شرکت توزیع نیروی برق استان چهارمحال و بختیاری

بسته پیشنهادی احداث نیروگاه خورشیدی دو مگاواتی

جهت جذب سرمایه گذار از طریق مرکز خدمات سرمایه گذاری استان

شرکت مشاور

شرکت آینده نگر اسپادانا

آدرس نمایندگی شرکت: استان چهارمحال و بختیاری، شهرکرد، خیابان ملت، کوچه ۴۵

تلفن تماس:

سجاد صالحی اردلی(۰۹۱۳۹۶۶۹۶۴۴)

شهباز مهرابی(۰۹۱۷۹۹۶۲۰۷۱)

خلاصه پروژه

۱-جدول سرمایه گذاری پروژه

ردیف	شرح	کلیه ارقام به میلیون ریال می‌باشد			هزینه به یورو
		قیمت کل	انجام شده	مورد نیاز	
۱	زمین محل اجرای پروژه	۰	۰	۰	۰
۲	محوطه سازی	۱۱۲۲۱	۰	۱۱۲۲۱	۴۰۵۲۲
۳	ساختمان	۳۰۸۹	۰	۳۰۸۹	۱۱۱۵۴
۴	تاسیسات	۲۹۶	۰	۲۹۶	۱۰۶۹
۵	اثاثیه و لوازم اداری	۳۸۸	۰	۳۸۸	۱۴۰۰
۶	ماشین آلات و تجهیزات	۲۶۸۶۶۳	۰	۲۶۸۶۶۳	۹۷۰۲۱۱
۷	وسیله نقلیه	۱۷۰۴	۰	۱۷۰۴	۶۱۵۴
۸	هزینه‌های قبل از بهره برداری	۲۸۵۴	۰	۲۸۵۴	۱۰۳۰۵
۹	هزینه‌های پیش بینی نشده	۵۷۶۴	۰	۵۷۶۴	۲۰۸۱۶
کل هزینه‌های سرمایه گذاری ثابت پروژه		۲۹۳۹۷۸	۰	۲۹۳۹۷۸	۱۰۶۱۶۳۰
سرمایه در گردش سال اول		۲۵۸۷	۰	۲۵۸۷	۹۳۴۴
کل سرمایه‌گذاری پروژه		۲۹۶۵۶۶	۰	۲۹۶۵۶۶	۱۰۷۰۹۷۴

۲-منابع مورد نیاز تا مرحله تکمیل

شرح	دوران ساخت	دوران بهره برداری	مجموع
جمع منابع مالی پروژه(میلیون ریال)	۲۹۳۹۷۸	۲۵۸۷	۲۹۶۵۶۶
جمع منابع مالی پروژه (یورو)	۱۰۶۱۶۳۰	۹۳۴۴	۱۰۷۰۹۷۴

۳-شاخص‌های اقتصادی

الف – نقطه سر به سر؛ ۱۴ درصد

ب – مدت برگشت سرمایه ؛ ۴/۴۰ سال

ج – نرخ بازده داخلی ؛ ۲۰/۶۵ درصد

د- ارزش خالص فعلی: ۴۲۶۵۶۴میلیون ریال معادل ۱۵۴۰۴۳۰ یورو

جهت محاسبه ارز (یورو) در این بخش از میانگین وزنی نرخ خرید و فروش ارز بر مبنای معاملات ثبت شده در سامانه نظارت ارز (سنا) در بهمن ماه ۱۴۰۰ استفاده شده است. بر این اساس قیمت ارز (یورو) ۲۷۶۹۱۲ ریال به عنوان مبنا در محاسبات ارز استفاده شده است(منبع: سایت https://www.sanarate.ir/).

فهرست مطالب

خلاصه پروژه ۲

۱-جدول سرمایه گذاری پروژه ۲

۲-منابع مورد نیاز تا مرحله تکمیل ۲

۳-شاخص‌های اقتصادی ۲

مقدمه ۷

فصل اول: مشخصات محل اجرای پروژه ۸

۱-۱-موقعیت مکانی محدوده اجرای پروژه ۸

۱-۲-راههای دسترسی ۱۱

۱-۳-اقلیم ۱۱

۱-۴- جمعیت مراکز مسکونی محدوده های اجرای پروژه ۱۳

۱-۵-وضعیت دسترسی محدوده های پروژه به امکانات زیربنایی ۱۴

فصل دوم: مشخصات محصول، فرآیند و روش تولید محصول ۱۵

۲-۱- مقدمه ۱۵

۲-۲-تاریخچه استفاده از انرژی خورشیدی ۱۵

۲-۳-کاربردهای انرژی خورشیدی ۱۶

۲-۳-۱-استفاده از انرژی حرارتی خورشید ۱۷

۲-۳-۱-۱-کاربردهای نیروگاهی ۱۷

۲-۳-۱-۱-۱-نیروگاه های حرارتی خورشیدی از نوع سهموی خطی ۱۷

۲-۳-۱-۱-۲-نیروگاه های حرارتی خورشیدی از نوع دریافت کننده مرکزی ۱۸

۲-۳-۱-۱-۳-نیروگاه های حرارتی خورشیدی از نوع بشقابی ۱۸

۲-۳-۱-۲- کاربردهای غیرنیروگاهی ۱۸

۲-۴-پتانسیل انرژی خورشیدی در ایران ۱۸

۲-۵-تولید الکتریسیته از پرتوهای خورشید ۱۹

۲-۵-۱-انرژی فتوولتاتیک ۱۹

۲-۵-۲-پنل های خورشیدی ۲۰
۳-۵-۲-مصرف کننده یا بار الکتریکی ۲۰
۴-۵-۲-روش کار سلول های خورشیدی..... ۲۱
۱-۴-۵-۲-آرایه فتوولتائیک..... ۲۲
۲-۴-۵-۲-سیستم های دنبال کننده تابش خورشید ۲۴
۳-۴-۵-۲-اینورتر یا مبدل الکترونیک قدرت **DC/AC**..... ۲۵
۱-۳-۴-۵-۲-مبدلهای الکترونیک قدرت مجزا از شبکه ۲۵
۲-۳-۴-۵-۲-مبدلهای متصل به شبکه ۲۶
۴-۴-۵-۲-ذخیره ساز ۲۶
۱-۴-۴-۵-۲-دنبال کننده حداکثر توان ۲۷
۵-۴-۵-۲-سایر تجهیزات ۲۸
۵-۵-۲-مزایا و معایب سیستم فتوولتائیک..... ۲۹
۱-۵-۵-۲-مزایا سیستم فتوولتائیک ۲۹
۲-۵-۵-۲-معایب سیستم فتوولتائیک..... ۲۹
فصل سوم: سرمایه گذاری و توجیه فنی پروژه ۳۰
۱-۳-هزینه های ثابت پروژه ۳۱
۲-۳-سرمایه گذاری پروژه ۳۴
۳-۳-هزینه های متغیر پروژه ۳۵
۴-۳-بهای تمام شده..... ۳۷
۵-۳-برنامه تولید ۳۸
۶-۳-بیلان اقتصادی پروژه ۳۹
فصل چهارم: زمانبندی اجرای پروژه ۴۲
فصل پنجم: پیوست ۴۴
پیوست(شماره یک) ۴۴

