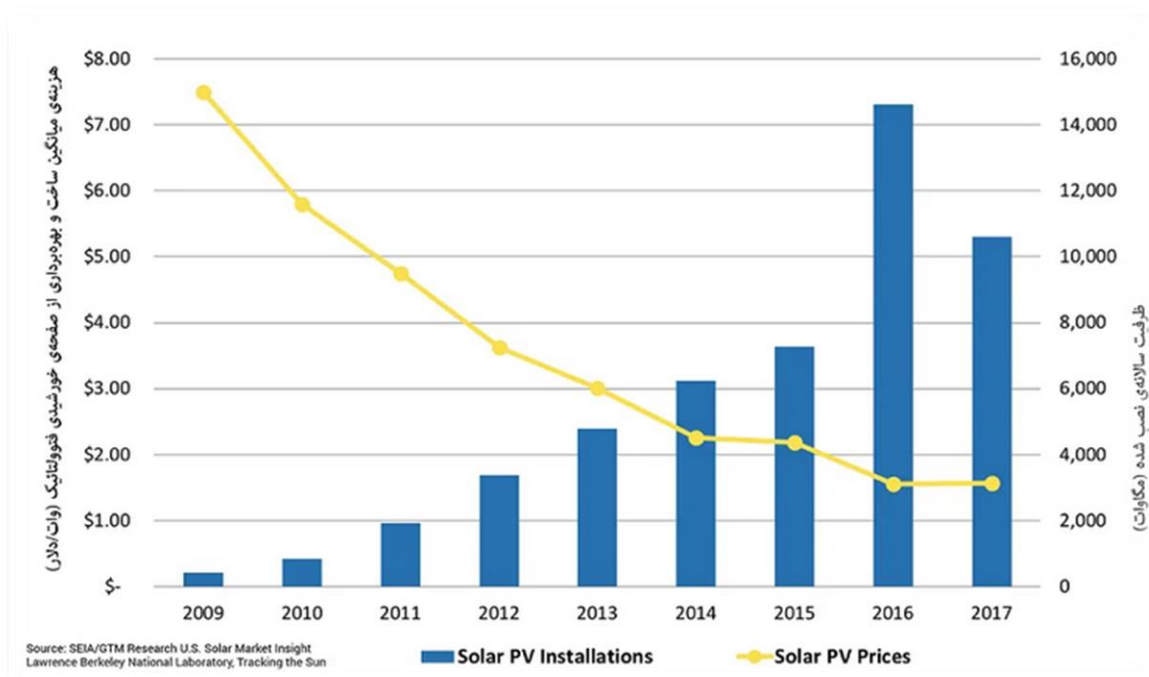
## ۲-۱-۲- بررسی قیمت‌های جهانی و روندهای آن

یکی از عوامل توسعه و رشد انرژی خورشیدی در جهان کاهش شدید قیمت پنل‌های فتوولتائیک است. نمودار زیر تغییرات قیمت هر وات ظرفیت پنل فتوولتائیک را بر حسب دلار نشان می‌دهد که در سال ۲۰۲۱ به ۳۷ سنت (دلار) برای هر وات ظرفیت پنل خورشیدی فتوولتائیک رسیده است.



نمودار ۴-۲- روند قیمت هر وات ظرفیت پنل فتوولتاییک بر حسب دلار

افت شدید قیمت‌ها باعث شده است که تولید انرژی خورشیدی بیشتر از همیشه مقرون به صرفه باشد. قیمت متوسط سیستم فتوولتاییک تکمیل شده طی دهه‌ی گذشته، مطابق نمودار زیر به میزان ۵۹ درصد کاهش یافته است. هنگامی که صنایع مقیاس تولید را افزایش دادند و فناوری تولید را با مواد جدید بهبود بخشیدند، قیمت سلول و پنل فتوولتاییک به طور چشمگیری کاهش یافت. هزینه‌های نصب نیز با کمک نصاب‌های آموزش دیده و باتجربه، پایین آمد.



نمودار ۵-۲- هزینه‌ی میانگین ساخت و بهره‌برداری از صفحه‌ی خورشیدی فتوولتاییک

پنل‌های مونو کریستالی به دلیل فرآیند تولید انرژی بر و ناکارآمدشان (چرا که بازدهی هر بلور سیلیکونی تنها ۵۰٪ است)، قیمت بالایی دارند. با این حال ماژول‌های پلی کریستالی ارزان‌تر هستند، زیرا از قطعات کریستالی باقی مانده از تولید پنل‌های مونو کریستالی ساخته می‌شوند؛ از این رو فرآیند ساخت آن‌ها ساده‌تر و هزینه‌های تولیدشان پایین‌تر است.

در میان پنل‌های خورشیدی فیلم نازک، پنل‌های CIGS از همه گران‌تر هستند و پس از آن پنل‌های CdTe و سیلیکون آمورف در رده‌های بعدی قرار می‌گیرند. ماژول‌های فیلم نازک جدای از قیمت پایین آن‌ها، وزن پایین‌تری داشته، انعطاف پذیری بالاتری دارند و آسان‌تر نصب می‌شوند؛ لذا هزینه‌های نیروی کار آن‌ها در هنگام نصب پایین‌تر است.

جدول ۱-۲- قیمت‌های خارجی پنل‌های خورشیدی پلی کریستال

| نوع پنل             | قیمت هر وات (دلار) |
|---------------------|--------------------|
| پلی کریستال ۳۲۰ وات | ۰/۲                |
| پلی کریستال ۴۰۰ وات | ۰/۱۶               |
| پلی کریستال ۵۵۰ وات | ۰/۱۹               |

منبع: [www.alibaba.com](http://www.alibaba.com)

توضیح: این ارقام، شامل هزینه نصب و نیروی کار نمی‌شوند. میانگین کلی هزینه‌ها با احتساب هزینه نیروی کار و سایر عوامل سربرار ممکن است افزایش یابد.

## ۲-۲- بررسی عرضه و تقاضای در بازار داخلی محصول

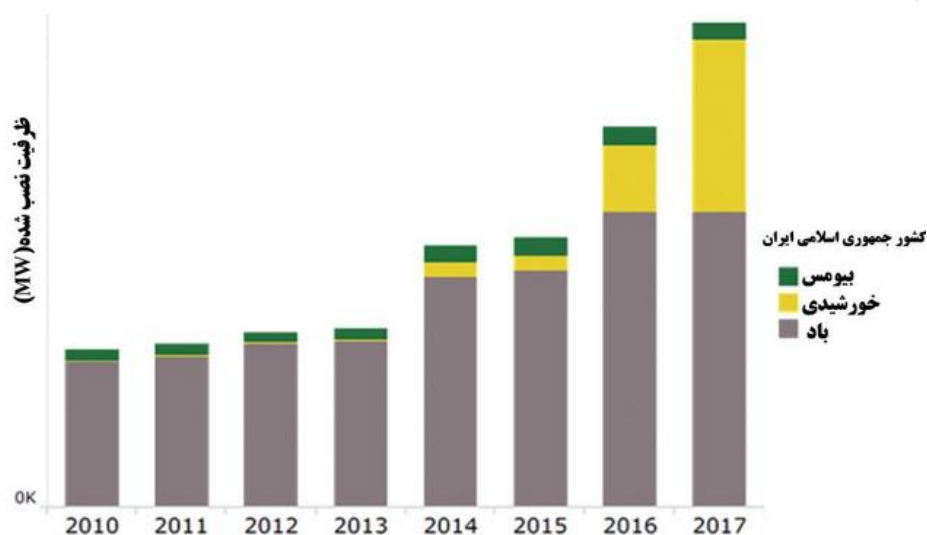
### ۲-۲-۱- بررسی وضعیت کلی تقاضای بازار و متقاضیان عمده

تقاضا برای پنل‌های خورشیدی در ایران شاهد یک روند صعودی ثابت بوده است که ناشی از آگاهی روزافزون از مزایای زیست محیطی و اقتصادی انرژی‌های تجدیدپذیر است. این تقاضا در هر دو بخش مسکونی و تجاری مشهود است. در حوزه مسکونی، صاحبان خانه و مشاغل کوچک به طور فزاینده‌ای از پنل‌های خورشیدی برای کاهش هزینه انرژی و کمک به پایداری استقبال می‌کنند. در بخش تجاری، صنایع، مجتمع‌های اداری و موسسات، ارزش انرژی خورشیدی را در دستیابی به کارایی، کاهش هزینه‌ها و انجام مسئولیت اجتماعی تشخیص می‌دهند. پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که تقاضا برای برق در ایران به دلیل صنعتی شدن، شهرنشینی و رشد جمعیت همچنان رو به افزایش خواهد بود. علاوه بر این، تمرکز جهانی در حال تحول بر کاهش انتشار کربن با برنامه‌های کشور برای چشم انداز انرژی پاک همسو است. با افزایش فشار بین المللی برای مبارزه با تغییرات آب و هوایی، بازار انرژی خورشیدی احتمالاً با افزایش علاقه سرمایه‌گذاران، هم در داخل و هم در سطح بین‌المللی مواجه خواهد شد. این روندهای جهانی در صورتی که با سیاست‌های مطلوب دولت همراه شود، می‌تواند زمینه را برای ورود

کشور به بازار استراتژیک تولید پنل‌های خورشیدی فراهم کند. آن بخش از تقاضای بازار در این طرح بیشتر حایز اهمیت است که به شکل مزرعه خورشیدی متبلور می‌شود و حجم زیادی پنل را تقاضا می‌نماید. برنامه وزارت نیرو برای تولید ۴ گیگاوات برق از انرژی خورشیدی (مطابق مصوبه شورای اقتصاد مورخ ۱۴۰۰/۱۲/۸) با استفاده از ظرفیت ماده ۱۲ قانون رفع موانع تولید، نشان دهنده اهمیت موضوع و مقیاس تقاضا می‌باشد. در بخش‌های بعدی در این مورد بیشتر توضیح داده خواهد شد.

#### ۱-۲-۲- میزان مصرف محصول در سال‌های گذشته و حال و متقاضیان عمده

در ایران نیز طی سالیان اخیر، گرایش به انرژی‌های تجدیدپذیر افزایش یافته است.



نمودار ۲-۶- ظرفیت نصب شده انرژی خورشیدی

منبع: <https://nanoclub.ir>

میزان تولید برق خورشیدی کشور طی سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۹۹ بر اساس آمارهای ترازنامه انرژی به شرح جدول زیر می‌باشد که روندی افزایشی داشته است.

جدول ۲-۲- تولید برق خورشیدی کشور طی سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۹۹ (مگاوات)

| ۱۳۹۹   | ۱۳۹۸   | ۱۳۹۷   | ۱۳۹۶  | ۱۳۹۵ | ۱۳۹۴ | ۱۳۹۳ | ۱۳۹۲ | ۱۳۹۱ |
|--------|--------|--------|-------|------|------|------|------|------|
| ۵۸۳۸۸۷ | ۴۹۹۱۹۷ | ۳۳۹۵۲۴ | ۸۶۱۹۸ | ۴۴۲۰ | ۸۵۷  | ۴۰   | ۶۸   | ۶۴   |

منبع: ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۹

جدول ۲-۲ میزان برق خورشیدی تولید شده را به واحد مگاوات ساعت نشان می‌دهد. برای داشتن وحدت رویه و امکان مقایسه آمار و اطلاعات، باید میزان برق تولیدی بر اساس تعداد پنل یا ظرفیت تولید برآورد شود. بنابراین با فرض اینکه به طور متوسط ۱۰ ساعت تابش آفتاب در روز داشته باشیم و کل روزهای آفتابی سال ۳۰۰ روز

(با توجه به نقشه ۱-۱) باشد، همچنین توان هر پنل ۲۵۰ وات ساعت در نظر گرفته شود، هر پنل در روز ۲۵۰۰ وات یا ۲/۵ کیلووات و در سال ۷۵۰ کیلووات یا ۰/۷۵ مگاوات برق تولید می‌کند. از آنجا که بیشتر پنل‌های خورشیدی موجود در بازار، دارای ظرفیتی بین ۲۵۰ تا ۴۰۰ وات هستند و در این طرح ظرفیت ۲۵۰ وات در نظر گرفته شده، لذا برای تولید ۱ کیلووات ظرفیت به ۳ یا ۴ پنل خورشیدی و برای ۱ مگاوات، بین ۲۵۰۰ تا ۴۰۰۰ پنل نیاز است. جدول زیر تعداد پنل استفاده شده در تولید انرژی خورشیدی در کشور را بر مبنای میزان تولید برق خورشیدی گزارش شده توسط ترازنامه انرژی برآورد کرده است.

جدول ۳-۲- میانگین تعداد پنل‌های مورد استفاده در تولید برق خورشیدی کشور طی سال‌های ۱۳۹۹-۱۳۹۱ (عدد)

| ۱۳۹۹   | ۱۳۹۸   | ۱۳۹۷   | ۱۳۹۶   | ۱۳۹۵ | ۱۳۹۴ | ۱۳۹۳ | ۱۳۹۲ | ۱۳۹۱ |
|--------|--------|--------|--------|------|------|------|------|------|
| ۷۷۸۵۱۷ | ۶۶۵۵۹۶ | ۴۵۲۶۹۹ | ۱۱۴۹۳۱ | ۵۸۹۳ | ۱۱۴۲ | ۵۴   | ۹۱   | ۸۵   |

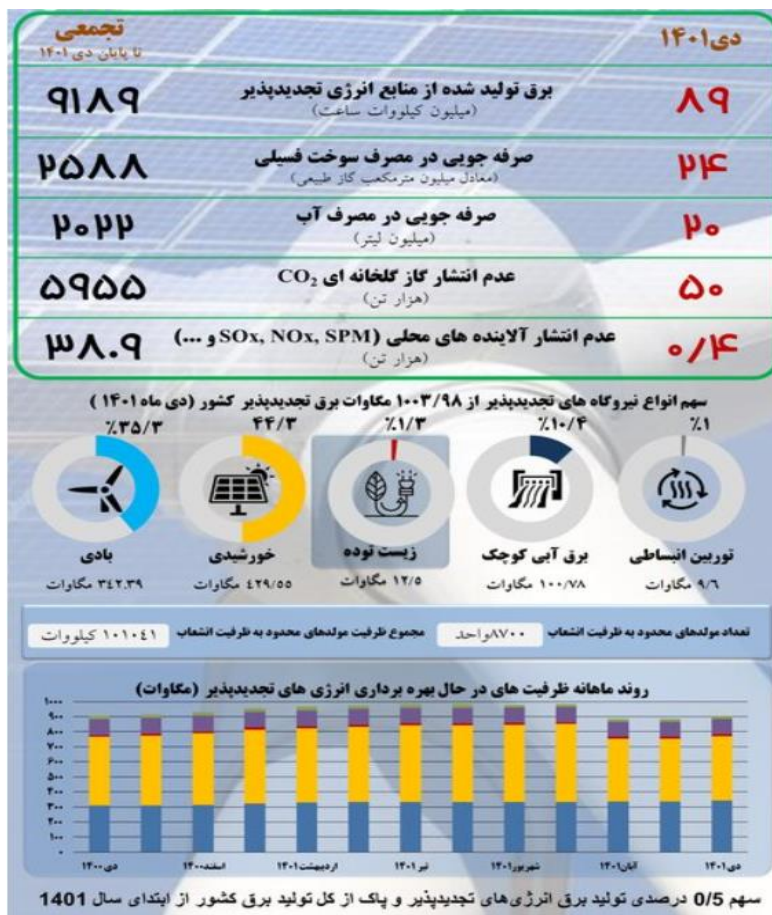
منبع: محاسبات تحقیق

در این برآورد ظرفیت هر پنل ۲۵۰ وات در نظر گرفته شده است.

باید توجه داشت که اعداد جدول به صورت تجمعی هستند.

## ۲-۲-۱-۲- برنامه های توسعه صنعت تولید برق تجدیدپذیر در داخل کشور

با وجود اینکه ایران دارای حدود ۳۰۰ روز آفتابی است و علاوه بر آن شدت تابش آفتاب در کشورمان از بسیاری کشورها بیشتر است اما سهم انرژی‌های تجدیدپذیر و به خصوص انرژی خورشیدی در تولید برق کشور بسیار ناچیز است. بر اساس آمارهای سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق، ایران دارای ظرفیت احداث ۶۰ هزار مگاوات نیروگاه خورشیدی است.



تصویر ۱-۲- سهم انواع انرژی های تجدیدپذیر در تولید برق ایران  
منبع: [www.manasazan.ir](http://www.manasazan.ir)

در این خصوص باید به طرح های تشویقی وزارت نیرو برای توسعه ظرفیت تولید برق از انرژی های تجدیدپذیر (با تأکید بر انرژی خورشیدی) در کشور اشاره داشت:

بر اساس اظهارات سخنگوی ساتبا و در پی مصوبه و ابلاغیه وزیر نیرو در سال ۱۴۰۱، نرخ خرید تضمینی برق نیروگاه های خورشیدی مقیاس کوچک تا ۲۰ کیلووات از ۱۴۵۰ تومان به ازای هر کیلووات ساعت به ۱۷۵۰ تومان افزایش یافته است و چنانچه این میزان از ۲۰ کیلووات به ۲۰۰ کیلووات افزایش یابد، نرخ خرید تضمینی آن از ۱۲۰۰ تومان به ۱۶۵۰ تومان به ازای هر کیلووات ساعت افزایش خواهد یافت. همچنین امکان عقد قرارداد خرید تضمینی ۲۰ ساله برق، برای توسعه نیروگاه های خورشیدی در شهرک های صنعتی روی سقف سوله ها، زمین های در اختیار شرکت ها یا مراکز تولیدی و نیز زمین های شخصی که کاربری های دیگری ندارد از ۲۰۰ کیلووات تا ۳ مگاوات با نرخ ۱۶۵۰ به ازای هر کیلووات ساعت با ساتبا فراهم شده است.

علاوه بر این‌ها، معافیت‌های مالیاتی، کاهش عوارض گمرکی، و حمایت مالی برای تحقیق و توسعه در فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر در ارتقای پروژه‌های انرژی خورشیدی مؤثر بوده‌اند. کسانی که پروانه احداث نیروگاه تجدید پذیر دارند می‌توانند قطعات و تجهیزات مورد نیاز را با بهره‌گیری از معافیت و تخفیف حقوق گمرکی وارد نمایند. معافیت حقوق ورودی برای ماشین آلات خط تولید پنل‌ها نیز اعمال می‌گردد. مصوبه‌ها و معاهده‌های موجود در رابطه با انرژی‌های نو و تجدیدپذیر در ادامه ارائه شده است:

- ماده ۱۳۳ برنامه پنجم توسعه و قانون دائمی اصلاح الگوی مصرف انرژی وزارت نیرو را موظف به خرید تضمینی برق پاک خورشیدی کرده است.
- مصوبه خرید تا ۳۰ درصد بیشتر از نیروگاه‌های با تجهیزات ایرانی
- مصوبه ترانزیت برق خورشیدی به کشورهای همسایه با PPA و ارز بین المللی
- معاهده بین المللی اقلیمی پاریس کشورهای عضو را ملزم کرده است تا از سال ۲۰۲۰ نسبت به کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای اقدام کنند که انرژی‌های پاک راهکار این مساله می باشد. در غیر این صورت اعضا متحمل جریمه و تحریم خواهند شد.

## ۲-۲-۲- بررسی وضعیت کلی عرضه بازار و عرضه کنندگان عمده

### ۱-۲-۲-۲- بررسی واردات محصول طی سال‌های گذشته

مقدار و ارزش واردات و صادرات پنل‌های خورشیدی طی دهه ۹۰ در جدول زیر نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود مقدار و ارزش صادرات بسیار کم‌تر از واردات صورت گرفته در این دوره بوده است. با توجه به تولیدکنندگان قدرتمند در جهان و فضای رقابتی از لحاظ برندهای مورد استفاده و همچنین عدم خودکفایی در کشور، نتوانسته‌ایم در بازارهای جهانی سهم قابل توجهی کسب کنیم.

جدول ۲-۴- واردات پنل‌های خورشیدی به کشور

| سال  | شماره تعرفه | وزن - کیلوگرم | تعداد تقریبی پنل | ارزش - ریال       | ارزش - دلار |
|------|-------------|---------------|------------------|-------------------|-------------|
| ۱۳۹۰ | ۸۵،۴۱۴،۰۱۰  | ۲۸۱،۱۵۰       | ۱۵،۶۱۹           | ۳۵،۴۰۵،۴۹۷،۳۳۹    | ۳،۲۳۴،۵۶۴   |
| ۱۳۹۱ | ۸۵،۴۱۴،۰۱۰  | ۱۵۵،۶۶۳       | ۸،۶۴۸            | ۲۳،۳۹۳،۷۰۳،۳۹۸    | ۱،۵۷۶،۰۹۳   |
| ۱۳۹۲ | ۸۵،۴۱۴،۰۱۰  | ۲۶۹،۱۳۰       | ۱۴،۹۵۲           | ۶۳،۳۶۵،۳۷۰،۸۰۷    | ۲،۵۴۹،۴۴۴   |
| ۱۳۹۳ | ۸۵،۴۱۴،۰۱۰  | ۶۵۰،۰۵۳       | ۳۶،۱۱۴           | ۱۳۴،۵۷۴،۸۹۸،۶۱۲   | ۵،۱۱۸،۹۴۹   |
| ۱۳۹۴ | ۸۵،۴۱۴،۰۱۰  | ۱۲۰،۰۲۷       | ۶،۶۶۸            | ۲۶،۲۰۸،۷۸۰،۱۰۶    | ۸۸۸،۳۹۷     |
| ۱۳۹۵ | ۸۵،۴۱۴،۰۱۰  | ۳،۲۷۹،۳۹۶     | ۱۸۲،۱۸۹          | ۸۳۰،۴۸۳،۷۱۹،۵۷۹   | ۲۵،۷۹۳،۳۳۸  |
| ۱۳۹۶ | ۸۵،۴۱۴،۰۱۰  | ۱۱،۶۳۶،۱۸۷    | ۶۴۶،۴۵۵          | ۲،۵۱۴،۵۸۲،۹۴۳،۰۲۸ | ۷۱،۸۷۳،۸۰۸  |
| ۱۳۹۷ | ۸۵،۴۱۴،۰۱۰  | ۵،۸۱۷،۰۶۶     | ۳۲۳،۱۷۰          | ۱،۶۵۱،۰۸۳،۹۹۶،۰۹۲ | ۴۰،۵۸۸،۰۴۲  |
| ۱۳۹۸ | ۸۵،۴۱۴،۰۱۰  | -             | -                | -                 | -           |
| ۱۳۹۹ | ۸۵،۴۱۴،۰۱۰  | ۱،۷۵۱،۸۵۹     | ۹۷،۳۲۶           | ۴۵۶،۲۰۹،۷۳۲،۶۷۶   | ۱۰،۸۶۲،۱۳۵  |

|            |                   |         |           |            |      |
|------------|-------------------|---------|-----------|------------|------|
| ۲۷,۹۱۱,۹۹۲ | ۱,۱۷۲,۳۰۳,۵۹۸,۲۹۲ | ۲۵۸,۴۶۰ | ۴,۶۵۲,۲۷۷ | ۸۵,۴۱۴,۰۱۰ | ۱۴۰۰ |
| ۴,۸۳۵,۵۲۲  | ۹۶۱,۵۳۳,۷۰۸,۲۷۶   | ۵۰,۸۶۸  | ۹۱۵,۶۱۸   | ۸۵,۴۱۴,۰۱۰ | ۱۴۰۱ |

منبع: گمرک جمهوری اسلامی ایران و اتاق بازرگانی ایران  
پنل‌های خورشیدی معمولاً هر کدام حدود ۱۸ کیلوگرم وزن دارند.

جدول ۵-۲- صادرات پنل‌های خورشیدی از کشور

| سال  | شماره تعرفه | وزن - کیلوگرم | تعداد تقریبی پنل | ارزش - ریال    | ارزش - دلار |
|------|-------------|---------------|------------------|----------------|-------------|
| ۱۳۹۰ | ۸۵,۴۱۴,۰۱۰  | ۲۶۵           | ۱۵               | ۸۹,۴۳۸,۴۷۲     | ۸,۴۳۶       |
| ۱۳۹۱ | ۸۵,۴۱۴,۰۱۰  | ۸,۶۰۹         | ۴۷۸              | ۴,۲۰۷,۶۱۰,۰۰۰  | ۳۱۵,۲۲۰     |
| ۱۳۹۲ | ۸۵,۴۱۴,۰۱۰  | ۳,۴۹۰         | ۱۹۴              | ۲۸۱,۵۵۵,۵۲۰    | ۱۱,۳۵۹      |
| ۱۳۹۳ | ۸۵,۴۱۴,۰۱۰  | -             | -                | -              | -           |
| ۱۳۹۴ | ۸۵,۴۱۴,۰۱۰  | ۳۸,۹۷۸        | ۲,۱۶۵            | ۱۴,۶۲۴,۷۱۹,۶۸۰ | ۵۱۱,۵۴۷     |
| ۱۳۹۵ | ۸۵,۴۱۴,۰۱۰  | ۲۲,۴۶۰        | ۱,۲۴۸            | ۳,۴۱۸,۳۸۸,۴۲۲  | ۱۰۸,۷۸۷     |
| ۱۳۹۶ | ۸۵,۴۱۴,۰۱۰  | -             | -                | -              | -           |
| ۱۳۹۷ | ۸۵,۴۱۴,۰۱۰  | ۲۹,۵۸۷        | ۱,۶۴۴            | ۷,۷۶۱,۴۲۹,۸۹۰  | ۱۴۷,۰۸۸     |
| ۱۳۹۸ | ۸۵,۴۱۴,۰۱۰  | -             | -                | -              | -           |
| ۱۳۹۹ | ۸۵,۴۱۴,۰۱۰  | ۱,۹۰۰         | ۱۰۶              | ۲,۳۴۱,۳۸۳,۰۱۶  | ۹,۱۶۰       |
| ۱۴۰۰ | ۸۵,۴۱۴,۰۱۰  | ۱۶۰           | ۹                | ۱۱۹,۹۰۲,۶۴۰    | ۵۲۰         |
| ۱۴۰۱ | ۸۵,۴۱۴,۰۱۰  | ۶۷۰           | ۳۷               | ۱۷۰,۲۸۵,۸۶۰    | ۶۷۰         |

منبع: گمرک جمهوری اسلامی ایران و اتاق بازرگانی ایران  
پنل‌های خورشیدی معمولاً هر کدام حدود ۱۸ کیلوگرم وزن دارند.

بر اساس دو جدول میزان واردات و صادرات می‌توان به خالص واردات دست یافت که همان عرضه خارجی محصول مورد نظر است. با توجه به ناچیز بودن رقم صادرات، خالص واردات طی دهه ۹۰ تقریباً برابر با واردات است و می‌توان ارقام صادرات را نادیده گرفت.

جدول ۹-۲- خالص واردات پنل‌های خورشیدی

| سال  | خالص واردات (وزن - کیلو گرم) | تعداد تقریبی پنل | ظرفیت تقریبی تولید برق (مگاوات) |
|------|------------------------------|------------------|---------------------------------|
| ۱۳۹۰ | ۲۸۰,۸۸۵                      | ۱۵,۶۰۵           | ۳.۹۰                            |
| ۱۳۹۱ | ۱۴۷,۰۵۴                      | ۸,۱۷۰            | ۲.۰۴                            |
| ۱۳۹۲ | ۲۶۵,۶۴۰                      | ۱۴,۷۵۸           | ۳.۶۹                            |
| ۱۳۹۳ | ۶۵۰,۰۵۳                      | ۳۶,۱۱۴           | ۹.۰۳                            |
| ۱۳۹۴ | ۸۱,۰۴۹                       | ۴,۵۰۳            | ۱.۱۳                            |
| ۱۳۹۵ | ۳,۲۵۶,۹۳۶                    | ۱۸۰,۹۴۱          | ۴۵.۲۴                           |
| ۱۳۹۶ | ۱۱,۶۳۶,۱۸۷                   | ۶۴۶,۴۵۵          | ۱۶۱.۶۱                          |
| ۱۳۹۷ | ۵,۷۸۷,۴۷۹                    | ۳۲۱,۵۲۷          | ۸۰.۳۸                           |
| ۱۳۹۸ | ۰                            | -                | -                               |
| ۱۳۹۹ | ۱,۷۴۹,۹۵۹                    | ۹۷,۲۲۰           | ۲۴.۳۰                           |

|       |         |           |      |
|-------|---------|-----------|------|
| ۶۴.۶۱ | ۲۵۸,۴۵۱ | ۴,۶۵۲,۱۱۷ | ۱۴۰۰ |
| ۱۲.۷۱ | ۵۰,۸۳۰  | ۹۱۴,۹۴۸   | ۱۴۰۱ |

منبع: گمرک جمهوری اسلامی ایران و اتاق بازرگانی ایران  
 پنل‌های خورشیدی معمولاً هر کدام حدود ۱۸ کیلوگرم وزن دارند. همچنین به طور میانگین توان هر پنل ۲۵۰ وات در نظر گرفته شده است.

## ۲-۲-۲-۲- بررسی تولیدات داخلی، برنامه های توسعه داخلی و حمایت (سیاست) های موجود

در سال‌های اخیر مجوزهای زیادی از سوی وزارت صمت برای تولید پنل‌های خورشیدی در کشور صادر شده است. لیست کامل این مجوزها و جزییات آنها در پیوست این گزارش ارائه شده است. با این حال تحلیل عملکرد این مجوزها از نظر تعداد، مقیاس، میزان پیشرفت و سال دریافت مجوز به روشنی نشان می‌دهد که نمی‌توان انتظار زیادی از موفقیت آنها در تکمیل طرح و رسیدن به بهره‌برداری و تولید داشت. جدول زیر به تحلیل این مجوزها از نظر تعداد و مقیاس تولید می‌پردازد. در حالی که حداقل مقیاس کارا در تولید پنل‌های خورشیدی فراتر از ۱۰ هزار مگاوات است و شرکت‌های موفق جهانی نیز با ظرفیت‌هایی فراتر از این مقیاس موفق به کاهش هزینه تمام شده محصول خود شده‌اند، مقیاس تولید مجوزهای صادر شده در کشور بسیار پایین است.

جدول ۲-۶- ظرفیت و تعداد مجوزهای صادر شده تولید پنل‌های خورشیدی در کشور

| تعداد | ظرفیت (مگاوات) | مقیاس                 |
|-------|----------------|-----------------------|
| ۶۶    | ۲۰             | کمتر از ۱ مگاوات      |
| ۷۱    | ۲۷۶            | از یک تا ۱۰ مگاوات    |
| ۴۳    | ۱۶۸۴           | از ۱۰ تا ۱۰۰ مگاوات   |
| ۱۴    | ۴۳۳۲           | از ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ مگاوات |
| ۳     | ۴۸۰۰۰          | بیش از ۱۰۰۰ مگاوات    |
| ۱۹۷   | ۵۴۳۱۲          | جمع                   |

منبع: وزارت صنعت، معدن و تجارت

جدول ۲-۴ نشان می‌دهد که از ۱۹۷ مجوز صادر شده، ظرفیت تولید ۶۶ مجوز کمتر از یک مگاوات، ظرفیت تولید ۷۱ مجوز بین یک تا ۱۰ مگاوات، ظرفیت تولید ۴۳ مجوز بین ۱۰ تا ۱۰۰ مگاوات و ظرفیت تولید ۳ مجوز بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ مگاوات است. بنابراین در مجموع ظرفیت تولید ۱۸۳ مجوز از ۱۹۷ مجوز صادر شده حتی به ۱۰۰۰ مگاوات هم نمی‌رسد. در این میان تنها سه مجوز با ظرفیت بالای ۱۰۰۰ مگاوات صادر شده است که به یک شرکت (گروه توسعه صنایع پیشرفته فرتاک) برای تولید سه نوع مختلف پنل اعطا داده شده است. در ادامه توضیح داده خواهد شد که به رغم تعداد بالای مجوزهای صادر شده، اولاً در آینده چه در کوتاه‌مدت و چه در بلندمدت نمی‌توان انتظار داشت که این واحدها به بهره‌برداری برسند. ثانیاً در صورت بهره‌برداری، قادر به تولید محصول با کیفیت و با قیمت قابل رقابت نخواهند بود. جدول ۲-۵ مجوزهای فوق را از زاویه مقیاس فعالیت و

میزان پیشرفت فیزیکی تحلیل می‌کند. اگرچه مجموع ظرفیت مجوزهای صادر شده حدود ۵۴ هزار مگاوات است، جمع ظرفیت مجوزهای با پیشرفت بیش از ۶۰ درصد که انتظار می‌رود در افق کوتاه‌مدت (۲ سال آینده) به بهره‌برداری برسند، تنها ۸۳۴ مگاوات برای ۱۱ مجوز است. علاوه بر این جمع ظرفیت مجوزهای با پیشرفت ۴۰ تا ۶۰ درصد که انتظار می‌رود در افق میان‌مدت (۲ تا ۵ سال آینده) به بهره‌برداری برسند، تنها ۵۱ مگاوات برای ۵ مجوز است. به طور مشابه ظرفیت مجوزهای با پیشرفت ۱۰ تا ۴۰ درصد که انتظار می‌رود در افق بلندمدت (۵ تا ۷ سال آینده) به بهره‌برداری برسند، تنها ۴۵۵ مگاوات برای ۲۴ مجوز است. البته وزارت صمت ۱۵۷ مجوز دیگر نیز صادر کرده است که پیشرفت آنها کمتر از ۱۰ درصد است. گرچه جمع ظرفیت آنها نزدیک به ۵۳ هزار مگاوات است اما این مجوزها عملاً روی کاغذ هستند و بعید به نظر می‌رسد اقدام موثری در جهت ایجاد واحد تولیدی برای آنها صورت گرفته باشد. صرف نظر از مجوزهای صادره برای گروه توسعه صنایع پیشرفته فرتاک به عنوان بزرگترین شرکت دارای مجوز ساخت به ظرفیت ۴۸ هزار مگاوات، سایر مجوزهای با پیشرفت کمتر از ۱۰ درصد نیز بسیار خردمقیاس هستند و در مجموع ظرفیت آنها به سختی به پنج هزار مگاوات می‌رسد.