فهرست جداول

جدول(۱-۱): لیست محدوده‌های پیشنهادی احداث نیروگاه خورشیدی دو مگاواتی ۹
جدول(۲-۱): راه‌های دسترسی به محدوده‌های اجرای پروژه ۹
جدول(۳-۱): فاکتورهای اقلیمی استان چهارمحال و بختیاری ۱۲
جدول(۴-۱): میانگین جمعیت محدوده های اجرای پروژه(سال ۱۳۹۵) ۱۴
جدول(۵-۱): وضعیت دسترسی محدوده های اجرای پروژه به امکانات زیربنایی ۱۴
جدول(۱-۲): بازده ماژول های مختلف فتوولتائیک ۲۴
جدول(۲-۲): بازده پنل ها برای حالت های مختلف نصب ۲۵
جدول(۱-۳): زمین محل اجرای پروژه ۳۱
جدول(۲-۳): محوطه سازی ۳۱
جدول(۳-۳): ساختمان ۳۱
جدول(۴-۳): تاسیسات ۳۲
جدول(۵-۳): ماشین آلات و تجهیزات ۳۲
جدول(۶-۳): وسایل نقلیه ۳۳
جدول(۷-۳): اثاثیه و لوازم اداری ۳۳
جدول(۸-۳): هزینه های قبل از بهره برداری ۳۳
جدول(۹-۳): سرمایه در گردش ۳۴
جدول(۱۰-۳): خلاصه سرمایه گذاری پروژه ۳۴
جدول(۱۱-۳): نحوه تامین منابع مالی برای تکمیل پروژه ۳۵
جدول(۱۲-۳): هزینه مواد اولیه اصلی ۳۵
جدول(۱۳-۳): هزینه سوخت و انرژی ۳۵
جدول(۱۴-۳): حقوق و دستمزد ۳۵
جدول(۱۵-۳): هزینه تعمیر و نگهداری ۳۶
جدول(۱۶-۳): هزینه استهلاک ۳۶
جدول(۱۷-۳): هزینه فروش و بیمه ۳۶
جدول(۱۸-۳): بهای تمام شده محصول (هزینه های مستقیم تولید) ۳۷

جدول(۱۹-۳): هزینه های عملیاتی ۳۷
جدول(۲۰-۳): هزینه های غیرعملیاتی ۳۷
جدول(۲۱-۳): تفکیک هزینه های ثابت و متغیر تولید ۳۸
جدول(۲۲-۳): برنامه تولید و فروش ۳۸
جدول(۲۳-۳): پیش بینی صورتحساب سود و زیان ۳۹
جدول(۲۴-۳): پیش بینی عایدات پروژه ۳۹
جدول(۲۵-۳): تحلیل نقطه سر به سر ۴۰
جدول(۲۶-۳): شرح ارزش افزوده ۴۱
جدول (۲۷-۳): جدول پیش بینی گردش وجوه نقد ۴۱
جدول(۱-۴): زمانبندی اجرای پروژه ۴۳

فهرست اشکال

شکل(۱-۱): محدوده اجرای پروژه ۱۰
شکل(۳-۱): نقشه پهنه بندی اقلیمی استان چهارمحال و بختیاری ۱۳
شکل(۱-۲): میانگین تابش انرژی خورشید در سطح جهان ۱۹
شکل(۲-۲): روند تولید الکتریسته از انرژی خورشیدی ۲۱
شکل(۳-۲): پروژه سلول، ماژول، پانل و آرایه های فتوولتائیک ۲۲
شکل(۴-۲): منحنی جریان-ولتاژ یک پنل خورشیدی ۲۷
شکل(۵-۲): منحنی توان-ولتاژ یک پنل خورشیدی ۲۸
شکل (۱-۳): نسبت هزینه های سرمایه گذاری پروژه ..... Error! Bookmark not defined.
شکل (۲-۳): نسبت هزینه های تولید سالانه پروژه ..... Error! Bookmark not defined.
شکل (۳-۳): پیش بینی سود و زیان طرح ..... Error! Bookmark not defined.
شکل (۴-۳): ارزش خالص فعلی جریانات نقدی ..... Error! Bookmark not defined.
شکل (۵-۳): برآورد نقطه سربه سر تولید ..... Error! Bookmark not defined.

مقدمه

تمامی پیشرفت های بشر در عرصه فن‌آوری وابسته به یک مولفه حیاتی به نام انرژی است. بدون وجود انرژی هیچ یک از ابزارهای امروزی قادر به کار نمی باشند. در حال حاضر بخش عظیمی از منابع انرژی، از راه سوخت-های فسیلی که تجدید ناپذیرند تامین می شوند. به دلیل اینکه این سوخت ها تجدید ناپذیرند و مصرف آن ها عوارض بسیار ناگواری بر محیط زیست دارد، انسان در عصر مدرن همواره به دنبال راهی جهت تامین انرژی تجدیدپذیر بوده است که در این راهبرد یکی از بهترین منابع کسب انرژی به صورت دائم، بهره‌گیری از نور خورشید می باشد. از آنجا که امروزه توسعه اقتصادی جوامع در گرو استفاده صحیح و بهینه از انرژی می‌باشد، و تاکنون نیز سوخت‌های فسیلی نقش مهمی را در تأمین انرژی مورد نیاز جوامع بشری ایفا نموده‌اند. ولی با کاهش این منابع از یکسو و با پیشرفت تکنولوژی از سوی دیگر استفاده از انرژی خورشیدی مورد توجه بسیاری از کشورهای پیشرفته واقع شده است. در این راستا کشور ما با توجه به موقعیت جغرافیایی مناسب بهترین فرصت را در جهت استفاده از این نوع نرژی پاک داراست. در ایران فکر توسعه نیروگاه‌های تجدید پذیر به صورت جدی و برنامه ریزی شده در برنامه پنجم توسعه شروع شد. براساس برنامه پنجم توسعه می بایست تا پایان این برنامه ۵ هزار مگاوات برق کشور از انرژی های تجدید پذیر تولید می شد. اکنون حدود ۶۰۰ تا ۷۰۰ مگاوات برق کشور از انرژی‌های تجدید پذیر تولید می شود که بسیار پائین تر از اهداف چشم انداز است(برنامه پنجم توسعه اقتصادی و اجتماعی کشور سال ۹۴ پایان یافت). براساس برنامه ریزی های صورت گرفته در برنامه ششم توسعه، سالانه باید حداقل بین ۵۰۰ تا هزار مگاوات ظرفیت تولید برق از انرژی های نو وارد مدار شود. این در حالی است که استان‌های کشور ظرفیت بالایی در جذب انرژی خورشید دارند. از جمله استان‌های با ظرفیت بالا در تولید الکتریسیته از انرژی خورشیدی استان چهارمحال و بختیاری است. میانگین ساعات آفتابی در این استان بین ۳ تا ۴ هزار ساعت است. از اینرو در این پروژه توجیه اقتصادی احداث نیروگاه خورشیدی تشریح می‌گردد.