جدول ۷-۲- ظرفیت مجوزهای تولید پنل‌های خورشیدی کشور از نظر پیشرفت (مگاوات)

| ظرفیت                 | زیر ۱۰ درصد | بین ۱۰ تا ۴۰ درصد | بین ۴۰ تا ۶۰ درصد | بیش از ۶۰ درصد | جمع ظرفیت |
|-----------------------|-------------|-------------------|-------------------|----------------|-----------|
| کمتر از ۱ مگاوات      | ۱۹          | ۱                 |                   |                | ۲۰        |
| از یک تا ۱۰ مگاوات    | ۲۰۹         | ۴۷                | ۱۱                | ۹              | ۲۷۶       |
| از ۱۰ تا ۱۰۰ مگاوات   | ۸۳۸         | ۴۰۷               | ۴۰                | ۴۰۰            | ۱۶۸۴      |
| از ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ مگاوات | ۳۹۰۷        |                   |                   | ۴۲۵            | ۴۳۳۲      |
| بیش از ۱۰۰۰ مگاوات    | ۴۸۰۰۰       |                   |                   |                | ۴۸۰۰۰     |
| جمع                   | ۵۲۹۷۳       | ۴۵۵               | ۵۱                | ۸۳۴            | ۵۴۳۱۲     |
|                       | ۱۵۷         | ۲۴                | ۵                 | ۱۱             | ۱۹۷       |

منبع: وزارت صنعت، معدن و تجارت

در حالی که حداقل مقیاس کارا در تولید پنل خورشیدی ۱۰ هزار مگاوات است، این مجوزهای خردمقیاس ناکارا در صورت رسیدن به بهره‌برداری هم هرگز قادر به رقابت با تولیدکنندگان بزرگ جهانی با مقیاس تولید بالاتر از ۱۰ هزار مگاوات نخواهند بود. در اینجا لازم است به گروه توسعه صنایع پیشرفته فرتاک اشاره کرد. مجوزهای صادر شده برای این شرکت به لحاظ مقیاس بالاترین مقیاس و برابر با ۴۸ هزار مگاوات است. در واقع اگر این شرکت را از جداول فوق کنار بگذاریم، مجموع کل ظرفیت مجوزهای صادره توسط صمت ۶۳۰۰ مگاوات خواهد بود که آشکارا فاقد هرگونه کارایی در تولید و فاقد هرگونه قدرت رقابت در بازار هستند. با این حال در خصوص برنامه سرمایه‌گذاری و تولید این شرکت و همچنین تکنولوژی تولید آن نیاز به اطلاعات بیشتری وجود دارد. همان‌طور که جدول زیر نشان می‌دهد گروه توسعه صنایع پیشرفته فرتاک مجوز خود را برای سرمایه‌گذاری در

سال ۱۳۹۶ دریافت کرده است. اما در حال حاضر (تابستان سال ۱۴۰۲) با وجود گذشت نزدیک به ۶ سال از دریافت مجوز، پیشرفت فیزیکی آن کمتر از ۱۰ درصد است. از این رو چشم‌انداز تکمیل این واحد نیز در سایه ابهام قرار دارد.

جدول ۸-۲- ظرفیت مجوزهای تولید پنل‌های خورشیدی کشور از نظر پیشرفت و سال اخذ مجوز (مگاوات)

| ظرفیت (مگاوات) | زیر ۱۰ درصد | بین ۱۰ تا ۴۰ درصد | بین ۴۰ تا ۶۰ درصد | بیش از ۶۰ درصد | جمع   |
|----------------|-------------|-------------------|-------------------|----------------|-------|
| ۱۳۸۸           |             |                   | ۲۵                |                | ۲۵    |
| ۱۳۹۱           |             | ۱۱                |                   |                | ۱۱    |
| ۱۳۹۲           |             |                   |                   | ۱۰۰            | ۱۰۰   |
| ۱۳۹۶           | ۴۸۰۰۰       |                   |                   | ۴۲۶            | ۴۸۴۲۶ |
| ۱۳۹۷           | ۴۰          | ۸۳                |                   |                | ۱۲۳   |
| ۱۳۹۸           |             | ۲۹                |                   |                | ۲۹    |
| ۱۳۹۹           | ۱۲۰۹        | ۳۲۴               | ۲۳                | ۳۰۳            | ۱۸۵۸  |
| ۱۴۰۰           | ۲۳۷۵        | ۸                 | ۳                 | ۵              | ۲۳۹۰  |
| ۱۴۰۱           | ۱۳۴۹        |                   |                   |                | ۱۳۴۹  |
| جمع            | ۵۲۹۷۳       | ۴۵۵               | ۵۱                | ۸۳۴            | ۵۴۳۱۲ |

منبع: وزارت صنعت، معدن و تجارت

در جمع‌بندی باید گفت گرچه جمع ظرفیت مجوزهای صادر شده (با درصدهای پیشرفت مختلف) بالغ بر ۵۴ هزار مگاوات و یا با فرض ۲۵۰ واتی بودن هر پانل حدود ۲۰۰ میلیون عدد پنل است، اما در عمل تحقق این تولید هم در کوتاه‌مدت (۲ سال آینده) و هم در بلندمدت (۵ تا ۷ سال آینده) غیر ممکن است. همان‌طور که پیش از این گفته شد ۴۸ هزار مگاوات از این ۵۴ هزار مگاوات به یک واحد اختصاص دارد که از سال ۱۳۹۶ تاکنون کمتر از ۱۰ درصد پیشرفت فیزیکی داشته است.

مهم‌ترین علت عدم پیشرفت فیزیکی این مجوزها اولاً مقیاس پایین نیروگاه‌های خورشیدی است که خود ریشه در سیاست‌های کلان کشور و پایین بودن قیمت خرید تضمینی برق تولیدی از این نیروگاه‌ها دارد. بدیهی است با افزایش قیمت خرید تضمینی برق و مشوق‌های دولت در زمینه توسعه نیروگاه‌های خورشیدی تقاضا برای پنل‌های خورشیدی افزایش خواهد یافت.

مشکل دوم و مهم‌تر اما قیمت پایین محصول وارداتی به ویژه محصول وارداتی از چین است که خود نتیجه مقیاس بالا و همچنین تکنولوژی پیشرفته است. در خصوص مشکل اول، شورای اقتصاد در تاریخ ۱۴۰۰/۱۲/۰۸ احداث ۴۰۰۰ مگاوات نیروگاه خورشیدی با استفاده از ظرفیت ماده ۱۲ قانون رفع موانع تولید را به تصویب رسانده است. همچنین سازمان صنایع کوچک و شهرک‌های صنعتی ایران مجاز شده نسبت به ایجاد یا توسعه حداکثر پنج شهرک یا ناحیه صنعتی تخصصی انرژی خورشیدی در هر استان اقدام کند<sup>۲</sup>. سازمان صنایع کوچک و شهرک‌های صنعتی ایران با تصمیم مجمع عمومی، مجاز شده نسبت به واگذاری اراضی برای ایجاد یا توسعه شهرک‌ها و نواحی صنعتی تخصصی انرژی خورشیدی یا بخشی از اراضی در اختیار شهرک‌ها و نواحی صنعتی و مناطق ویژه اقتصادی

<sup>۲</sup> به گفته معاون وزیر صمت در شهریور ماه سال ۱۴۰۱

تحت پوشش خود با ارائه حداقل خدمات زیربنایی و به صورت اقساط ۱۰ ساله به منظور استقرار نیروگاه‌های خورشیدی برای تأمین بخشی از برق مورد نیاز شهرک‌ها و نواحی صنعتی اقدام کند. صندوق ملی محیط زیست (زیر نظر سازمان محیط زیست) نیز تسهیلات و اعتباراتی را در راستای حمایت از انرژی‌های سبز و تجدید پذیر (خورشیدی) برای کاهش آلاینده‌گی‌ها ارائه می‌دهد که واحدهای تولیدی مستقر در شهرک‌ها و نواحی صنعتی از این تسهیلات و اعتبارات نیز می‌توانند استفاده کنند. با توجه به این سیاست‌ها انتظار می‌رود تقاضا برای پنل‌ها در سال‌های آینده به شدت افزایش یابد.

اما در مورد مشکل دوم باید در نظر داشت که رسیدن به قدرت رقابت با نمونه وارداتی نیازمند دو پیش شرط است. اول. رسیدن به حداقل مقیاس کارا که در وضع موجود این صنعت هزارمگاوات است. دوم. دستیابی به تکنولوژی روز. بررسی مجوزهای صادر شده برای تولید که در صفحات قبل بدان پرداخته شد و همچنین عملکرد واحدهای فعال که در ادامه بدان پرداخته خواهد شد به روشنی نشان می‌دهد که نه واحدهای دارای مجوز ساخت و نه واحدهای دارای مجوز بهره‌برداری در حال حاضر دو پیش‌نیاز بالا را ندارند.

#### واحدهای فعال:

جدول زیر بر اساس آخرین اطلاعات منتشر شده از سوی وزارت صمت در ۱۴۰۱، جزییات مربوط به واحدهای تولیدی فعال پنل خورشیدی کشور را ارائه می‌دهد. همان‌طور که در خصوص مجوزها نیز گفته شد، ویژگی بارز واحدهای فعال همچنان مقیاس کوچک فعالیت آنها است. بر اساس جدول زیر، مجموع ظرفیت تولید پنل‌های خورشیدی کشور در وضع موجود حدود ۵/۹ میلیون عدد است که با فرض ۲۵۰ واتی بودن هر پنل، این ظرفیت معادل تقریباً ۱۴۷۵ مگاوات است. نکته قابل ملاحظه اینکه در میان واحدهای موجود تنها یک واحد تولید با ظرفیت بالاتر از ۱۰۰ مگاوات وجود دارد. این واحد تحت عنوان سولار صنعت فیروزه در استان خراسان رضوی قرار دارد و عملاً بزرگترین واحد موجود در کشور است. البته نباید از یاد برد که ظرفیت همین واحد نیز تا حداقل ظرفیت کارا یعنی ۱۰۰۰ مگاوات فاصله دارد. در مجموع با توجه به پایین بودن ظرفیت واحدهای موجود، در بسیاری از آنها به جای تولید، عملیات مونتاژ اجزای پنل خورشیدی انجام می‌شود. پرواضح است قیمت تمام شده تولید در مقیاس پایین توان رقابت با محصول مشابه وارداتی را نخواهد داشت.

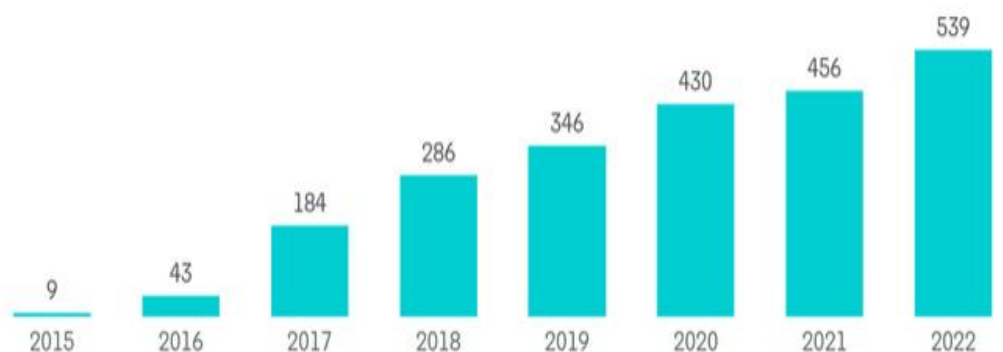
جدول ۹-۲- مشخصات واحدهای فعال تولیدی پنل‌های خورشیدی در ایران

| نام واحد                                    | استان              | اشتغال مجوز | نام محصول                | ظرفیت (عدد) | ظرفیت (مگاوات) |
|---------------------------------------------|--------------------|-------------|--------------------------|-------------|----------------|
| سولارکاران زرین هنرمند                      | آذربایجان غربی     | ۲۴          | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۴۵۰۰        | ۱              |
| نور کارالکترونیک                            | اصفهان             | ۱۶۷         | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۲۰۰۰۰       | ۵              |
| گل نور                                      | اصفهان             | ۲۲۷         | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۳۰۰۰۰       | ۸              |
| گل نور                                      | اصفهان             | ۲۲۷         | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۳۰۰۰۰       | ۸              |
| تعاونی ۴۳۸۰ ایده سازان هرسین                | کرمانشاه           | ۱۸          | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۳۰۰۰۰       | ۸              |
| صنایع تولید انرژی پاک آتیه                  | خراسان رضوی        | ۲۲          | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۵۰۰۰۰       | ۱۳             |
| صنایع تولید انرژی پاک آتیه                  | خراسان رضوی        | ۲۲          | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۵۰۰۰۰       | ۱۳             |
| سولار صنعت فیروزه                           | خراسان رضوی        | ۱۸          | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۱۶۰۰۰۰      | ۴۰۰            |
| سولار صنعت فیروزه                           | خراسان رضوی        | ۱۸          | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۱۶۰۰۰۰      | ۴۰۰            |
| سولار صنعت فیروزه                           | خراسان رضوی        | ۱۸          | پنل خورشیدی فیلم نازک    | ۱۶۰۰۰۰      | ۴۰۰            |
| مهندسی ساختمان مارون پارس                   | خوزستان            | ۳۰          | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۱۵۰۰۰       | ۴              |
| مهندسی ساختمان مارون پارس                   | خوزستان            | ۳۰          | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۱۵۰۰۰       | ۴              |
| تامین انرژی برق ایرانیان تابان              | فارس               | ۲۸          | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۴۰۰۰۰       | ۱۰۰            |
| تامین انرژی برق ایرانیان تابان              | فارس               | ۲۸          | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۵۰۰۰۰       | ۱۳             |
| فنی و مهندسی پیشگامان فن آوری‌های نوین وحدت | مرکزی              | ۶           | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۷۲۰۰۰       | ۱۸             |
| فنی و مهندسی پیشگامان فن آوری‌های نوین وحدت | مرکزی              | ۶           | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۳۶۰۰۰       | ۹              |
| سما مولد انرژی                              | منطقه ویژه اقتصادی | ۲۵          | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۲۲۰۰۰۰      | ۵۵             |
| سما مولد انرژی                              | منطقه ویژه اقتصادی | ۲۵          | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۵۰۰۰۰       | ۱۳             |
| زیبو فناوری پارس                            | جنوب کرمان         | ۲۶          | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۱۶۰۰۰       | ۴              |
| مجموع                                       |                    |             |                          | ۵۸۸۴۰۰۰     | ۱۴۷۶           |

منبع: وزارت صنعت، معدن و تجارت

### ۳-۲-۲- نگاهی به موازنه عرضه و تقاضا و پیش بینی رشد بازار

در سال ۲۰۱۸، تقریباً ۳/۵ درصد از انرژی تولید شده در کشور از منابع انرژی تجدیدپذیر بوده است. ایران این پتانسیل را دارد که سهم تولید برق از انرژی‌های تجدیدپذیر خود را تا سال ۲۰۳۰ به ۱۶ درصد برساند. در سال ۲۰۱۸ ظرفیت کل انرژی‌های تجدیدپذیر ۶۷۹ مگاوات بوده است. علاوه بر این بر اساس نمودار زیر برگرفته از آژانس بین‌المللی انرژی تجدیدپذیر، تا سال ۲۰۲۲ ظرفیت نصب شده خورشیدی کشور تنها ۵۳۹ مگاوات بوده است.