فصل اول:

مشخصات محل اجرای پروژه

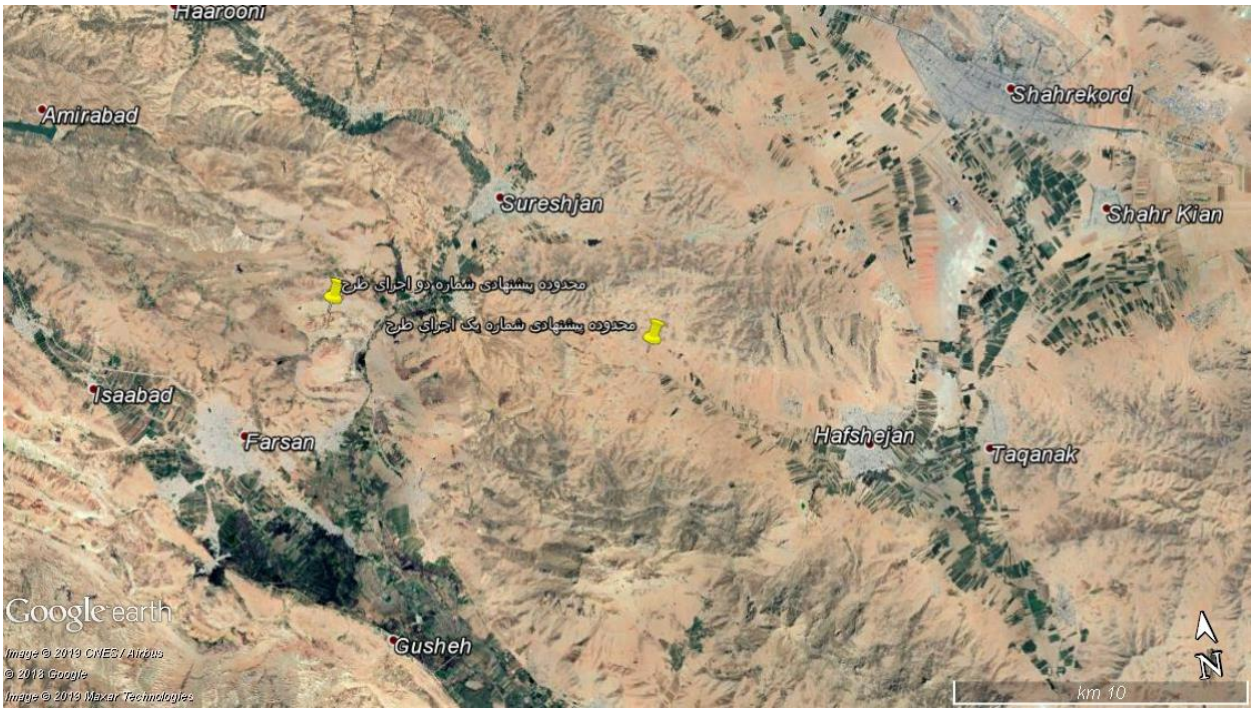
۱-۱-موقعیت مکانی محدوده اجرای پروژه

محل احداث نیروگاه خورشیدی دو مگاواتی می‌تواند یکی از محدوده‌های پیشنهادی ارائه شده در جدول ۱-۱ باشد.

جدول(۱-۱): لیست محدوده‌های پیشنهادی احداث نیروگاه خورشیدی دو مگاواتی

ردیف	پست	آدرس محدوده احداث نیروگاه	ظرفیت(مگاوات)
۱	شهرکرد	حد فاصل سه راه هفشجان تا سورشجان	دو
۲	فارسان	محدوده فارسان تا سورشجان	
۳	آلونی	محدوده ارمند	
۴	آلونی	محدوده ده صحرا تا جوانمردی	
۵	آلونی	محدوده آلونی تا قبل از سه راه ارمند	
۶	دشتک	دشتک تا صمصامی	

همچنین شکل ۱-۱ (الف، ب و ج) محدوده‌های اجرای پروژه را در محیط گوگل ارث نشان می‌دهد.



(الف)



(ب)



(ج)

شکل(۱-۱): محدوده اجرای پروژه

۱-۲-راه‌های دسترسی

به منظور دسترسی به هر یک از محدوده‌های اجرای پروژه از مرکز استان می‌توان از مسیر ارائه شده در جدول ۲-۱ استفاده کرد.

جدول(۲-۱): راه‌های دسترسی به محدوده‌های اجرای پروژه

ردیف	مبدا	آدرس	مقصد	مسافت (کیلومتر)
۱	شهرکرد	هفشجان-سورشجان	محدوده پیشنهادی شماره یک	۲۴
۲		سورشجان-فارسان	محدوده پیشنهادی شماره دو	۳۰/۵
۳		سفیددشت-فرادنبه-بروجن-گندمان-آلونی	محدوده پیشنهادی شماره سه	۱۲۰
۴		سفیددشت-فرادنبه-بروجن-گندمان-آلونی	محدوده پیشنهادی شماره چهار	۱۲۰
۵		سفیددشت-فرادنبه-بروجن-گندمان-آلونی	محدوده پیشنهادی شماره پنج	۱۲۰
۶		شهرکیان-طاقانک-سه راه شلمزار-سه راه جونقان-کاج-رستم آباد-دشتک	محدوده پیشنهادی شماره شش	۸۵

۳-۱-اقلیم

براساس تقسیم بندی کوپن استان چهارمحال و بختیاری بطور کلی نواحی شرقی منطقه، اقلیم معتدل و سرد با تابستانهای گرم و خشک (Dcas) دارد که از نمونه ایستگاههای آن شهرکرد و امام قیس را می توان نام برد. ارتفاعات ۳۰۰۰ - ۲۵۰۰ متری منطقه، اقلیم معتدل سرد و تابستان‌های خشک (Dcas) دارد که نمونه ایستگاههای آن چلگرد است. نواحی غربی منطقه که پوشیده از جنگلهای بلوط است اقلیم نیمه گرمسیری با تابستانهای گرم و خشک (Dcas) دارد که ایستگاه لردگان و منج در این اقلیم واقع شده‌اند و بالاخره ارتفاعات بیش از ۳۰۰۰ متری منطقه دارای اقلیم ارتفاعات (H) می‌باشد که پوشیده از برف های دائمی است.

با استفاده از روش پیشنهادی برای مناطق مرکزی ایران استان چهارمحال و بختیاری دارای ۶ اقلیم می‌باشد که شامل:

۱- اقلیم ارتفاعات: مناطقی که در ارتفاع بیش از ۳۵۰۰ متر از سطح دریا قرار دارند و از نظر پوشش گیاهی بسیار فقیر بوده و دوره رشد در این مناطق بسیار کم می‌باشد و اکثر مواقع از یخچالها و برفهای دائم پوشیده شده است.

۲- اقلیم مرطوب معتدل و بسیار سرد که در مناطق مجاور ارتفاعات واقع شده‌اند و سطح کمی از کل سطح استان را بخود اختصاص داده‌اند و از نظر پوشش گیاهی نیز فقیر هستند و فقط گونه‌های مقاوم نظیر چوبک و سرو کوهی در این مناطق رشد می‌کنند.

۳- اقلیم نیمه مرطوب معتدل سرد: سطح زیادی از استان را شامل می‌شود. مناطق مرکزی استان و دشت‌های زیادی در این اقلیم جای دارند که در شهرستان شهرکرد شامل بخش‌های مرکزی، شلمزار، لاران، بن و قسمتی از بخش سامان و در شهرستان بروجن بخش مرکزی و شهرستان فارسان و شهر ناغان در شهرستان اردل جزء آن می‌باشد.

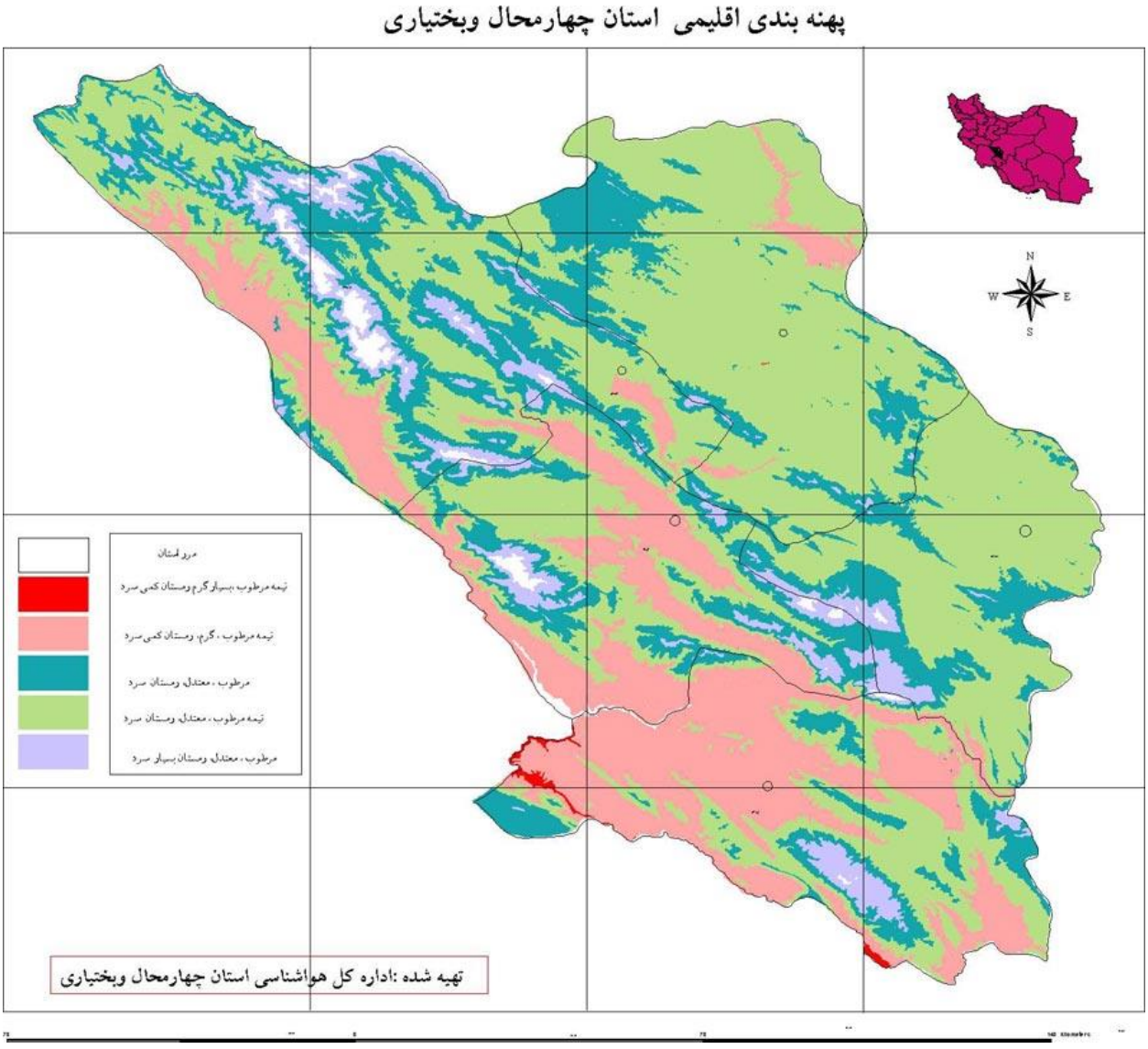
۴- اقلیم مرطوب معتدل سرد: این اقلیم تقریباً زیر اقلیم نوع سوم (نیمه مرطوب معتدل سرد) می‌باشد با این تفاوت که میزان بارش در این اقلیم بیشتر می‌باشد. این اقلیم شامل نواحی امام قیس در شهرستان بروجن، بخش دیناران اردل و سودجان و مرغملک شهرستان شهرکرد می‌باشد.

۵- اقلیم نیمه مرطوب کمی سرد: شامل مناطق لردگان و بخش بازفت در شهرستان کوهرنگ و حاشیه زاینده رود در بخش سامان می‌باشد و از نظر پوشش گیاهی جنگلهای بلوط، باغات میوه در این اقلیم سطح وسیعتری را به خود اختصاص می‌دهند.

۶- اقلیم نیمه مرطوب بسیار گرم، زمستان کمی سرد: سطح بسیار کوچکی ازاستان که از نظر ارتفاعی دارای ارتفاع کمتر از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا قرار دارند را شامل است که در این مناطق در تابستان نسبت به دیگر مناطق استان هوای گرمتری داراست و بارش نیز در این مناطق بیش از ۷۰۰ میلیمتر در سال است. این اقلیم حاشیه رودخانه ارمند در شهرستان لردگان را در بر می‌گیرد(شکل۱-۴).

جدول(۳-۱): فاکتورهای اقلیمی استان چهارمحال و بختیاری

فاکتور اقلیمی	میانگین
درجه حرارت(سانتی گراد)	۱۳/۵
بارندگی(میلی متر)	۵۶۰
رطوبت نسبی(درصد)	۳۴/۵
تعداد روزهای یخبندان	۱۱۱
ساعات آفتابی	۳۱۴۲



شکل(۳-۱): نقشه پهنه بندی اقلیمی استان چهارمحال و بختیاری

۴-۱- جمعیت مراکز مسکونی محدوده‌های اجرای پروژه

هدف از بررسی جمعیت مراکز مسکونی محدوده پروژه آشنایی سرمایه گذاران با بازارهای هدف اولیه برای فروش محصولات و همچنین تامین نیروی انسانی و تجهیزات مورد نیاز برای ادامه کار است. از اینرو در جدول ۱-۴ میانگین جمعیت هریک از محدوده‌های پیشنهادی اجرای پروژه ارائه شده است.

جدول(۴-۱): میانگین جمعیت محدوده‌های اجرای پروژه(سال ۱۳۹۵)

ردیف	مراکز مسکونی	جمعیت(۱۳۹۵)
۱	محدوده پیشنهادی شماره یک	۳۳۶۰۰
۲	محدوده پیشنهادی شماره دو	۴۲۸۰۰
۳	محدوده پیشنهادی شماره سه	۸۷۰۰۰
۴	محدوده پیشنهادی شماره چهار	۸۷۰۰۰
۵	محدوده پیشنهادی شماره پنج	۸۷۰۰۰
۶	محدوده پیشنهادی شماره شش	۱۵۰۰۰

۵-۱-وضعیت دسترسی محدوده‌هاب پروژه به امکانات زیربنایی

با توجه به مشخص نبودن محل دقیق اجرای پروژه‌ها، امکانات زیربنایی به صورت کلی برای محدوده‌های پیشنهادی در قالب پوشش تلفن، راه دسترسی و دسترسی به نیروی انسانی در جدول ۱-۵ ارائه شده است.

جدول(۵-۱): وضعیت دسترسی محدوده‌های اجرای پروژه به امکانات زیربنایی

امکانات زیربنایی	دارد	ندارد	توضیحات
پوشش تلفن	*		
راه دسترسی	*		راه دسترسی آسفالته است
دسترسی به نیروی انسانی	*		کارگر و نیروی متخصص

فصل دوم:

مشخصات محصول، فرآیند و روش تولید محصول

۲-۱- مقدمه

تمامی پیشرفت های بشر در عرصه فن‌آوری وابسته به یک مولفه حیاتی به نام انرژی است. بدون وجود انرژی هیچ یک از ابزارهای امروزی قادر به کار نمی باشند. در حال حاضر بخش عظیمی از منابع انرژی، از راه سوخت-های فسیلی که تجدید ناپذیرند تامین می شوند. به دلیل اینکه این سوخت‌ها تجدید ناپذیرند و مصرف آنها عوارض بسیار ناگواری بر محیط زیست دارد، انسان در عصر مدرن همواره به دنبال راهی جهت تامین انرژی تجدیدپذیر بوده است، که در این راهبرد یکی از بهترین منابع کسب انرژی به صورت دائم، بهره‌گیری از نور خورشید می باشد.