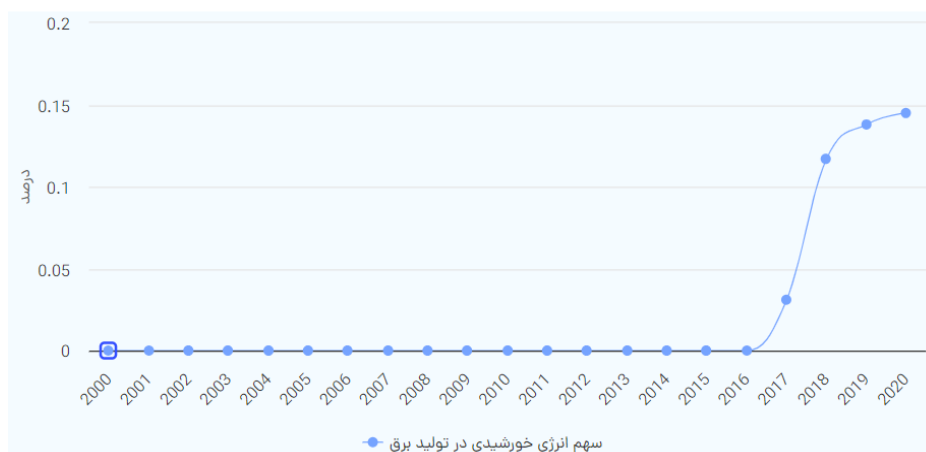


Source: International Renewable Energy Agency



نمودار ۷-۲- ظرفیت نصب شده فتوولتائیک خورشیدی (مگاوات) در ایران طی سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۲۲

آمار رسمی تولید برق در ایران نشان دهنده ناچیز بودن تولید برق از منشا انرژی خورشیدی است. در ۲۰۲۰ سهم انرژی خورشیدی در تامین برق ایران تنها ۰/۱۴۵ درصد از کل بوده است.



نمودار ۸-۲- میزان تولید برق از انرژی خورشیدی در ایران (درصد)

منبع: [www.manasazan.ir](http://www.manasazan.ir)

بر اساس آنچه گفته شد، گرچه جمع ظرفیت مجوزهای صادر شده داخلی (با درصدهای پیشرفت مختلف) بالغ بر ۵۴ هزار مگاوات و یا با فرض ۲۵۰ واتی بودن هر پانل حدود ۲۰۰ میلیون عدد پنل است، اما در عمل تحقق این تولید هم در کوتاه‌مدت (۲ سال آینده) و هم در بلندمدت (۵ تا ۷ سال آینده) غیر ممکن است. همان‌طور که پیش از این گفته شد ۴۸ هزار مگاوات از این ۵۴ هزار مگاوات به یک واحد اختصاص دارد که از سال ۱۳۹۶ تاکنون کمتر از ۱۰ درصد پیشرفت فیزیکی داشته است. مهم‌ترین علت عدم پیشرفت فیزیکی این مجوزها نیز

مقیاس پایین نیروگاه‌های خورشیدی و عقب ماندگی تکنولوژیک (و به تبع آن عدم رقابت‌پذیری در قیمت) به نسبت پنل وارداتی (و غالباً چینی) بوده است.

از سوی دیگر بخشی از عرضه فعلی (تولید داخلی و واردات) نیز هر ساله جهت جایگزینی با پنل های موجود فرسوده مورد استفاده قرار می گیرد.

لذا پیاده سازی طرح حاضر به عنوان راهکاری برای پشتیبانی صنعت تولید برق تجدیدپذیر و همزمان رسیدن به قدرت رقابت با نمونه وارداتی نیازمند دو پیش شرط است. اول. رسیدن به حداقل مقیاس کارا که در وضع موجود این صنعت هزارمگاوات است. دوم. دستیابی به تکنولوژی روز از طریق سرمایه گذاری مشترک (Joint Venture) با سرمایه گذار خارجی مالک تکنولوژی. بررسی مجوزهای صادر شده برای تولید و همچنین عملکرد واحدهای فعال که در صفحات قبل بدان پرداخته شد، به روشنی نشان می‌دهد که نه واحدهای دارای مجوز ساخت و نه واحدهای دارای مجوز بهره‌برداری در حال حاضر دو پیش‌نیاز بالا را ندارند.

#### ۴-۲-۲- بررسی قیمت‌های داخلی

جدول ۱۰-۲- قیمت داخلی انواع پنل خورشیدی پلی کریستال

| ردیف | نوع                             | قیمت هر پنل (تومان) |
|------|---------------------------------|---------------------|
| ۱    | پنل خورشیدی پلی کریستال ۲۸۰ وات | ۶,۶۴۰,۰۰۰           |
| ۲    | پنل خورشیدی پلی کریستال ۳۲۵ وات | ۷,۱۵۰,۰۰۰           |
| ۳    | پنل خورشیدی پلی کریستال ۳۳۰ وات | ۵,۵۰۰,۰۰۰           |
| ۴    | پنل خورشیدی پلی کریستال ۹۰ وات  | ۲,۵۰۰,۰۰۰           |
| ۵    | پنل خورشیدی پلی کریستال ۴۰ وات  | ۱,۳۹۰,۰۰۰           |
| ۶    | پنل خورشیدی پلی کریستال ۲۷۵ وات | ۵,۰۰۰,۰۰۰           |

منبع: سامانه بهین یاب وزارت صمت

#### ۳-۲- پیشنهاد ظرفیت طرح و نرخ فروش محصول

همان طور که در بخش ۲-۲-۱-۲ نیز اشاره گردید چالش‌های مهم این صنعت عبارتند از: عدم تولید واحدهای داخلی در مقیاس بهینه، غیر رقابتی بودن تولید و قیمت‌ها در داخل، قیمت پایین محصول وارداتی، تکنولوژی وارداتی پیشرفته و با هزینه بالا و در نتیجه به‌صرفه‌بودن واردات محصول. در این راستا پیشنهاد می‌گردد با توجه به برنامه وزارت نیرو مبنی بر تولید ۴۰۰۰ مگاوات برق خورشیدی در کشور و تامین ۱۰۰۰ مگاوات از طریق خراسان رضوی، احداث واحد تولید پنل به صورت سرمایه‌گذاری مشترک (Joint Venture) بین یک سرمایه گذار خارجی (مالک تکنولوژی تولید) و یکی از شرکت‌های فعال داخلی در قالب توسعه ظرفیت تولید تا سطحی

فرا تر از حداقل مقیاس کارا صورت گیرد. مهم‌ترین دلیل طرح گزینه سرمایه‌گذاری مشترک، ضرورت دستیابی به تکنولوژی روز و امکان دستیابی به مقیاس کارا با سرمایه‌گذاری مشترک خارجی است.

بر این اساس، ظرفیت این واحد تولیدی ۱۰۰۰ مگاوات (معادل ۴،۰۰۰،۰۰۰ پیل) و از نوع پیل‌های پلی کریستال ۲۵۰ وات پیشنهاد شده است. با توجه به تقاضای روزافزون برای پیل‌های خورشیدی، این واحد تولیدی می‌تواند از ظرفیت‌ها و حمایت‌های قانونی حداکثر استفاده را نموده به نحوی که علاوه بر بازار استان، تقاضای کل کشور را پوشش دهد و در مرحله بعد سهمی در صادرات نیز داشته باشد.

نرخ فروش محصول به صورت رقابتی بر مبنای مقیاس بهینه تولید و با منظور نمودن استراتژی نفوذ در بازار، مبلغ ۱۷،۰۰۰،۰۰۰ ریال در این واحد تولیدی پیشنهاد می‌شود. در تعیین نرخ فروش محصول، از یک سو پوشش هزینه‌ها و تحقق سودآوری پروژه و از سوی دیگر امکان رقابت با نمونه‌های خارجی مد نظر بوده است.

## فصل سوم

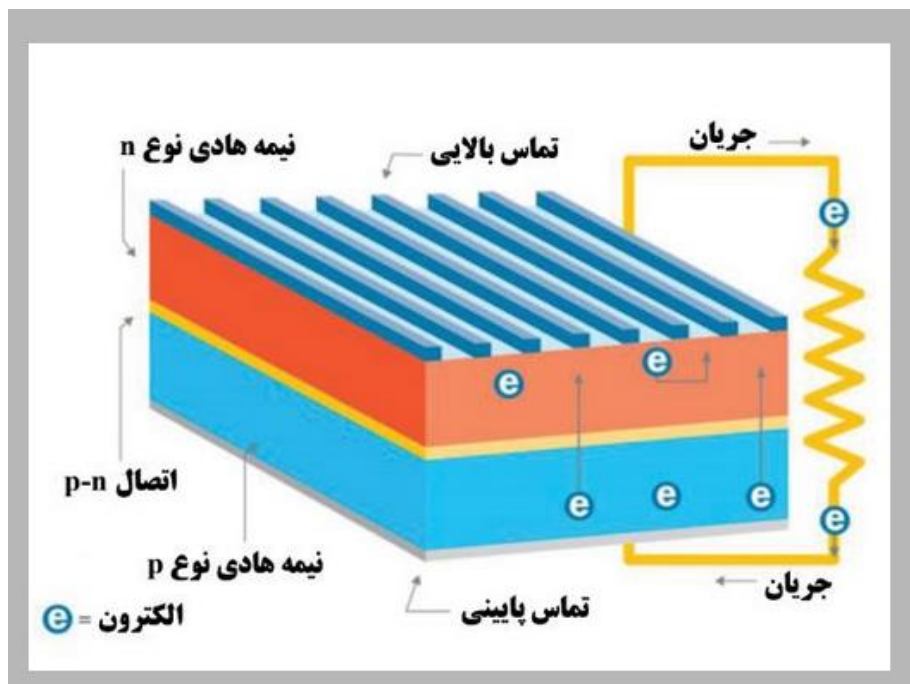
### معرفی فرایند تولید، ابعاد فنی پروژه و سطح دسترسی



## فصل سوم- معرفی فرایند تولید، ابعاد فنی پروژه و سطح دسترسی

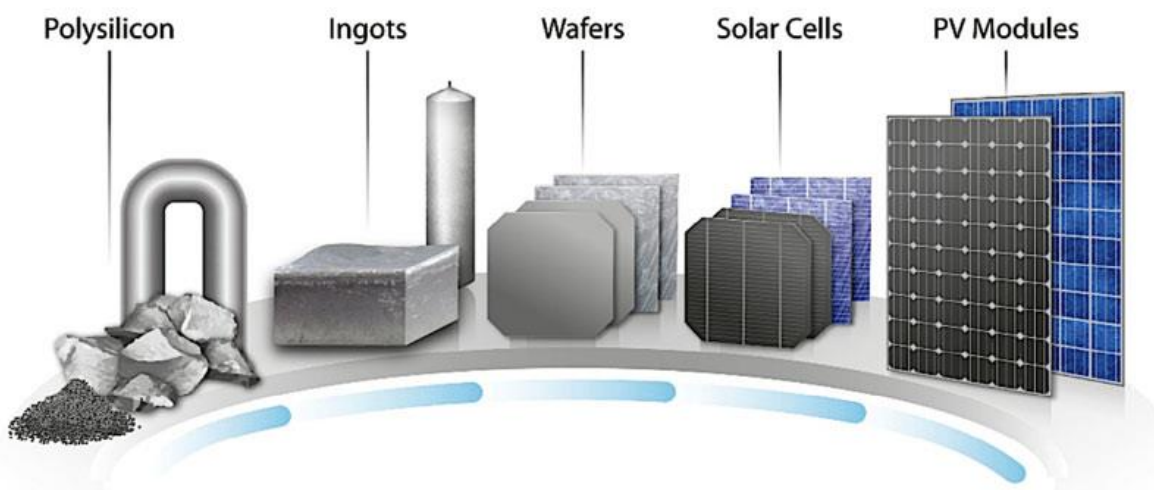
### ۱-۳- بررسی کلی فرایند تولید، تکنولوژی تولید و مالکیت بین المللی آن

سلول‌های فتوولتائیک با استفاده از پرتو خورشید و با ایجاد اختلاف فشار الکتریکی در نیم‌رساناهایی که به‌طور مناسب ساخته شده‌اند الکتریسیته تولید می‌نمایند. امروزه مؤثرترین و ارزان‌ترین سلول‌های خورشیدی ماده‌ای به نام سیلیسیم می‌باشد. ماسه یکی از منابع مهم سیلیس بوده که پس از پالایش آن بلورهای سیلیسیم بدست می‌آید و پس از بریده شدن به صورت صفحه آماده می‌شود. به عبارت دیگر سلول‌های فتوولتائیک که گاه نام سلول‌های خورشیدی نیز به آن اطلاق می‌گردد از پولک‌هایی ساخته می‌شوند که نور را مستقیماً به الکتریسیته تبدیل می‌کند. این پولک‌ها همانند ترانزیستور معمولاً از لایه‌های نازک یک ماده‌ی نیم‌رسانا مانند سیلیکان با مقادیر کمی افزودنی‌های خاص به منظور ایجاد مازادی از الکترون در یک لایه و کمبودی از الکترون در لایه‌ی دیگر ساخته می‌شوند. فوتون‌های نور در یک لایه الکترون‌های آزاد را به وجود می‌آورند و یک رشته هادی، الکترون‌ها را قادر می‌سازد که در یک مدار خارجی جریان یافته و به لایه‌هایی که فاقد الکترون است دسترسی پیدا کنند. پنل‌های فتوولتائیک از نیم‌رساناها ساخته شده و با اتصال سیلیکون‌های نوع P و N شکل می‌گیرند. وقتی نور خورشید به یک سلول فتوولتائیک می‌تابد، به الکترون‌ها در آن انرژی بیشتری می‌بخشد. با تابش نور خورشید الکترون‌ها در نیم‌رسانا پلاریزه شده، الکترون‌های منفی در سیلیکون نوع N و یون‌های مثبت در سیلیکون نوع P به‌وجود می‌آیند. بدین ترتیب بین دو الکترو، اختلاف پتانسیل بروز کرده و این امر موجب جاری شدن جریان بین آن‌ها می‌شود. از آنجا که سلول‌های پی‌وی کوچک، شکننده بوده و تنها مقدار کمی برق تولید می‌کنند آن‌ها را به صورت مدول شکل می‌دهند. مدول‌ها در اندازه‌های متنوع عرضه می‌گردند ولی برای سهولت جابجایی ابعاد آن‌ها به ندرت از ۹۰ سانتیمتر عرض در ۱۵۰ سانتی‌متر طول تجاوز می‌کند. هنگامی که دو سلول با مدول در یک ردیف متصل می‌گردند ولتاژ آن‌ها دو برابر می‌شود و هنگامی که به صورت موازی به یکدیگر متصل می‌شوند جریان برق آن دو برابر می‌گردد.



تصویر ۱-۳- اجزای سلول فتوولتائیک

مراحل تولید پنل خورشیدی فتوولتائیک کریستالی (منو کریستال و پلی کریستال) به طور ساده به شرح زیر است؛



تصویر ۲-۳- فرایند کلی تولید پنل خورشیدی

گام اول: شن (پلی سیلیکون-Polysilicon)

همه فرایندها با مواد اولیه آغاز می‌شوند که در مورد پنل‌های خورشیدی، ماده اولیه شن است. بیش‌تر پنل‌های از سیلیکون ساخته می‌شوند، که ماده اصلی تشکیل‌دهنده شن‌های طبیعی ساحل است. سیلیکون به‌وفور در دسترس است و این باعث شده‌است که دومین عنصر فراوان موجود در کره زمین باشد. با این حال، تبدیل ماسه به پلی

سیلیکون درجه یک (گرید سلول خورشیدی) هزینه و مصرف انرژی بالایی به همراه دارد. سیلیکون با خلوص بالا (خلوص ۹۹.۹۹۹٪) از ماسه کوارتز در کوره قوس الکتریکی در دمای بسیار بالا تولید می شود.

#### گام دوم: تولید شمش (Ingots)

سیلیکون اغلب به شکل تکه های سنگ جمع آوری می شود؛ صدها سنگ کنار یکدیگر در دمای بسیار بالا ذوب می شوند تا شمش هایی به شکل استوانه ایجاد شود. برای دستیابی به شکل دلخواه، از کوره فولادی استوانه ای شکل استفاده می شود. در حین ذوب شدن باید دقت داشت تا همه اتم ها در ساختار و جهت گیری مطلوب به طور کامل و عالی، مرتب شده باشند. عنصر بور به این فرآیند اضافه می شود تا قطب الکتریکی مثبت سیلیکون را ایجاد کند. پس از سرد شدن شمش، فرآیند سنگ زنی (Grinding) و صیقل دادن (polishing) انجام می شود که باعث تخت شدن اطراف شمش می شود.

#### گام سوم: ویفر خورشیدی (Wafers)

ویفرها گام بعدی در فرآیند تولید پنل های خورشیدی هستند؛ در این مرحله، شمش سیلیکون به دیسک های نازک برش داده می شود که ویفر نامیده می شود. برای برش دقیق، از اره سیمی استفاده می شود. نازکی ویفر به اندازه یک تکه کاغذ است. از آنجاکه سیلیکون خالص، براق است، می تواند نور خورشید را منعکس کند؛ برای کاهش میزان نور خورشید از دست رفته، یک پوشش ضدانعکاس روی ویفر سیلیکونی قرار می گیرد.

#### گام چهارم: سلول های خورشیدی (Solar Cells)

سلول های خورشیدی تک کریستالی (مونوکریستال) از یک کریستال سیلیکون ساخته می شوند. سلول های خورشیدی مونوسیلیکون در تبدیل انرژی خورشیدی به برق کارایی و قیمت بالاتری نسبت به سلول های خورشیدی پلی سیلیکون دارند.

سلول های پلی سیلیکون از ذوب چندین کریستال سیلیکون در کنار هم ساخته شده اند. این سلول های خورشیدی با ظاهری شبیه شیشه خرد شده که به دلیل کنارهم قرارگیری کریستال های مختلف سیلیکون ایجاد شده است، به راحتی قابل تشخیص هستند.

فرآیندهای زیر، یک ویفر را به یک سلول خورشیدی تبدیل می کند که قادر به تبدیل انرژی خورشیدی به برق است؛ در ابتدا، هریک از ویفرها مورد پردازش قرار می گیرد و هادی های فلزی به هر سطح اضافه می شوند. این هادی ها اغلب از جنس مس با روکش نقره هستند که باعث می شوند جریان الکتریکی تولید شده توسط سلول های خورشیدی جمع آوری و به سمت خارج از پنل خورشیدی هدایت شود. در محفظه ای شبیه کوره، فسفر در یک لایه نازک روی سطح ویفرها پخش می شود. این فرآیند باعث می شود که سطح با جهت الکتریکی منفی شارژ شود. ترکیب بور و فسفر اتصال مثبت - منفی را ایجاد می کند، که برای عملکرد مناسب سلول PV مهم است.

گام پنجم: از سلول خورشیدی تا پنل خورشیدی (Solar Panel)

سلول‌های خورشیدی با استفاده از اتصال‌دهنده‌های فلزی به یکدیگر لحیم می‌شوند. صفحات خورشیدی از سلول‌های خورشیدی ساخته شده‌اند که در یک ساختار ماتریس مانند به صورت سری به یکدیگر متصل شده‌اند. استانداردهای موجود به لحاظ ابعاد محصول در بازار عبارتند از:

پنل‌های خورشیدی ۳۶ سلولی - مناسب برای کاربردهای مقیاس کوچک و تجهیزات قابل حمل؛

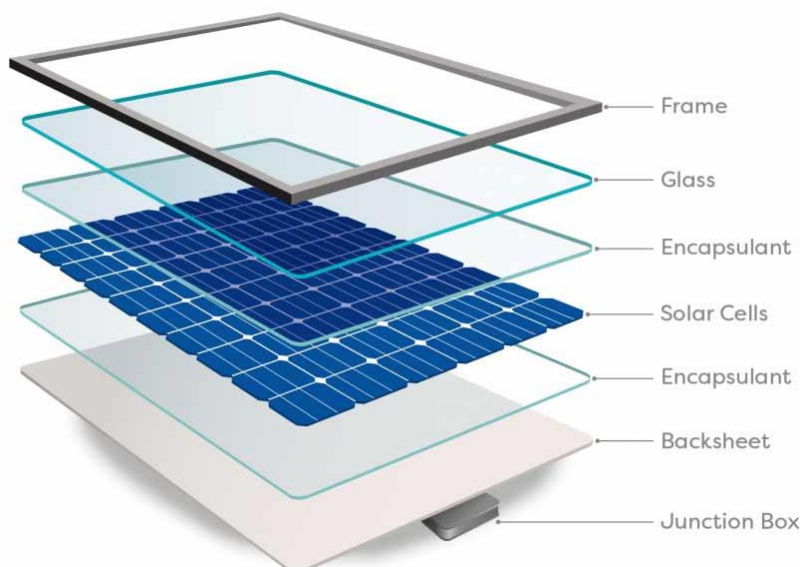
پنل‌های خورشیدی ۶۰ سلولی - سایز استاندارد؛

پنل‌های خورشیدی ۷۲ سلولی - قابل استفاده برای نصب در مقیاس‌های بزرگ.

پس از اینکه سلول‌های خورشیدی کنار هم قرار گرفتند، یک لایه نازک شیشه مخصوص (Glass)، با ضخامت حدود ۶-۷ میلی‌متر، در قسمت جلویی و روبه خورشید اضافه می‌شود. ورق پشتی (Back sheet) از مواد بسیار مقاوم و برپایه پلیمر ساخته شده‌است. این امر باعث می‌شود آب، خاک و سایر مواد از سمت پشت پنل وارد آن نشوند.

سپس، جعبه اتصال (Junction Box) اضافه می‌شود تا اتصالات داخل پنل خورشیدی فعال و امکان برداشت انرژی الکتریکی از پنل خورشیدی فراهم شود.

برای نگهداشتن این اجزا کنارهم از فریم/قاب استفاده می‌شود. فریم پنل خورشیدی که اغلب از جنس آلومینیوم است آن را در برابر ضربه (به‌ویژه در زمان حمل و نقل) و شرایط آب‌وهوایی مختلف (مانند بادهای شدید) مقاوم می‌کند. علاوه بر این، استفاده از فریم امکان نصب پنل را به طرق مختلف، به عنوان مثال با گیره‌های نصب (کلمپ) و یا پیچ و مهره، فراهم می‌کند. البته، در سال‌های اخیر پنل‌های خورشیدی بدون فریم نیز به بازار معرفی شده است که مزایا و معایب مخصوص به خود را به همراه داشته است. EVA (اتیلن وینیل استات) پلیمری است که هم‌چون چسب همه چیز را به هم متصل می‌کند. بسیار مهم است که کیفیت این ماده بالا باشد تا در شرایط آب‌وهوایی سخت به سلول‌ها آسیبی نرسد و باعث لایه‌لایه شدن پنل خورشیدی نشود. در پنل خورشیدی این جز به نام Encapsulant شناخته می‌شود.



تصویر ۳-۳- اجزای پنل خورشیدی

گام ششم: تست پنل‌های خورشیدی فتوولتاییک

پس از آماده‌شدن پنل خورشیدی، به‌منظور حصول اطمینان از عملکرد آن مطابق انتظار، پنل را تحت تست‌های مختلف قرار می‌دهند. شرایط تست استاندارد (STC) به‌عنوان یک نقطه مرجع در نظر گرفته می‌شود. در کارخانه، پنل خورشیدی در دستگاه تست فلش قرار می‌گیرد. این دستگاه تست، شدت تابش را ۱۰۰۰ وات بر مترمربع، دمای سلول را ۲۵ درجه سانتی‌گراد و جرم هوا را ۵/۱ تنظیم می‌کند.

بر اساس این تست، پارامترهای الکتریکی هم‌چون توان نامی، ولتاژ مدار باز، جریان اتصال کوتاه، راندمان و نمودارهای عملکردی پنل خورشیدی جهت درج در برگه مشخصات فنی و لیبل آن، استخراج می‌شود.

در ادامه، پنل‌های خورشیدی جهت پاس‌کردن استانداردهای بین‌المللی تحت تست‌های متنوعی قرار می‌گیرند و در نهایت جهت ارسال به محل احداث نیروگاه بسته‌بندی می‌شود. بسته‌بندی و حمل‌ونقل مناسب از نکاتی است که باید پس از تولید پنل‌های خورشیدی فتوولتاییک مورد دقت فراوان قرارگیرد تا از آسیب‌های ریز و درشت به پنل جلوگیری به‌عمل آید.

ماشین‌آلات مورد نیاز فرآیند تولید از کشورهای چین، ژاپن، کره جنوبی، آلمان، ایتالیا و آمریکا قابل تهیه هستند. عمده شرکت‌های عرضه‌کننده، تکنولوژی سیستم تولید را به صورت کلید در دست (Turn-Kay) عرضه می‌کنند.

تکنولوژی تبدیل مواد خام به مواد اولیه تولید در این طرح، از نوع پیشرفته می‌باشد. بنابراین نقطه‌ی شروع فناوری تولید پس از وارد کردن مواد اولیه خواهد بود.

در شکل زیر نحوه اضافه کردن خطوط تولید بر اساس استعمال از شرکت OOITECH SOLAR نشان داده شده است.



تصویر ۴-۳- خطوط تولید و ظرفیت‌های آن

## ۲-۳- مشخصات و استانداردهای عمومی موجود در بازار

انواع مختلفی از پنل‌ها با ظرفیت‌های متفاوت و به صورت مونو کریستال، پلی کریستال و فیلم نازک در بازار موجود می‌باشد که مشخصات آن‌ها در فصل اول شرح داده شده است.

بر اساس مجموعه استانداردهای پکیج برق خورشیدی سازمان ملی استاندارد کشور، اهم استاندارد‌های بین‌المللی مازول و آرایه‌های فتوولتائیک به شرح ذیل می‌باشد:

دسته اول مجموعه استاندارد مربوط به مازول‌ها و آرایه‌های خورشیدی است و در مراحل ساخت مازول‌ها رعایت می‌گردند. لازم به ذکر است که استاندارد مربوط به سلول‌های خورشیدی از این استاندارد مجزا می‌باشد:

- ASTM E ۱۸۳۰ بررسی یکپارچگی ماژول های فتوولتاییک
- ASTM E ۱۵۲۴ آزمون ماژول های فتوولتاییک در محیط های دریایی
- ASTM E ۱۵۹۶ بررسی ماژول های فتوولتاییک در اثر فرسایش در هوا
- IEC ۶۱۷۰۱ آزمون خوردگی مه نمک برای ماژول های فتوولتاییک
- ASTM E ۱۸۰۲ آزمون عایق رطوبتی برای ماژول های فتوولتاییک
- BS E ۶۱۳۴۵ تست UV برای ماژول های فتوولتاییک
- BS E ۶۱۷۲۱ حساسیت ماژول های فتوولتاییک در برابر خسارات ناشی از ضربات ناگهانی
- ASTM E ۱۰۲۱ اندازه گیری پاسخ طیفی سلول های فتوولتاییک
- ASTM E ۹۴۸ عملکرد الکتریکی سلول های فتوولتاییک با استفاده از سلول های مرجع شبیه سازی شده تحت نور خورشید
- ASTM E ۱۱۷۱ ماژول های فتوولتاییک در محیط هایی با دما و رطوبت چرخ های
- ASTM E ۱۸۰۲ آزمایش عایق بندی کامل رطوبتی ماژول های فتوولتاییک
- IEC ۶۱۷۳۰-۱ احراز شرایط ایمنی ماژول فتوولتاییک؛ قسمت اول: الزامات ساختمان ماژول
- IEC ۶۱۷۳۰-۲ احراز شرایط ایمنی ماژول فتوولتاییک؛ قسمت دوم: الزامات آزمون
- ASTM E ۱۴۶۲ عایق بندی کامل و پیوستگی مسیر زمینی ماژول های فتوولتاییک
- ASTM E ۱۰۳۸ روش آزمون استاندارد برای تعیین مقاومت ماژول های فتوولتاییک در برابر تگرگ
- ASTM E ۱۵۹۷ روش آزمون استاندارد برای آزمون دما و فشار غوطه وری در آب نمکی برای ماژول های فتوولتاییک در محیط های دریایی
- ASTM E ۱۷۹۹ روش استاندارد برای بازرسی چشمی ماژول های فتوولتاییک
- ASTM E ۱۸۳۰-۰۹ روش آزمون استاندارد برای تعیین یکپارچگی مکانیکی ماژول های فتوولتاییک
- ASTM E ۲۲۳۶ روش آزمون استاندارد برای تعیین یکپارچگی مکانیکی ماژول های فتوولتاییک
- ASTM E ۲۴۸۱ آزمون ماژول های فتوولتاییک برای حفاظت در برابر نقاط گرم
- IEC ۶۱۲۱۵ ماژول های فتوولتاییک زمینی سیلیکون کریستالی - احراز شرایط طراحی و تأیید نوع
- IEC ۶۱۶۴۶ ماژول های فتوولتاییک زمینی لایه نازک - احراز شرایط طراحی و تأیید نوع
- IEC ۶۲۱۰۸ مجموعه ها و ماژول های فتوولتاییک متمرکزکننده - صلاحیت طرح و تأیید نوع
- ANSI/UI ۱۷۰۳ ماژول های فتوولتاییک صفحه تخت و پانل ها
- IEC ۶۱۶۴۶ ماژول های فتوولتاییک زمینی غشای نازک - صلاحیت طرح و تأیید نوع
- IEC ۶۲۱۰۸ ماژول ها و مجموعه های فتوولتاییک متمرکز - صلاحیت طراحی و تأیید
- IEE ۱۵۱۳ روش پیشنهادی برای ارزیابی ماژول های فتوولتاییک مجتمع
- ASTM E ۲۰۴۷ آزمون عایق رطوبتی برای آرایه های فتوولتاییک
- AS/NZS E ۵۰۳۳ آزمون عایق رطوبتی برای آرایه های فتوولتاییک
- IEC ۶۱۸۲۹ آرایه فتوولتاییک سیلیکون کریستالی - اندازه گیری ویژگی جریان - ولتاژ در مکان

دسته دوم استاندارد های بین المللی سلول های فتوولتائیک می باشد. این مجموعه استاندارد مربوط به پایه ای ترین مرحله ساخت سیستم های برق خورشیدی ، یعنی سلول های خورشیدی است که بیشتر در محیط های آزمایشگاهی طراحی و ساخته می شوند. گفتنی است برای تست و بررسی استاندارد ها بر روی سلول ها از دستگاه های اندازه گیری دقیق و هوشمند استفاده می گردد.

- EN ۵۰۵۱۳ ویفرهای خورشیدی - اطلاعات ویفرهای کریستالی سیلیکونی برای تولید سلول های خورشیدی
- IEC ۶۰۸۹۱ روشهای اصلاحات دمایی و تابشی برای اندازه گیری مشخصه I-V وسایل فتوولتائیک سیلیکون کریستالی
- EN ۵۰۴۶۱ سلول های خورشیدی - سلول های خورشیدی کریستالی سیلیکونی
- ASTM E ۹۷۳M تعیین پارامتر عدم تطابق بین یک قطعه فتوولتائیک و یک سلول مرجع فتوولتائیک
- ASTM E ۱۰۳۶ عملکرد الکتریکی مازول ها و آرایه های فتوولتائیک زمینی غیرمتمرکز با استفاده از سلول مرجع
- ASTM E ۱۰۳۹ کالیبراسیون سلول های مرجع اولیه فتوولتائیک غیرمتمرکز سیلیکونی تحت تابش کلی
- ASTM E ۱۰۴۰ مشخصات ویژگی فیزیکی سلول های مرجع فتوولتائیک زمینی غیرمتمرکز
- ASTM E ۱۳۶۲ کالیبراسیون سلول های مرجع ثانویه فتوولتائیک غیر متمرکز

### ۳-۳- برآورد ظرفیت اسمی و عملی طرح

در بند ۲-۳ (فصل دوم) ظرفیت تولید این واحد ۱۰۰۰ مگاوات (معادل ۴,۰۰۰,۰۰۰ پنل ۲۵۰ وات) در سال پیشنهاد شده است.

### ۳-۴- لیست ماشین آلات مورد نیاز و پیش بینی شده در طرح

ماشین آلات و تجهیزات تولید پنل های خورشیدی به شرح ذیل می باشد:

- دستگاه تمام اتوماتیک ردیف کننده سلول های خورشیدی
- دستگاه تمام اتوماتیک لمینت کردن سلول های خورشیدی
- دستگاه لیزری نشانه گذاری سلول های خورشیدی
- دستگاه تست سلول های خورشیدی
- دستگاه تست پنل های خورشیدی
- دستگاه تست آف لاین پنل های خورشیدی
- دستگاه نیمه اتوماتیک فرم گذاری پنل های خورشیدی
- ایستگاه های جوشکاری سلول های خورشیدی
- ایستگاه مونتاژ
- ایستگاه برش دستی

- ایستگاه بازرسی چشمی
- حمل کننده قسمت های خورشیدی یا شیشه های خورشیدی
- حمل کننده مواد آماده شده
- حمل کننده سلول های استرینگ شده
- حمل کننده

### ۵-۳- عرصه و عملیات عمرانی مورد نیاز و پیش بینی شده در طرح

بر اساس تجربیات بازار برای احداث محل تولید پنل خورشیدی زمینی به متراژ ۵۰۰۰ مترمربع نیاز است. در پیش امکان سنجی این پروژه متراژ ۳۲۶۰۰ متر مربع برای واحد تولیدی در نظر گرفته شده است.