۲-۲-تاریخچه استفاده از انرژی خورشیدی

شناخت انرژی خورشیدی و استفاده از آن برای منظورهای مختلف به زمان ماقبل تاریخ باز می گردد. شاید به دوران سفالگری، در آن هنگام روحانیون معابد به کمک جام‌های بزرگ طلائی صیقل داده شده و اشعه خورشید، آتشدان‌های محراب‌ها را روشن می‌کردند. یکی از فراعنه مصر معبدی ساخته بود که با طلوع خور شید درب آن باز و با غروب خورشید درب بسته می‌شد. ولی مهم‌ترین روایتی که درباره استفاده از خورشید بیان شده داستان

ارشمیدس دانشمند و مخترع بزرگ یونان قدیم می‌باشد که ناوگان روم را با استفاده از انرژی حرارتی خورشید به آتش کشید. گفته می‌شود که ارشمیدس با نصب تعداد زیادی آئینه‌های کوچک مربعی شکل در کنار یکدیگر که روی یک پایه متحرک قرار داشته است، اشعه خورشید را از راه دور روی کشتی‌های رومیان متمرکز ساخته و به این ترتیب آنها را به آتش کشیده است. در ایران نیز معماری سنتی ایرانیان باستان نشان دهنده توجه خاص آنان در استفاده صحیح و مؤثر از انرژی خورشید در زمان‌های قدیم بوده است. با وجود آنکه انرژی خورشید و مزایای آن در قرون گذشته به خوبی شناخته شده بود، ولی بالا بودن هزینه اولیه چنین سیستم هایی از یک طرف و عرضه نفت و گاز ارزان از طرف دیگر سد راه پیشرفت این سیستم‌ها شد، تا اینکه افزایش قیمت نفت در سال ۱۹۷۳ باعث شد که کشورهای پیشرفته صنعتی مجبور شدند به مسئله تولید انرژی از راه‌های دیگر (غیر از استفاده سوخت‌های فسیلی) توجه جدی‌تری نمایند.

۳-۲-کاربردهای انرژی خورشیدی

در حال حاضر از انرژی خورشیدی به دو روش کلی زیر استفاده می‌شود:

۱. استفاده از انرژی حرارتی خورشید برای مصارف خانگی، صنعتی و نیروگاهی.
۲. تبدیل مستقیم پرتوهای خورشید به الکتریسیته بوسیله تجهیزاتی به نام فتوولتائیک.

۱-۳-۲-استفاده از انرژی حرارتی خورشید

این بخش از کاربردهای انرژی خورشید شامل دو گروه نیروگاهی و غیر نیروگاهی می‌باشد.

۱-۱-۳-۲-کاربردهای نیروگاهی

تأسیساتی که با استفاده از آنها انرژی حرارتی جذب شده خورشید به الکتریسیته تبدیل می‌شود نیروگاه حرارتی خورشیدی نامیده می‌شود این تأسیسات بر اساس انواع متمرکز کننده‌های موجود و بر حسب اشکال هندسی متمرکز کننده‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند:

- نیروگاه‌هایی که گیرنده آنها آینه‌های سهموی ناودانی هستند.
- نیروگاه‌هایی که گیرنده آنها در یک برج قرار دارد و نور خورشید توسط آینه‌های بزرگی به نام هلیوستات به آن منعکس می‌شود(دریافت کننده مرکزی).
- نیروگاه‌هایی که گیرنده آنها بشقابی سهموی (دیش) می‌باشد(پیوست شماره یک). در ادامه ویژگی هریک از نیروگاه ها به طور خلاصه شرح داده می‌شود.

۱-۱-۱-۳-۲-نیروگاه های حرارتی خورشیدی از نوع سهموی خطی

در این نیروگاه ها، از منعکس کننده‌هایی که به صورت سهموی خطی می‌باشند جهت تمرکز پرتوهای خور شید در خط کانونی آنها استفاده می‌شود و گیرنده به صورت لوله‌ای در خط کانونی منعکس کن نده‌ها قرار دارد. در داخل این لوله روغن مخصوصی در جریان است که بر اثر حرارت پرتوهای خورشید گرم و داغ می گردد. رو غن داغ از مبدل حرارتی عبور کرده و آب را به بخار تبدیل می کند. سپس بخار به مدارهای مرسوم در نیروگاه های حرارتی انتقال داده می‌شود تا به کمک توربین بخار و ژنراتور به توان الکتریکی ت بدیل گردد. برای بهره‌گ یری بیشتر و افزایش بازدهی لوله دریافت کننده، سطح آن را با اکسید فلزی که ضریب بالایی دارد پوشش می‌ده ند. همچنین در محیط اطراف آن لوله‌ای شیشه‌ای به صورت ل فاف پو شیده می شود تا از تل فات گر مایی و ا فت تشعشعی جلوگیری کند و نیز از لوله دریافت کننده محافظت بعمل آید. ضمناً بین ا ین دو لو له خلاء بو جود می‌آوردند. برای آنکه پرتوهای تابشی خورشید در تمام طول روز به صورت مستقیم به لوله دریافت کننده برسد. در این نیروگاه‌ها یک سیستم ردیاب خورشید نیز وجود دارد که بوسیله آن آینه‌های شلجمی دائ ماً خور شید را دنبال می‌کنند و پرتوهای آن را روی لوله دریافت کننده متمرکز می‌نمای ند. تغی یرات تابش خور شید در ا ین نیروگاهها توسط منبع ذخیره و گرمکن سوخت فسیلی جبران می شوند. در چ ند ک شور نظ یر ا یالات مت حده آمریکا، اسپانیا، مصر، مکزیک، هند و مراکش از نیروگاه‌های سهموی خطی استفاده شده است. که یا در مرح له

ساخت و یا در مرحله بهره‌برداری قرار دارند. در ایران نیز مطالعاتی در این زمینه انجام شده و پروژه یک نیروگاه تحقیقاتی با ظرفیت ۳۵۰ کیلووات توسط سازمان انرژی های نو ایران در شیراز انجام شده است.

۲-۱-۱-۳-۲-نیروگاه های حرارتی خورشیدی از نوع دریافت کننده مرکزی

در این نیروگاه‌ها پرتوهای خورشید توسط مزرعه‌ای متشکل از تعداد زیادی آینه منعکس کننده بنام هلیو ستات بر روی یک دریافت کننده که در بالای برج نسبتاً بلندی استقرار یافته است متمر کز می گردد. در نتیجه روی محل تمرکز پرتوها انرژی گرمایی زیادی بدست می‌آید که این انرژی بو سیله سیال عا مل که دا خل دریا فت کننده در حرکت است، جذب می‌شود و بوسیله مبدل حرارتی به سی ستم آب و بخار مر سوم در نیروگاه های سنتی منتقل شده و بخار فوق گرم در فشار و دمای طراحی شده برای استفاده در توربین ژنراتور تولید می‌گردد. سیال عامل در مبدل‌های حرارتی در کنار آب قرار گرفته و موجب تبدیل آن به بخار با فشار و حرارت بالا می‌گردد. در برخی از سیستم‌ها سیال عامل آب است و مستقیماً در داخل دریافت کننده به بخار تبدیل می‌شود. برای استفاده دائمی از این نوع نیروگاه در زمانی که تابش خورشید وجود ندارد(مثلاً ساعات ابری یا شب ها) از سیستم‌های ذخیره کننده حرارت و یا احیاناً از تجهیزات پشتیبانی که ممکن ا ست از سوخت فسیلی ا ستفاده کنند جهت ایجاد بخار برای تولید برق کمک گرفته می‌شود.

۳-۱-۱-۳-۲-نیروگاه های حرارتی خورشیدی از نوع بشقابی

در این نیروگاه‌ها از منعکس کننده‌هایی که به صورت شلجمی بشقابی می‌باشد جهت تمر کز نقطه‌ای پرتو های خورشیدی استفاده می‌گردد و گیرنده‌هایی که در کانون شلجمی قرار می‌گیرند به کمک سیال جاری در آن انرژی گرمایی را جذب نموده و به کمک یک ماشین حرارتی و ژنراتور آن را به نوع مکانیکی و الکتریکی تبدیل می‌نماید.

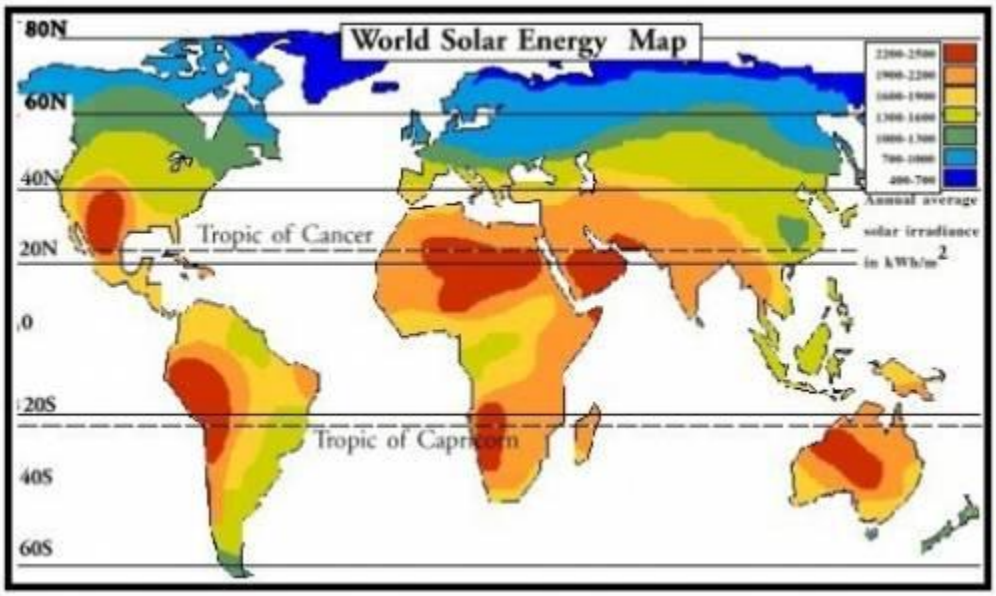
۲-۱-۳-۲- کاربردهای غیرنیروگاهی

کابردهای غیر نیروگاهی از انرژی حرارتی خورشید شامل موارد متعددی می‌باشد که اهم آنها عبارت‌اند از: آبگرمکن و حمام خورشیدی – سرمایش و گرمایش خورشیدی – آب شیرین کن خورشیدی – خشک کن خورشیدی – اجاق خورشیدی – کوره‌های خورشیدی و خانه‌های خورشیدی(پیوست شماره دو).

۲-۴-پتانسیل انرژی خورشیدی در ایران

تحقیقات صورت گرفته توسط متخصصان در بسیاری از نقاط ایران نشان می دهد که انرژی تابشی خورشید بسیار بیشتر از میانگین بین المللی است. به طوری که در برخی از نقاط این میزان بالاتر از ۷ تا ۸ کیلووات

ساعت بر مترمربع اندازه گیری شده است. آمارها بیانگر آن است که به طور متوسط انرژی تابشی خورشید بر سطح ایران حدود ۴/۵ کیلووات ساعت بر مترمربع است. از سوئی تابش آفتاب در ایران با برخی کشورهای واقع در عرض‌های پائین تر مانند عربستان بسیار متفاوت است. چرا که آفتاب آنجا گرمای بیشتری دارد اما تابش آن در ایران مطبوع است که این تفاوت تابش سبب می شود بتوانیم از انرژی خورشید برای تولید برق با بهره گیری از سیستم های فتوولتائیک نهایت بهره را بگیریم. چرا که این سیستم ها در مقابل گرمای زیاد راندمان کمتری دارند. به عبارت دیگر در حالی که کشورهای اطراف ایران از یک سیستم فتوولتائیک با ظرفیت تولید یک کیلووات تنها ۱۴ تا ۱۵ درصد برق تولید می کنند ما می توانیم راندمان آن را به ۱۶ تا ۱۹ درصد افزایش دهیم و به عبارت ساده تر ایران باصرفه ترین و اقتصادی ترین کشور منطقه برای بهره گیری از انرژی خورشیدی است(شکل ۲-۱).



شکل(۱-۲): میانگین تابش انرژی خورشید در سطح جهان

۲-۵-تولید الکتریسیته از پرتوهای خورشید

۲-۵-۱-انرژی فتوولتاتیک

به پدیده‌ای که در اثر تابش نور، بدون استفاه از مکانیزم‌های محرک، الکتریسیته تولید کند پدیده فتوولتائیک و به هر سیستمی که از این پدیده استفاده کند سیستم فتوولتائیک گویند. اثر فتوالکتریک برای اولین بار توسط آلبرت انیشتین شرح داده شد. براساس این پدیده وقتی که یک کوانتوم انرژی نوری یعنی یک فوتون در یک ماده نفوذ می کند، این احتمال وجود دارد که بوسیله الکترون جذب شود و الکترون انتقال پیدا کند. سلول های

خورشیدی با نام سلول های photovoltaic «یا قدرت زای نوری» هم شناخته می شوند. این نام از آنجا نشأت گرفته که photo به معنی نور و voltaic به معنی الکتریسیته است. این سلول‌ها نور خورشید را مستقیما تبدیل به الکتریسیته می کنند. فتوولتاییک علمی است که در مورد تبدیل نور به الکتریسیته و به عبارت دیگر تبدیل فوتون‌های نوری به جریان الکتریکی می‌پردازد. سیستم‌های فتوولتائیک یکی از پر مصرف‌ترین کاربردهای انرژی‌های نو می‌باشد.تاکنون سیستم‌های گوناگونی با ظرفیت‌های مختلف (۰/۵ وات تا چند مگاوات) در سراسر جهان نصب و راه اندازی شده‌است و با توجه به قابلیت اطمینان و عملکرد این سیستم‌ها هر روزه بر تعداد متقاضیان آنها افزوده می‌شود. از سری کردن سلول‌های آفتابی می‌توان به ولتاژ قابل قبولی دست یافت. به یک مجموعه از سلول‌های سری و موازی شده پنل (Panel) فتوولتائیک می‌گویند. امروزه این‌گونه سلول‌ها عموماً از ماده سیلیسیم تهیه می‌شود و سیلیسیم مورد نیاز از شن و ماسه تهیه می‌شود که در مناطق کویری کشور به فراوانی یافت می‌گردد. بنابراین از نظر تأمین ماده اولیه این سلول‌ها هیچگونه کمبودی در ایران وجود ندارد. نور خورشید از فوتون‌ها یا ذرات انرزی خورشیدی ساخته شده است. فوتون‌ها مقادیر متغیر انرژی را شامل می‌شوند که مشابه طول موج‌های متفاوت طیف‌های نوری هستند. وقتی فوتون‌ها به یک سلول فتوولتاتیک بر خورد می‌کنند، ممکن است منعکس شوند یا مستقیم از میان آن عبور کنند و یا جذب شوند. فقط فوتون‌های جذب شده انرژی را برای تولید الکتریسیته فراهم می‌کنند. ساده‌ترین سیستم‌های فتوولتاتیک انرژی تعداد زیادی از ماشین حساب‌های کوچک و ساعت‌های مچی که روزانه مورد استفاده قرار می گیرد را تأمین می‌کنند.