### ۶-۳- لیست مواد اولیه عمده مورد نیاز و پیش بینی شده در طرح

بررسی سایر طرح ها نشان می دهد مواد اولیه مصرفی برای تولید ۱۰ مگاوات پنل خورشیدی (۲۶۰ وات) در سال عبارتست از:

- سلول خورشیدی پروسکایت کلاس A (Class A Solar Cell PCS)، ۲,۴۰۲,۰۰۰ عدد در سال
- ورق پشتی (TPT (Back Sheet TPT)، ۶۵,۳۴۰ متر مربع در سال
- اتیلن وینیل استات (EVA)، ۱۳۰,۶۸۰ متر مربع در سال
- شیشه مخصوص پوشش شده با AR (Tempered glass With AR coating)، ۶۴,۴۴۵ متر مربع در سال
- جعبه های نقاط اتصال (Junction Box - Pre Potting Type)، ۴,۰۰۰ واحد
- آببند کننده سیلیکونی (Silicone Sealant)، ۸,۵۰۰ عدد در سال
- نوار لحیم کاری (Solder Strip)، ۳,۰۰۰ کیلوگرم در سال
- چهارچوب آلومینیومی (Aluminum Frame)، ۴,۰۰۰ دست در سال

### ۷-۳- مصارف انرژی طرح

انرژی های مورد نیاز طرح شامل برق، گاز، آب و سوخت مصرفی است که معمولاً بر اساس نمونه های مشابه در شهرک صنعتی ماهانه در حدود ۷۵۰ میلیون ریال می باشد.

### ۸-۳- منابع انسانی مورد نیاز

با در نظر گرفتن خط تولید اتوماتیک، تعداد نیروی انسانی مورد نیاز طرح ۳۸ نفر خواهد بود.

### ۹-۳- پیش بینی برنامه زمانی پروژه

پیش بینی می شود دوره ساخت ۲ سال به طول انجامد و پس از آن بهره برداری با ۵۰ درصد ظرفیت آغاز و طی پنج سال به ۱۰۰ درصد ظرفیت در نظر گرفته شده برسد.

### ۱۰-۳- تأسیسات و تجهیزات حفاظت محیط زیست

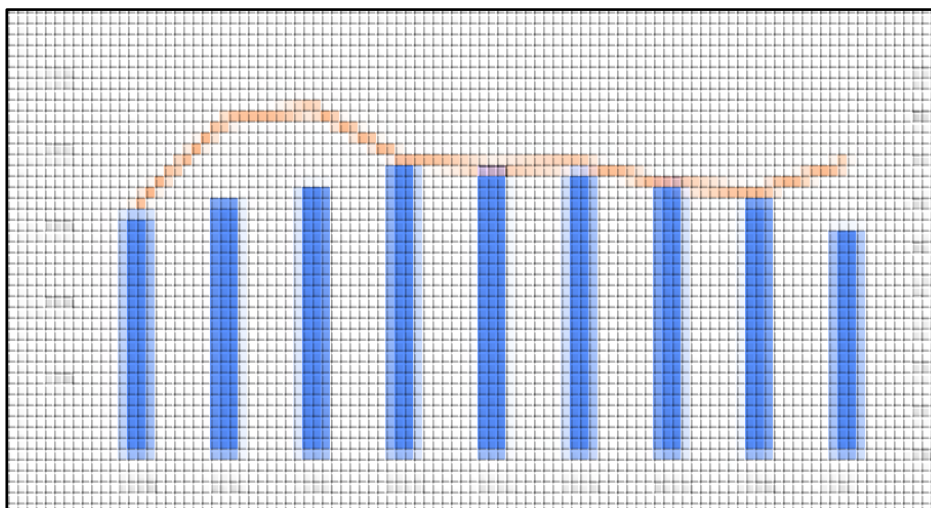
معمولاً انرژی خورشیدی آلاینده‌گی ندارد اما در برخی از موارد مواد مورد استفاده در فرآیند ساخت سلول‌های خورشیدی مانند نیتروژن تری فلوراید و سولفور هگزا فلوراید و همچنین انتشار گازهای گلخانه‌ای وجود دارند. انتقال و نصب سلول‌های خورشیدی هم می‌تواند به صورت غیر مستقیم آلودگی ایجاد کنند. در مقابل نبود برخی مواد برای تهیه سلول‌های خورشیدی که در طبیعت نیز بسیار کمیاب هستند، باعث شده تا ساخت پنل‌های خورشیدی با سختی‌های زیادی همراه باشد.

### ۱۱-۳- سطح دسترسی به امکانات

ماده اولیه اصلی در تولید این محصول سیلیس می‌باشد که اگرچه در کشور به صورت خام وجود دارد اما نیازمند تبدیل به ماده پایه برای تولید محصول می‌باشد که تکنولوژی آن از نوع پیشرفته بوده و در داخل وجود ندارد. همچنین برای تامین خط تولید و ماشین‌آلات نیازمند واردات هستیم که عمدتاً از کشور چین وارد می‌شوند. بر اساس اطلاعات تولید کنندگان و متخصصان این حوزه، چنانچه تولید محصول از پایه صورت گیرد هزینه سرمایه‌گذاری چندین هزار میلیارد تومان خواهد بود که در حال حاضر در کشور این امر میسر نیست.

## فصل چهارم

### امکان سنجی مالی پروژه



## فصل چهارم - امکان سنجی مالی پروژه

به جهت بررسی قابلیت اجرای این پروژه در ابعاد مالی و اقتصادی، در ابتدای امر باید نگرش کاملی نسبت به جریانات نقدی (هزینه‌ها و درآمدهای) پروژه و نیز فاکتورها و اجزای اساسی تشکیل دهنده این جریانات داشت. لذا قسمت‌های بعدی این طرح به شناسایی درآمدها و هزینه‌ها در دو فاز ساخت و بهره‌برداری اختصاص یافته و جریانات نقدی پروژه استخراج شده است. در انتها نیز تحلیل کلی از نتایج شاخص‌های مالی طرح ارائه خواهد شد.

### ۴-۱- فاز ساخت

#### ۴-۱-۱- برنامه زمان بندی فاز ساخت

جدول ۴-۱- برنامه زمان بندی فاز ساخت

| سال ۲ | سال ۱ | شرح        |
|-------|-------|------------|
| ۵۰٪   | ۵۰٪   | ساخت پروژه |

#### ۴-۱-۲- برآورد سرمایه گذاری طرح (ثابت و در گردش)

سرمایه گذاری طرح شامل سرمایه گذاری ثابت، مخارج پیش از تولید پروژه می‌باشد که براساس جداول ذیل برای پروژه محاسبه گردیده است. سرمایه در گردش مورد نیاز طرح در انتهای این بخش محاسبه شده است. عمده فاکتورهای سرمایه گذاری در فاز ساخت این پروژه نیز به شرح جدول ذیل می‌باشد:

جدول ۴-۲- برآورد سرمایه گذاری طرح

| ردیف | شرح هزینه                         | مساحت (مترمربع) | هزینه واحد (میلیون ریال) | هزینه کل (میلیون ریال) | درصد از کل | توضیحات                                                                                                        |
|------|-----------------------------------|-----------------|--------------------------|------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱    | زمین                              | ۳۲,۶۰۰          | ۳۰                       | ۹۷۸,۰۰۰                | ۴.۵٪       | زمین در شهرک صنعتی                                                                                             |
| ۲    | محوطه سازی                        | ۳,۰۰۰           | ۱۰                       | ۲۰۰,۰۰۰                | ۰.۹٪       | بر اساس نمونه‌های مشابه                                                                                        |
| ۳    | ساختمان اداری و نگهبانی           | ۳۰۰             | ۱۰۰                      | ۶۰,۰۰۰                 | ۰.۳٪       | بر اساس نمونه‌های مشابه                                                                                        |
| ۴    | انبار و سالن تولید                | ۶,۷۰۰           | ۸۰                       | ۴,۰۰۰                  | ۰.۰٪       | بر اساس نمونه‌های مشابه                                                                                        |
| ۵    | ماشین آلات و تجهیزات              | -               | -                        | ۱۰,۸۰۰,۰۰۰             | ۴۹.۸٪      | میانگین هزینه‌های ۴ خط تولید (خط تولید ۳۰ مگاواتی حدود ۴۰۰۰۰۰ یورو)، توسعه و حمل و نصب - نرخ یورو: ۵۴۰۰۰ تومان |
| ۶    | تجهیزات اداری                     | -               | -                        | ۱۰,۰۰۰                 | ۰.۰۵٪      | لوازم و تجهیزات اداری و آزمایشگاهی                                                                             |
| ۷    | تأسیسات عمومی                     | -               | -                        | ۱۳,۲۰۰                 | ۰.۰۶٪      | ۵٪ از هزینه ساخت                                                                                               |
| ۸    | سرمایه در گردش                    | -               | -                        | ۸,۵۲۵,۹۵۸              | ۳۹.۳٪      | -                                                                                                              |
| ۹    | هزینه‌های بالاسری و پیش بینی نشده | -               | -                        | ۱,۱۰۸,۷۲۰              | ۵.۱٪       | ۱۰٪ از هزینه ساخت و ماشین آلات و تأسیسات                                                                       |
|      | جمع کل                            | -               | -                        | ۲۱,۶۹۹,۸۷۸             | ۱۰۰٪       | -                                                                                                              |

جدول ۳-۴- برآورد سرمایه در گردش طرح

| ردیف | شرح                        | هزینه     | توضیحات                             |
|------|----------------------------|-----------|-------------------------------------|
| ۱    | مواد اولیه تولید           | ۸,۵۰۰,۰۰۰ | سه ماه تامین مواد اولیه تولید پتل   |
| ۲    | حقوق و دستمزد نیروی انسانی | ۲۳,۷۰۸    | سه ماه دستمزد                       |
| ۳    | تنخواه گردان               | ۲,۲۵۰     | سه ماه هزینه های انرژی و سوخت و ... |
|      | جمع کل برای هر فصل در سال  | ۸,۵۲۵,۹۵۸ | -                                   |

## ۴-۲- فاز بهره برداری

### ۴-۲-۱- هزینه های تولید (جریانان نقدی خروجی فاز بهره برداری)

جدول ۴-۴- هزینه های طرح به نرخ فعلی

| ردیف | شرح هزینه                  | هزینه سالانه<br>(میلیون ریال) | درصد از کل | توضیحات                                          |
|------|----------------------------|-------------------------------|------------|--------------------------------------------------|
| ۱    | تعمیر و نگهداری            | ۱,۰۸۶,۶۰۰                     | ۲.۷٪       | اجزا در جدول هزینه تعمیرات و نگهداری             |
| ۲    | حقوق و دستمزد نیروی انسانی | ۹۴,۸۳۳                        | ۰.۲٪       | اجزا در جدول هزینه حقوق و دستمزد                 |
| ۳    | مواد اولیه تولید           | ۳۴,۰۰۰,۰۰۰                    | ۸۵.۲٪      | ۵۰٪ ارزش محصول در ظرفیت کامل - بررسی نمونه مشابه |
| ۴    | هزینه انرژی                | ۹,۰۰۰                         | ۰.۰۲٪      | میانگین هزینه های انرژی (آب، برق، گاز)           |
| ۵    | استهلاک                    | ۱,۲۱۸,۵۹۲                     | ۳.۱٪       | اجزا در جدول هزینه استهلاک                       |
| ۶    | پیش بینی نشده و احتمالی    | ۳,۵۱۹,۰۴۳                     | ۸.۸٪       | ۱۰٪ از هزینه های جاری بدون استهلاک               |
|      | جمع کل بدون استهلاک        | ۳۸,۷۰۹,۴۷۶                    | -          | -                                                |
|      | جمع کل با استهلاک          | ۳۹,۹۲۸,۰۶۸                    | ۱۰۰٪       | -                                                |

جدول ۴-۵- هزینه های تعمیر و نگهداری

| ردیف | شرح هزینه  | ارزش دارایی<br>(میلیون ریال) | درصد از هزینه | هزینه سالانه<br>(میلیون ریال) | توضیحات       |
|------|------------|------------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|
| ۱    | ساختمان    | ۶۴,۰۰۰                       | ۲٪            | ۱,۲۸۰                         | بر اساس ضوابط |
| ۲    | ماشین آلات | ۱۰,۸۰۰,۰۰۰                   | ۱۰٪           | ۱,۰۸۰,۰۰۰                     | تهیه طرح های  |
| ۳    | محوطه      | ۲۰۰,۰۰۰                      | ۲٪            | ۴,۰۰۰                         | توجیهی بانک   |
| ۴    | تأسیسات    | ۱۳,۲۰۰                       | ۱۰٪           | ۱,۳۲۰                         | صنعت و معدن   |
|      | جمع        |                              |               | ۱,۰۸۶,۶۰۰                     | -             |

جدول ۴-۶- هزینه‌های نیروی انسانی

| ردیف | شرح هزینه              | میانگین دستمزد ماهانه (میلیون ریال) | تعداد نیروی انسانی | کل هزینه ماهانه (میلیون ریال) | کل هزینه سالانه (میلیون ریال) | توضیحات                                |
|------|------------------------|-------------------------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|
| ۱    | اداری                  | ۱۵۰                                 | ۶                  | ۹۰۰                           | ۱۶,۶۰۵                        | با احتساب ۱۵ ماه و ۲۳٪ حق بیمه کارفرما |
| ۲    | نگهبانی                | ۱۰۰                                 | ۴                  | ۴۰۰                           | ۷,۳۸۰                         |                                        |
| ۳    | نیروی کار متخصص        | ۱۸۰                                 | ۸                  | ۱,۴۴۰                         | ۲۶,۵۶۸                        |                                        |
| ۴    | نیروی کار ساده کارخانه | ۱۲۰                                 | ۲۰                 | ۲,۴۰۰                         | ۴۴,۲۸۰                        |                                        |
|      | جمع                    | -                                   | ۳۸                 | ۵,۱۴۰                         | ۹۴,۸۳۳                        |                                        |

جدول ۴-۷- استهلاک

| ردیف | شرح                     | میزان سرمایه‌گذاری (میلیون ریال) | نرخ استهلاک | نرخ قراضه | هزینه استهلاک (میلیون ریال) | ارزش قراضه (میلیون ریال) |
|------|-------------------------|----------------------------------|-------------|-----------|-----------------------------|--------------------------|
| ۱    | زمین                    | ۹۷۸,۰۰۰                          | %۰          | %۱۰۰      | -                           | ۹۷۸,۰۰۰                  |
| ۲    | ساختمان                 | ۶۴,۰۰۰                           | %۱۰         | %۱۰       | ۶,۴۰۰                       | ۶,۴۰۰                    |
| ۳    | ماشین آلات              | ۱۰,۸۰۰,۰۰۰                       | %۱۰         | %۱۰       | ۱,۰۸۰,۰۰۰                   | ۱,۰۸۰,۰۰۰                |
| ۴    | محوطه                   | ۲۰۰,۰۰۰                          | %۱۰         | %۱۰       | ۲۰,۰۰۰                      | ۲۰,۰۰۰                   |
| ۵    | تأسیسات                 | ۱۳,۲۰۰                           | %۱۰         | %۱۰       | ۱,۳۲۰                       | ۱,۳۲۰                    |
| ۶    | هزینه‌های پیش بینی نشده | ۱,۱۰۸,۷۲۰                        | %۱۰         | %۱۰       | ۱۱۰,۸۷۲                     | ۱۱۰,۸۷۲                  |
|      | جمع                     | ۱۲,۱۸۵,۹۲۰                       | -           | -         | ۱,۲۱۸,۵۹۲                   | ۲,۱۹۶,۵۹۲                |

۲-۲-۴- درآمدهای طرح (جریان‌های نقدی ورودی فاز بهره برداری)

جدول ۴-۸- مبانی برآوردهای درآمدی

| ظرفیت اسمی سالانه (تعداد) | قیمت پنل (میلیون ریال) |
|---------------------------|------------------------|
| ۴,۰۰۰,۰۰۰                 | ۱۷                     |

جدول ۴-۹- درآمدهای طرح به نرخ فعلی

| ضریب ظرفیت عملی          | ۵۰٪            | ۶۰٪        | ۷۰٪        | ۸۰٪        | ۱۰۰٪       | ۱۰۰٪       | ۱۰۰٪       |
|--------------------------|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| شرح                      | سال ۳          | سال ۴      | سال ۵      | سال ۶      | سال ۷      | سال ۸      | سال ۹      |
| تعداد پنل خورشیدی        | ۲,۰۰۰,۰۰۰      | ۲,۴۰۰,۰۰۰  | ۲,۸۰۰,۰۰۰  | ۳,۲۰۰,۰۰۰  | ۴,۰۰۰,۰۰۰  | ۴,۰۰۰,۰۰۰  | ۴,۰۰۰,۰۰۰  |
| قیمت پنل                 | ۱۷ میلیون ریال |            |            |            |            |            |            |
| درآمد فروش (میلیون ریال) | ۳۴,۰۰۰,۰۰۰     | ۴۰,۸۰۰,۰۰۰ | ۴۷,۶۰۰,۰۰۰ | ۵۴,۴۰۰,۰۰۰ | ۶۸,۰۰۰,۰۰۰ | ۶۸,۰۰۰,۰۰۰ | ۶۸,۰۰۰,۰۰۰ |