سیستمهای فتوولتائیک را می‌توان بطور کلی به دو بخش اصلی تقسیم نمود که بطور خلا صه به تو ضیح آن ها می‌پردازیم.

۲-۵-۲-پنل‌های خورشیدی

این بخش در واقع مبدل انرژی تابشی خورشید به انرژی الکتریکی بدون واسطه مکانیکی می‌باشد. این بخش در واقع کلیه مشخصات سیستم را کنترل کرده وتوان ورودی پنلها را طبق طراحی انجام شده و نیاز مصرف کن نده به بار یا باتری تزریق و کنترل می‌کند. لازم به ذکر است که در این بخش مشخصات و عناصر تشکیل ده نده با توجه به نیازهای بار الکتریکی و مصرف کننده و نیز شرایط آب و هوایی محلی تغییر می‌کند.

۳-۵-۲-مصرف کننده یا بار الکتریکی

با توجه به خروجی DC پنل‌های فتوولتائیک، مصرف کن نده می‌توا ند دو نوع DC یا AC با شد، همچ نین با آرایش‌های مختلف پنل‌های فتوولتائیک می‌توان نیاز مصرف کنندگان مختلف را با توان‌های متفاوت تأمین نمود. با توجه به کاهش روز افزون ذخائر سوخت فسیلی و خطرات ناشی از بکارگیری نیروگاه‌های اتمی، در آینده‌ای نه

چندان دور الکتریسیته تولیدی از انرژی خورشیدی به‌عنوان جایگزین منا سب و بی خ طر برای سوخت های فسیلی و نیروگاه های اتمی استفاده می‌شود.

۴-۵-۲-روش کار سلول‌های خورشیدی

برای تولید الکتریسیته براساس سلول‌های خورشیدی، تجهیزات زیر مورد نیاز است:

- ✓ آرایه فتوولتائیک
- ✓ سیستمهای دنبال کننده تابش خورشید
- ✓ اینورتر یا مبدل الکترونیک قدرت DC/AC
- ✓ ذخیره ساز
- ✓ سایر تجهیزات

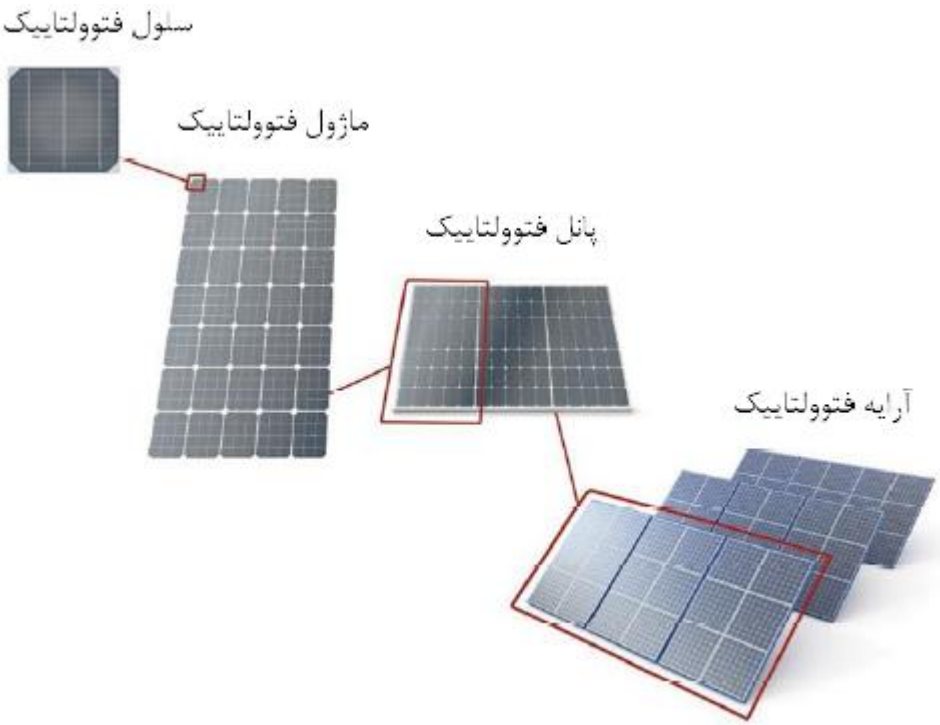
آرایش این تجهیزات در شکل ۲-۲ نشان داده شده است.



شکل(۲-۲): روند تولید الکتریسته از انرژی خورشیدی

۱-۴-۵-۲-آرایه فتوولتائیک

آرایه فتوولتائیک از اجتماع پنل های فتوولتائیک تشکیل می‌شود که پنل ها از ماژول‌های فتوولتائیک ساخته می‌شوند. همچنین ماژول‌های فتوولتاییک نیز متشکل از سلول‌های فتوولتاییک است که انرژی خورشید را به انرژی الکتریسیته تبدیل می‌کنند.



شکل(۳-۲): پروژه سلول، ماژول، پانل و آرایه‌های فتوولتائیک

چهار نوع اصلی سلول‌های فتوولتاییک عبارتند از:

- تک کریستال
- پلی کریستال
- سلول‌های آمورف
- سلول‌های نانو فتوولتائیک(جدیدترین سلول خورشیدی که معرفی شده است)

- سلول تک کریستال

این نوع از سلول‌ها از تک کریستال خالص تشکیل شده‌اند. در این سلول‌ها، سیلیکون از یک شبکه بلوری پیوسته بدون ناخالصی تشکیل شده است. از مزایای اینگونه سلول‌ها بازده بالای آن می باشد که در حدود

٪۱۵ است. از معایب آن می توان به پیچیدگی ساخت این سیلیکون اشاره کرد که این سختی منجر به افزایش قیمت آن می شود. طبق تحقیقات صورت گرفته و اخبار منتشر شده، در حال حاضر آرایه هایی با بازده حدوداً ۱۸٪ هم تولید شده و روانه بازار شده‌اند.

- سلول پلی کریستال

اینگونه سلول‌ها از بهم پیوستن چندین تک کریستال سیلیکون تشکیل شده‌اند. فرآیند ساخت بدین گونه است که پلی کریستال سلیکون مذاب به صورت شمش قالب گیری می شود و بعد از آن، به صورت قرص های نازک بریده شده و برای سلول های خورشیدی آماده می شود. این گونه از سلول‌ها نسبت به حالت قبلی، فرآیند ساخت راحت‌تری دارند و در نتیجه قیمت آنها پایین تر است. در عین حال بازده این دسته از سلول‌های خورشیدی کمتر از حالت قبل بوده و چیزی در حدود ٪۱۲ تخمین زده می شود.

- سلول های بی نظم (آمورف)

در حالت کلی تفاوت عمده این دسته از سلول های خورشیدی نسبت به دو دسته قبلی این است که در این دسته از سلولها به جای استفاده از ساختار کریستالی، از سلولهای بی نظم اتم های سیلیکون که در لایه های یکدست نازک قرار می گیرد، استفاده شده است. این نوع از سلولها را می توان هم بر روی بستر خشک و هم انعطاف پذیر نصب نمود که یکی از مزایای منحصر به فرد آنها است. از معایب این دسته از سلولها باید به بازده پایین آنها اشاره کرد که در حدود ٪۶ تخمین زده می شود. امروزه از این سلولها پنل های مختلف از نظر شکل و ظرفیت ساخته شده است. در حال حاضر آرایه هایی با بازده حدوداً ٪۹ هم تولید شده و روانه بازار شده اند.