۳-۴- صورت‌ها و شاخص‌های مالی طرح

### ۴-۳-۱- ملاحظات مربوط به محاسبات شاخص های مالی طرح

جدول ۴-۱۰- ملاحظات مالی

| مقادیر<br>مفروض | شاخص                      |
|-----------------|---------------------------|
| ٪۳۰             | نرخ تورم سالیانه هزینه ها |
| ٪۲۵             | نرخ تورم سالیانه درآمدها  |
| ٪۳۰             | نرخ تنزیل سالیانه         |
| ٪۲۵             | نرخ مالیات بر سود         |

### ۴-۳-۲- پیش بینی جریانات وجوه نقد طرح

جدول ۴-۱۱- پیش بینی سود و زیان

کلیه ارقام به میلیون ریال می باشد.

| شرح                                    | سال ۱ | سال ۲ | سال ۳      | سال ۴      | سال ۵       | سال ۶       | سال ۷       | سال ۸       | سال ۹       | سال ۱۰      | سال ۱۱      | سال ۱۲      |
|----------------------------------------|-------|-------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| درآمد فروش                             | ۰     | ۰     | ۵۳,۱۲۵,۰۰۰ | ۷۹,۶۸۷,۵۰۰ | ۱۱۶,۲۱۰,۹۳۸ | ۱۶۶,۰۱۵,۶۲۵ | ۲۵۹,۳۹۹,۴۱۴ | ۳۲۴,۲۴۹,۲۶۸ | ۴۰۵,۳۱۱,۵۸۴ | ۵۰۶,۶۳۹,۴۸۱ | ۶۳۳,۲۹۹,۳۵۱ | ۷۹۱,۶۲۴,۱۸۸ |
| کسر می شود:<br>هزینه های تولید         | ۰     | ۰     | ۳۲,۷۰۹,۵۰۷ | ۵۱,۰۲۶,۸۳۲ | ۷۷,۳۹۰,۶۹۵  | ۱۱۴,۹۸۰,۴۶۱ | ۱۸۶,۸۴۳,۲۴۹ | ۲۴۲,۸۹۶,۲۲۳ | ۳۱۵,۷۶۵,۰۹۰ | ۴۱۰,۴۹۴,۶۱۷ | ۵۳۳,۶۴۳,۰۰۲ | ۶۹۳,۷۳۵,۹۰۳ |
| حاشیه سود                              | ۰     | ۰     | ۲۰,۴۱۵,۴۹۳ | ۲۸,۶۶۰,۶۶۸ | ۳۸,۸۲۰,۲۴۳  | ۵۱,۰۳۵,۱۶۴  | ۷۲,۵۵۶,۱۶۵  | ۸۱,۳۵۳,۰۴۴  | ۸۹,۵۴۶,۴۹۴  | ۹۶,۱۴۴,۸۶۳  | ۹۹,۶۵۶,۳۴۸  | ۹۷,۸۸۸,۲۸۵  |
| کسر می شود:<br>استهلاک سرمایه<br>گذاری | ۰     | ۰     | ۱,۲۱۸,۵۹۲  | ۱,۲۱۸,۵۹۲  | ۱,۲۱۸,۵۹۲   | ۱,۲۱۸,۵۹۲   | ۱,۲۱۸,۵۹۲   | ۱,۲۱۸,۵۹۲   | ۱,۲۱۸,۵۹۲   | ۱,۲۱۸,۵۹۲   | ۱,۲۱۸,۵۹۲   | ۱,۲۱۸,۵۹۲   |
| سود مشمول<br>مالیات                    | ۰     | ۰     | ۱۹,۱۹۶,۹۰۱ | ۲۷,۴۴۲,۰۷۶ | ۳۷,۶۰۱,۶۵۱  | ۴۹,۸۱۶,۵۷۲  | ۷۱,۳۳۷,۵۷۳  | ۸۰,۱۳۴,۴۵۲  | ۸۸,۳۲۷,۹۰۲  | ۹۴,۹۲۶,۲۷۱  | ۹۸,۴۳۷,۷۵۶  | ۹۶,۶۶۹,۶۹۳  |
| کسر می شود:<br>مالیات                  | -     | -     | ۴,۷۹۹,۲۲۵  | ۶,۸۶۰,۵۱۹  | ۹,۴۰۰,۴۱۳   | ۱۲,۴۵۴,۱۴۳  | ۱۷,۸۳۴,۳۹۳  | ۲۰,۰۳۲,۶۱۳  | ۲۲,۰۰۸,۹۷۶  | ۲۳,۷۲۱,۵۶۸  | ۲۴,۶۰۹,۴۳۹  | ۲۴,۱۶۷,۴۲۳  |
| سود خالص                               | ۰     | ۰     | ۱۴,۳۹۷,۶۷۵ | ۲۰,۵۸۱,۵۵۷ | ۲۸,۲۰۱,۲۳۸  | ۳۷,۳۶۲,۴۲۹  | ۵۳,۵۰۳,۱۸۰  | ۶۰,۱۰۰,۸۳۹  | ۶۶,۳۱۸,۹۲۷  | ۷۱,۱۹۴,۷۰۴  | ۷۳,۸۲۸,۳۱۷  | ۷۲,۵۰۲,۲۷۰  |

## جدول ۱۲-۴- پیش بینی جریانات وجوه نقد

کلیه ارقام به میلیون ریال می باشد.

| شرح                           | سال ۱ | سال ۲       | سال ۳      | سال ۴      | سال ۵      | سال ۶      | سال ۷       | سال ۸       | سال ۹       | سال ۱۰      | سال ۱۱      | سال ۱۲      |
|-------------------------------|-------|-------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| جریانات نقدی خروجی:           |       |             |            |            |            |            |             |             |             |             |             |             |
| سرمایه گذاری                  | -     | ۱۴,۱۰۴,۹۳۱- |            |            |            |            |             |             |             |             |             |             |
| جریانات نقدی ورودی:           |       |             |            |            |            |            |             |             |             |             |             |             |
| سود خالص                      |       |             | ۱۴,۳۹۷,۶۷۵ | ۳۰,۵۸۱,۵۵۷ | ۲۸,۲۰۱,۲۳۸ | ۳۷,۳۶۲,۴۲۹ | ۵۳,۵۰۳,۱۸۰  | ۶۰,۱۰۰,۸۳۹  | ۶۶,۲۴۵,۹۳۷  | ۷۱,۱۹۴,۷۰۴  | ۷۳,۸۲۸,۳۱۷  | ۷۲,۵۰۲,۳۷۰  |
| اضافه: هزینه غیر نقدی استهلاک |       |             | ۱,۲۱۸,۵۹۲  | ۱,۲۱۸,۵۹۲  | ۱,۲۱۸,۵۹۲  | ۱,۲۱۸,۵۹۲  | ۱,۲۱۸,۵۹۲   | ۱,۲۱۸,۵۹۲   | ۱,۲۱۸,۵۹۲   | ۱,۲۱۸,۵۹۲   | ۱,۲۱۸,۵۹۲   | ۱,۲۱۸,۵۹۲   |
| ارزش اسقاط                    |       |             |            |            |            |            |             |             |             |             |             | ۳۹,۳۶۶,۴۵۲  |
| خالص جریان نقدی               | -     | ۱۴,۱۰۴,۹۳۱- | ۱۵,۶۱۶,۲۶۷ | ۲۱,۸۰۰,۱۴۹ | ۲۹,۴۱۹,۸۳۰ | ۳۸,۵۸۱,۰۲۱ | ۵۴,۷۲۱,۷۷۲  | ۶۱,۳۱۹,۴۳۱  | ۶۷,۴۶۴,۵۱۹  | ۷۲,۴۱۳,۲۹۶  | ۷۵,۰۴۶,۹۰۹  | ۱۱۳,۰۸۷,۳۱۴ |
| جریان نقدی تجمعی              | -     | -           | -          | ۱۲,۴۶۱,۵۵۷ | ۴۱,۸۸۱,۳۸۷ | ۸۰,۴۶۲,۴۰۸ | ۱۳۵,۱۸۴,۱۸۰ | ۱۹۶,۵۰۳,۶۱۱ | ۲۶۳,۹۶۸,۱۳۰ | ۳۳۶,۳۸۱,۴۲۶ | ۴۱۱,۴۲۸,۳۳۵ | ۵۲۴,۵۱۵,۶۴۹ |
| نرخ بازده داخلی               |       |             |            | %۲۲,۲۳     | %۴۶,۸۴     | %۵۹,۷۹     | %۶۷,۷۱      | %۷۱,۸۰      | %۷۴,۰۳      | %۷۵,۲۷      | %۷۵,۹۶      | %۷۶,۵۱      |

## ۴-۳-۴- شاخص های مالی طرح و تصمیم گیری

### جدول ۱۳-۴- شاخص های مالی طرح

| ردیف | شرح شاخص                      | واحد        | مقدار شاخص |
|------|-------------------------------|-------------|------------|
| ۱    | طول دوره بهره برداری          | سال         | ۱۲         |
| ۲    | هزینه ثابت سرمایه گذاری پروژه | میلیون ریال | ۲۱,۶۹۹,۸۷۸ |
| ۳    | خالص ارزش فعلی (NPV)          | میلیون ریال | ۶۶,۱۱۷,۰۵۸ |
| ۴    | نرخ بازده داخلی (IRR)         | درصد        | ۷۷%        |
| ۵    | دوره بازگشت سرمایه (PP)       | سال         | ۳,۳        |

جدول مشخصات مجوزهای تاسیس تولید پنل‌های خورشیدی در ایران (واحدهای دارای پیشرفت)

| نام واحد                                                        | استان          | پیشرفت | نام محصول                | ظرفیت   |
|-----------------------------------------------------------------|----------------|--------|--------------------------|---------|
| جواد جعفری فروزین                                               | اردبیل         | ۱۴     | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۳۰۰۰۰   |
| ذوب آهن کبیر راوند کاشان                                        | اصفهان         | ۵۳     | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۶۰۰۰    |
| سیدابوالفضل مسعود کربلائی                                       | اصفهان         | ۱۲     | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۸۰۰۰    |
| سیدابوالفضل مسعود کربلائی                                       | اصفهان         | ۱۲     | پنل خورشیدی فیلم نازک    | ۸۰۰۰    |
| اطلس پمپ سپاهان                                                 | اصفهان         | ۹۱     | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۵۰۰۰    |
| ذوب آهن کبیر راوند کاشان                                        | اصفهان         | ۵۳     | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۳۰۰۰۰   |
| سیدابوالفضل مسعود کربلائی                                       | اصفهان         | ۱۲     | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۸۰۰۰    |
| فنی و مهندسی سولار گستر البرز                                   | البرز          | ۹      | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۵۰۰۰۰   |
| فنی و مهندسی سولار گستر البرز                                   | البرز          | ۹      | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۵۰۰۰۰   |
| سولارکاران زرین هنرمند                                          | آذربایجان غربی | ۶۳     | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۱۰۰۰۰   |
| مهندسی خانه آب اندیشان                                          | تهران          | ۳۳     | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۷۰۰     |
| مهندسی خانه آب اندیشان                                          | تهران          | ۳۳     | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۵۰۰     |
| مهندسی خانه آب اندیشان                                          | تهران          | ۳۳     | پنل خورشیدی فیلم نازک    | ۶۰۰     |
| صنایع تولید انرژی پاک آتیه                                      | خراسان رضوی    | ۶۵     | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۵۰۰۰۰   |
| صنایع تولید انرژی پاک آتیه                                      | خراسان رضوی    | ۶۵     | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۳۵۰۰۰   |
| بهنام امینی سفیداب                                              | زنجان          | ۶۱     | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۲۰۰۰۰   |
| مژده صحافی                                                      | زنجان          | ۱      | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۱۰۰۰۰   |
| تجارتی همای اندیکا                                              | زنجان          | ۱۶     | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۳۰۰     |
| زهرآ آجودانی                                                    | سمنان          | ۹      | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۶۰۰۰۰   |
| بین المللی توسعه انرژی و ساختمان و کشاورزی مرآت گستر آرمین ویرا | فارس           | ۱      | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۸۰۰۰۰۰  |
| صنعت پلاست آبیبار                                               | قزوین          | ۶۶     | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۳۱۰۰۰۰  |
| صنعت پلاست آبیبار                                               | قزوین          | ۶۶     | پنل خورشیدی فیلم نازک    | ۳۱۰۰۰۰  |
| صنعت پلاست آبیبار                                               | قزوین          | ۶۶     | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۳۱۰۰۰۰  |
| آینده سازان سیاره سبز                                           | قم             | ۱      | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۸۰۰۰۰۰  |
| پردازش مدار زاگرس پارس                                          | کرمان          | ۱۱     | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۱۰۰۰    |
| داده گستران پیشرو آفرینش                                        | کرمان          | ۱      | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۲۵۰     |
| توسعه و بهره وری انرژی نوران تک پویا خاورمیانه                  | کرمان          | ۳۲     | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۳۴۸۰۰۰  |
| خدمات صنعتی و کشاورزی رفسنجان                                   | کرمان          | ۳۹     | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۱۵۰۰۰   |
| ماهتاب گستر کارمانیا                                            | کرمان          | ۱      | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۶۰۰۰۰   |
| گروه توسعه نوران انرژی سبز خاورمیانه                            | کرمان          | ۳      | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۱۶۰۰۰۰۰ |
| علیرضا صالحی                                                    | کرمان          | ۷      | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۶۰۰     |
| گروه توسعه نوران انرژی سبز خاورمیانه                            | کرمان          | ۳      | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۵۰۰۰۰۰  |
| مکی آبادی بنیامین                                               | کرمان          | ۱۲     | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۳۰۰     |

|          |                          |    |                    |                                                |
|----------|--------------------------|----|--------------------|------------------------------------------------|
| ۲۵۰      | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۱  | کرمان              | داده گستران پیشرو آفرینش                       |
| ۳۴۸۰۰۰   | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۳۲ | کرمان              | توسعه و بهره وری انرژی نوران تک پویا خاورمیانه |
| ۱۵۰۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۳۹ | کرمان              | خدمات صنعتی و کشاورزی رفسنجان                  |
| ۱۵۰۰۰    | پنل خورشیدی فیلم نازک    | ۳۹ | کرمان              | خدمات صنعتی و کشاورزی رفسنجان                  |
| ۳۰۰۰۰    | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۳۳ | کرمانشاه           | صنایع الکتریک زاگرس توان                       |
| ۳۰۰۰۰۰   | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۱۱ | کرمانشاه           | مسعود نوری سیاه بیدی                           |
| ۳۰۰۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۳۳ | کرمانشاه           | صنایع الکتریک زاگرس توان                       |
| ۳۰۰۰۰    | پنل خورشیدی فیلم نازک    | ۳۳ | کرمانشاه           | صنایع الکتریک زاگرس توان                       |
| ۴۸۰۰۰۰۰۰ | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۷  | لرستان             | گروه توسعه صنایع پیشرفته فرتاک                 |
| ۹۶۰۰۰۰۰۰ | پنل خورشیدی فیلم نازک    | ۷  | لرستان             | گروه توسعه صنایع پیشرفته فرتاک                 |
| ۴۸۰۰۰۰۰۰ | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۷  | لرستان             | گروه توسعه صنایع پیشرفته فرتاک                 |
| ۲۲۰۰۰۰۰  | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۲  | مازندران           | سیلیکون صنعت آریا                              |
| ۱۷۰۰۰۰۰  | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۹۲ | مرکزی              | مانا انرژی پاک                                 |
| ۶۰۰۰     | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۴۸ | منطقه ویژه اقتصادی | دادمان یزد                                     |
| ۲۲۰۰۰۰   | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۹۵ | منطقه ویژه اقتصادی | سماء مولد انرژی                                |
| ۶۰۰۰     | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۴۸ | منطقه ویژه اقتصادی | دادمان یزد                                     |
| ۵۰۰۰۰    | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۹۵ | منطقه ویژه اقتصادی | سماء مولد انرژی                                |
| ۱۵۰۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۱۷ | هرمزگان            | صنعت گستران شناس                               |
| ۸۰۰۰     | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۲  | هرمزگان            | فرحانه حسن زاده                                |
| ۱۵۰۰۰    | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۱۷ | هرمزگان            | صنعت گستران شناس                               |
| ۹۰۰۰     | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۲  | هرمزگان            | فرحانه حسن زاده                                |
| ۱۳۰۰۰۰   | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۲۲ | یزد                | تولیدی صنعتی مهر آوران هور ایساتیس             |
| ۹۰۰۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۲۲ | یزد                | تولیدی صنعتی مهر آوران هور ایساتیس             |
| ۱۱۰۰۰۰   | پنل خورشیدی فیلم نازک    | ۲۲ | یزد                | تولیدی صنعتی مهر آوران هور ایساتیس             |

منبع: وزارت صنعت، معدن و تجارت

جدول مشخصات مجوزهای تاسیس تولید پنل‌های خورشیدی در ایران (واحد‌های بدون پیشرفت)

| نام واحد                             | استان          | پیشرفت | نام محصول                | ظرفیت   |
|--------------------------------------|----------------|--------|--------------------------|---------|
| گروه توسعه نوران انرژی سبز خاورمیانه | اردبیل         | •      | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۳۴۸۰۰۰  |
| گروه توسعه نوران انرژی سبز خاورمیانه | اردبیل         | •      | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۳۴۸۰۰۰  |
| حسین حسینی تودشکی                    | اصفهان         | •      | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۳۰۰۰۰   |
| حسین حسینی تودشکی                    | اصفهان         | •      | پنل خورشیدی فیلم نازک    | ۲۵۰۰۰   |
| حیدر چراغچی                          | اصفهان         | •      | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۳۰۰۰    |
| زمرد مالک ایرانیان                   | اصفهان         | •      | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۳۰۰۰    |
| مهندسی ساخت و نصب سایان              | اصفهان         | •      | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۲۰۰۰۰   |
| منوچهر یوسفی                         | اصفهان         | •      | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۷۰۰۰    |
| حسین حسینی تودشکی                    | اصفهان         | •      | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۳۰۰۰۰   |
| زمرد مالک ایرانیان                   | اصفهان         | •      | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۳۰۰۰    |
| زمرد مالک ایرانیان                   | اصفهان         | •      | پنل خورشیدی فیلم نازک    | ۲۰۰۰    |
| مهندسی ساخت و نصب سایان              | اصفهان         | •      | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۶۰۰۰۰   |
| مهندسی ساخت و نصب سایان              | اصفهان         | •      | پنل خورشیدی فیلم نازک    | ۱۰۰۰۰   |
| منوچهر یوسفی                         | اصفهان         | •      | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۷۰۰۰    |
| حیدر چراغچی                          | اصفهان         | •      | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۳۰۰۰    |
| هور داد سروش مهر                     | البرز          | •      | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۳۰۰۰۰   |
| هور داد سروش مهر                     | البرز          | •      | پنل خورشیدی فیلم نازک    | ۳۰۰۰۰   |
| مهندسی سازه فلز پایدار               | البرز          | •      | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۷۲۸۶۴۰  |
| بهینه جام البرز                      | البرز          | •      | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۲۰۰۰۰۰  |
| هور داد سروش مهر                     | البرز          | •      | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۳۰۰۰۰   |
| تابش الماس نیرو                      | ایلام          | •      | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۳۰۰۰۰   |
| تابش الماس نیرو                      | ایلام          | •      | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۳۰۰۰۰   |
| تابش الماس نیرو                      | ایلام          | •      | پنل خورشیدی فیلم نازک    | ۳۰۰۰۰   |
| مهندسی آتاش ساختار تبریز             | آذربایجان شرقی | •      | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۱۰۰۰    |
| سهند فلوت تبریز                      | آذربایجان شرقی | •      | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۵۰۰۰    |
| شهر آفتاب نور پارس ایرانیان          | آذربایجان غربی | •      | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۲۰۰۰۰۰  |
| صنایع عقاب سبز نوران                 | آذربایجان غربی | •      | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۵۰۰۰۰   |
| کژال خشت                             | آذربایجان غربی | •      | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۱۰۰۰۰۰  |
| کژال خشت                             | آذربایجان غربی | •      | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۱۰۰۰۰۰  |
| اوینی فر                             | آذربایجان غربی | •      | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۱۰۰۰۰۰۰ |
| انرژی رسان طلوع خورشید               | آذربایجان غربی | •      | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۴۰۰     |
| سولارکاران زرین هنرمند               | آذربایجان غربی | •      | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۱۵۰۰۰   |
| مهدی مومنی                           | بوشهر          | •      | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۲۴۰۰۰   |
| فرود آزادبخت                         | تهران          | •      | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۳۰۰۰    |
| فرود آزادبخت                         | تهران          | •      | پنل خورشیدی چند کریستالی | ۳۰۰۰    |
| فرود آزادبخت                         | تهران          | •      | پنل خورشیدی فیلم نازک    | ۳۰۰۰    |
| تاک چین                              | خراسان رضوی    | •      | پنل خورشیدی تک کریستالی  | ۱۰۰۰۰   |

|        |                          |   |             |                               |
|--------|--------------------------|---|-------------|-------------------------------|
| ۱۰۰۰۰۰ | پنل خورشیدی چند کریستالی | • | خراسان رضوی | اکسون انرژی پژواک             |
| ۱۰۰۰۰  | پنل خورشیدی چند کریستالی | • | خراسان رضوی | تاک چین                       |
| ۱۰۰۰۰۰ | پنل خورشیدی تک کریستالی  | • | خراسان رضوی | اکسون انرژی پژواک             |
| ۲۰۰۰۰  | پنل خورشیدی تک کریستالی  | • | زنجان       | رضا بارافکن                   |
| ۲۰۰۰   | پنل خورشیدی تک کریستالی  | • | زنجان       | سلیمان تقی زاده قزلقشلاق      |
| ۱۰۰۰۰  | پنل خورشیدی چند کریستالی | • | زنجان       | ناصر علیمردانی                |
| ۴۰۰۰   | پنل خورشیدی تک کریستالی  | • | زنجان       | محمد اسکندری                  |
| ۲۰۰۰۰  | پنل خورشیدی تک کریستالی  | • | زنجان       | پرویز لطیفیان                 |
| ۲۰۰۰۰  | پنل خورشیدی تک کریستالی  | • | زنجان       | جهانگیر رضائی                 |
| ۱۰۰۰۰  | پنل خورشیدی تک کریستالی  | • | زنجان       | ناصر علیمردانی                |
| ۸۰۰۰۰۰ | پنل خورشیدی تک کریستالی  | • | زنجان       | سیدحمید غفاری                 |
| ۱۰۰۰۰  | پنل خورشیدی چند کریستالی | • | سمنان       | سپهر انرژی پیام سمنان         |
| ۱۰۰۰۰  | پنل خورشیدی فیلم نازک    | • | سمنان       | سپهر انرژی پیام سمنان         |
| ۳۵۰۰   | پنل خورشیدی تک کریستالی  | • | سمنان       | فرو آلباز آتشگاه              |
| ۲۵۰۰۰  | پنل خورشیدی تک کریستالی  | • | سمنان       | پارس آلتون نیرو               |
| ۱۰۰۰۰  | پنل خورشیدی تک کریستالی  | • | سمنان       | سپهر انرژی پیام سمنان         |
| ۳۰۰۰   | پنل خورشیدی چند کریستالی | • | سمنان       | فرو آلباز آتشگاه              |
| ۴۰۰۰   | پنل خورشیدی فیلم نازک    | • | سمنان       | فرو آلباز آتشگاه              |
| ۱۰۰۰۰۰ | پنل خورشیدی چند کریستالی | • | فارس        | محمدامین امیری                |
| ۵۰۰۰۰۰ | پنل خورشیدی چند کریستالی | • | فارس        | صنایع تهویه تبخیر صنعت کاردان |
| ۲۰۰۰۰۰ | پنل خورشیدی تک کریستالی  | • | فارس        | محمدامین امیری                |
| ۱۰۰۰۰  | پنل خورشیدی چند کریستالی | • | قزوین       | وستا دژ آسیا                  |
| ۱۰۰۰۰  | پنل خورشیدی چند کریستالی | • | قزوین       | مهرداد وکیل زاده              |
| ۶۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | • | کرمان       | حمید رضا خراسانی              |
| ۳۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | • | کرمان       | مهسا علیمحمدی                 |
| ۳۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | • | کرمان       | حبیب الله محمود آبادی         |
| ۱۰۰۰   | پنل خورشیدی چند کریستالی | • | کرمان       | سعید سعادت                    |
| ۱۰۰۰   | پنل خورشیدی فیلم نازک    | • | کرمان       | سعید سعادت                    |
| ۳۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | • | کرمان       | محمد صادق محمودآبادی          |
| ۶۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | • | کرمان       | نیروگاه خورشیدی ضیغمی         |
| ۶۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | • | کرمان       | نیروگاه خورشیدی اشکوری        |
| ۳۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | • | کرمان       | امیرسینائی                    |
| ۵۰۰۰۰  | پنل خورشیدی تک کریستالی  | • | کرمان       | محسن گروهی ساردو              |
| ۶۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | • | کرمان       | شکاری نژاد                    |
| ۱۰۰۰   | پنل خورشیدی چند کریستالی | • | کرمان       | بهروز شهسواری                 |
| ۳۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | • | کرمان       | عاطفه زیدآبادی نژاد           |
| ۳۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | • | کرمان       | ابوالفضل جهانشاهی             |
| ۶۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | • | کرمان       | شکاری نژاد                    |
| ۶۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | • | کرمان       | حمیدعزت آبادی پور             |

|        |                          |   |                      |                           |
|--------|--------------------------|---|----------------------|---------------------------|
| ۶۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | کرمان                | عباس متقی                 |
| ۶۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | کرمان                | نصرت شهبها                |
| ۳۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | کرمان                | محدثه اسدی                |
| ۳۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | کرمان                | محمدرضا مکی آبادی         |
| ۵۰۰۰   | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | کرمان                | محمد علی فیروز آبادی      |
| ۱۵۰۰۰  | پنل خورشیدی تک کریستالی  | * | کرمان                | کاسپین نیرو پاک           |
| ۱۰۰۰   | پنل خورشیدی تک کریستالی  | * | کرمان                | سعید سعادت                |
| ۳۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | کرمان                | حمید نصرت آبادی           |
| ۳۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | کرمان                | سجاد سیوندی کهن میان      |
| ۳۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | کرمان                | احمد رمضان نژاد           |
| ۶۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | کرمان                | نیروگاه خورشیدی عباسلو    |
| ۳۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | کرمان                | عبدالرضا ضیاءالدینی       |
| ۳۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | کرمان                | بابک شهسواری پور          |
| ۶۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | کرمان                | محمد مهدی پور مهدی آبادی  |
| ۶۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | کرمان                | لری گوینی                 |
| ۶۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | کرمان                | حسین حسینی نسب            |
| ۶۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | کرمان                | علی عتیقی                 |
| ۶۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | کرمان                | محمد شکاری نژاد مکی آبادی |
| ۶۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | کرمان                | مینا حسین سلطانی          |
| ۶۰۰    | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | کرمان                | ریحانه سیوندی کهن میان    |
| ۵۰۰۰   | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | کرمان                | غلامرضا قاسمی نژاد رائینی |
| ۱۵۰۰۰  | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | کرمانشاه             | مهران صیدی قمشه           |
| ۱۳۰۰   | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | کرمانشاه             | سجاد امیری بهمن بیگلو     |
| ۲۰۰۰   | پنل خورشیدی فیلم نازک    | * | کرمانشاه             | سجاد امیری بهمن بیگلو     |
| ۱۰۰۰۰۰ | پنل خورشیدی تک کریستالی  | * | کرمانشاه             | راضیه کورنگ بهشتی         |
| ۱۵۰۰   | پنل خورشیدی تک کریستالی  | * | کرمانشاه             | سجاد امیری بهمن بیگلو     |
| ۲۰۰۰   | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | کهگیلویه و بویر احمد | پیشگام فناوران موفق امید  |
| ۲۰۰۰۰  | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | گلستان               | عرفان کبیر                |
| ۵۰۰۰   | پنل خورشیدی تک کریستالی  | * | گیلان                | غلامرضا داه               |
| ۵۰۰۰   | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | گیلان                | غلامرضا داه               |
| ۳۰۰۰   | پنل خورشیدی تک کریستالی  | * | لرستان               | ۵۴۶۰ برق کوثر خرم آباد    |
| ۲۰۰۰   | پنل خورشیدی تک کریستالی  | * | مازندران             | احمد علی غلامی            |
| ۱۰۰۰۰  | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | مازندران             | علی اصغر ابوطالبی         |
| ۲۰۰۰   | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | مازندران             | احمد علی غلامی            |
| ۲۰۰۰   | پنل خورشیدی فیلم نازک    | * | مازندران             | احمد علی غلامی            |
| ۲۰۰۰   | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | مرکزی                | چکاد ارتباط پایوند        |
| ۴۰۰۰   | پنل خورشیدی تک کریستالی  | * | مرکزی                | چکاد ارتباط پایوند        |
| ۱۷۰۰۰  | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | مرکزی                | عبدالله دهملائی           |
| ۱۰۰۰   | پنل خورشیدی چند کریستالی | * | منطقه ویژه اقتصادی   | سید طیب عاشق مدینه        |

|        |                           |   |                    |                                      |
|--------|---------------------------|---|--------------------|--------------------------------------|
| ۲۶۴۰۰۰ | انواع ماژول و پنل خورشیدی | • | منطقه ویژه اقتصادی | گروه توسعه نوران انرژی سبز خاورمیانه |
| ۷۰۰۰۰۰ | انواع ماژول و پنل خورشیدی | • | منطقه ویژه اقتصادی | پرتو انرژی پارس سولار                |
| ۲۰۰۰   | انواع ماژول و پنل خورشیدی | • | منطقه ویژه اقتصادی | نادر میلادی                          |
| ۴۰۰۰   | پنل خورشیدی تک کریستالی   | • | هرمزگان            | فهیمة نجار                           |
| ۷۰۰۰   | پنل خورشیدی تک کریستالی   | • | هرمزگان            | یعقوب محمدی فرد                      |
| ۴۰۰۰   | پنل خورشیدی تک کریستالی   | • | هرمزگان            | فاطمه نجار                           |
| ۹۰۰۰   | پنل خورشیدی تک کریستالی   | • | هرمزگان            | فیصل شناسی                           |
| ۷۸۰۰   | پنل خورشیدی چند کریستالی  | • | هرمزگان            | عزیزه چراغواره                       |
| ۴۰۰۰   | پنل خورشیدی چند کریستالی  | • | هرمزگان            | فهیمة نجار                           |
| ۲۵۰۰   | پنل خورشیدی فیلم نازک     | • | هرمزگان            | فهیمة نجار                           |
| ۶۵۰۰   | پنل خورشیدی چند کریستالی  | • | هرمزگان            | یعقوب محمدی فرد                      |
| ۴۰۰۰   | پنل خورشیدی چند کریستالی  | • | هرمزگان            | فاطمه نجار                           |
| ۲۵۰۰   | پنل خورشیدی فیلم نازک     | • | هرمزگان            | فاطمه نجار                           |
| ۸۰۰۰   | پنل خورشیدی چند کریستالی  | • | هرمزگان            | فیصل شناسی                           |
| ۹۳۰۰   | پنل خورشیدی تک کریستالی   | • | هرمزگان            | عزیزه چراغواره                       |
| ۲۰۰۰۰۰ | پنل خورشیدی تک کریستالی   | • | همدان              | سولار سلول همدان                     |
| ۸۰۰۰۰  | پنل خورشیدی تک کریستالی   | • | همدان              | حسن عبدی                             |
| ۳۰۰۰۰۰ | پنل خورشیدی چند کریستالی  | • | همدان              | سولار سلول همدان                     |
| ۸۰۰۰۰  | پنل خورشیدی چند کریستالی  | • | همدان              | حسن عبدی                             |
| ۲۰۰۰۰  | پنل خورشیدی چند کریستالی  | • | یزد                | سعید یاوری                           |
| ۲۰۰۰۰  | پنل خورشیدی فیلم نازک     | • | یزد                | سعید یاوری                           |
| ۳۵۰۰۰  | پنل خورشیدی تک کریستالی   | • | یزد                | علی اکبر صفدری زاده میبدی            |
| ۲۰۰۰۰  | پنل خورشیدی تک کریستالی   | • | یزد                | سعید یاوری                           |
| ۳۵۰۰۰  | پنل خورشیدی چند کریستالی  | • | یزد                | علی اکبر صفدری زاده میبدی            |
| ۳۵۰۰۰  | پنل خورشیدی فیلم نازک     | • | یزد                | علی اکبر صفدری زاده میبدی            |

منبع: وزارت صنعت، معدن و تجارت