- سلول های نانو فتوولتائیک: انتظار می رود نسل سوم سلول‌های خورشیدی (سلولهای نانو) در سال های آینده به بازار عرضه شود و قیمت بالای سلول های خورشیدی نسل اول و دوم را به شدت کاهش دهد.

سلول‌های خورشیدی اغلب از سیلیکون، مس، کادمیم سولفید و آرسنید گالیم تولید می شوند که سیلیکون به دلیل خواص نوری از موقعیت بهتری در بین این مواد برخوردار است.

نکته : برای تولید توان مناسب، آرایه های فتوولتائیک را در حالت‌های مختلف می توان به هم وصل نمود. برای رسیدن به ولتاژ بالاتر، آرایه ها با یکدیگر سری و برای رسیدن به جریان بیشتر با یکدیگر موازی می‌شوند و یا حتی می توان به صورت موازی سری آنها را به یکدیگر متصل نمود.

جدول(۱-۲): بازده ماژول‌های مختلف فتوولتائیک

ماژول	بازده(٪)
تک کریستال سیلیکون	۱۲/۱۵-۵
پلی کریستال سیلیکون	۱۴-۱۱
مس ایندیم گالیم سلنید	۱۳-۱۰
کادمیم تلورید	۱۲-۹
سیلیکون آمورف	۷-۵

۲-۴-۵-۲-سیستم های دنبال کننده تابش خورشید

آرایه های فتوولتائیک به حالت ثابت و یا ردیاب متحرک که بنابر فصل با زاویه تابش خورشید خود را تطبیق می دهند، نصب می شوند. البته در برخی موارد آرایه ها به حالت ثابت فصلی نصب می شوند. در نصب آرایه‌های فتوولتائیک مهمترین نکته، زاویه نصب آنها می باشد. زاویه تابش خورشید به صفحات خورشیدی تاثیر بسیار زیادی در تولید انرژی الکتریکی آن دارد. ساده ترین حالت نصب آرایه ها به صورت ثابت است. البته به دلیل تغییر زاویه خورشید در طول روز و همچنین جابجایی آن در فصول مختلف سال، میزان تابش خورشید به صفحات ثابت در طول روز و سال کاهش می یابد.

برای بهبود بخشیدن این ضعف، می توان از روش نصب ثابت فصلی استفاده نمود. در این حالت زاویه نصب آرایه های فتوولتائیک برای هر فصل متفاوت بوده و در هر فصل زاویه نصب باید تغییر یابد. حالت دیگر استفاده از ردیاب متحرک می باشد. ردیاب‌ها دارای دو نوع هستند:

- ✓ ردیاب هایی که بر روی یک محور و یا بر روی دو محور دوران می کنند و همواره پنل های (آرایه های) فتوولتاییک را در جهت تابش خورشید نگاه می دارند، بنابراین موجب افزایش بازده خروجی پنل ها می‌شوند.
- ✓ پنل های با پایه ثابت، پنل ها روی پایه هایی با شیب ثابت نصب شده و رو به خورشید قرار داده می شوند. برای مناطقی مانند ایران که در نیم کره شمالی هستند، پنل های فتوولتائیک باید به گونه ای نصب شوند که سطح جاذب نور به سمت جنوب باشد زیرا خورشید در طول سال در وجه جنوبی رؤیت می گردد. اما برای اینکه میزان جذب سالانه انرژی توسط یک سیستم خورشیدی به حداکثر

میزان خود برسد، بهتر است که زاویه شیب ثابت، تقریباً برابر با عرض جغرافیایی منطقه نصب باشد. مثلاً برای شهر شهرکرد در صورتی که پنل ها با زاو یه ۳۰ در جه به سمت ج نوب ن صب شوند، بالاترین دریافت انرژی را در طول سال خواهند داشت.

جدول(۲-۲): بازده پنل‌ها برای حالت‌های مختلف نصب

نوع نصب	ثابت	ثابت دو فصلی	ثابت چهار فصلی	ردیاب دومحوره
نسبت به حالت بهینه	۷۱٪/۱	۷۵٪/۲	۷۵٪/۷	۱۰۰٪

۳-۴-۵-۲-اینورتر یا مبدل الکترونیک قدرت DC/AC

مبدل وسیله‌ای است که برق DC را از آرایه های فتوولتائیک می گیرد و آن را به جریان استاندارد AC که در منزل به کار می رود، تبدیل می کند و مشخصه های آن مانند ولتاژ و فرکانس را با مولفه های مورد نیاز مصرف کننده مطابقت می دهد. در حالت کلی واحدهای فتوولتائیک به دو دسته متصل به شبکه و مجزا از شبکه تقسیم می شوند. بنابراین مبدل های استفاده شده در هر حالت، باید خصوصیات خاص خود را داشته باشند. مبدل‌های الکترونیک قدرت را می توان به دو دسته کلی مبدل‌های مجزا از شبکه و مبدل‌های متصل به شبکه تقسیم نمود.

۱-۳-۴-۵-۲-مبدل‌های الکترونیک قدرت مجزا از شبکه

اینگونه مبدل‌ها برق DC آرایه های خورشیدی را به جریان متناوب در سطح ول تاژ و فر کانس مورد ن ظر تبدیل کرده و بایستی قابلیت تغذیه بار در ولتاژ و فرکانس مورد نظر را در حالت تغییر ناگهانی بار دا شته باشند. همچنین برای تغذیه بارهای راکتیو باید قابلیت تبادل توان راکتیو را داشته باشند. بیشتر م بدل های مجزا از شبکه برای جداسازی بخشDC وAC از یکدیگر توسط یک ترانسفورماتور ایزوله به بار مت صل می-شوند. در انتخاب مبدل های مجزا از شبکه، دو پارامتر اساسی باید در نظر گرفته شود، که عبارتند از:

۱-شکل موج خروجی

۲-تلفات در بی باری

شکل موج قابل قبول برای بار های متناوب، شکل موج سینوسی می باشد. البته برخی از مبدل‌ها مخصوصاً با ظرفیت پایین، موج مربعی و یا موجی شبیه به سینوسی تولید می کنند. اینگونه از شکل موجها می‌توانند در راه اندازی موتور القایی مشکل ایجاد کنند.

مشکل دیگر مربوط تلفات بی باری مبدل‌ها است. در این حالت زمانی که مبدل رو شن با شد و بار به آن متصل نباشد، می تواند جریان بی باری مصرف نماید که این امر می توا ند به تخل یه باتری من جر شود. بنابراین برای حل این مشکل، سیستم کنترل مبدل باید به گونه ای طراحی شود که این م شکل را مرت فع کند. در حالت کلی مبدل‌های مجزا از شبکه باید حداقل‌های زیر را رعایت کنند:

-تغییرات شدید ولتاژ ورودی
-تولید شکل موج ولتاژ خروجی سینوسی و یا نزدیک به آن
-کنترل ولتاژ خروجی
-بازده بالا
-قابلیت تحمل اضافه بار کوتاه مدت مانند راه اندازی موتور القایی
-قابلیت تغذیه‌ی بار راکتیو
-تحمل جریان اتصال کوتاه

۲-۳-۴-۵-۲-مبدل‌های متصل به شبکه

خروجی این نوع مبدل‌ها باید با شبکه اصلی قدرت سنکرون شود. سنکرون شدن بدین معنی که سطح ولتاژ، فرکانس و فاز ولتاژ خروجی مبدل با ولتاژ شبکه مطابق باشد. برای انتخاب مبدل‌های متصل به شبکه با ید معیارهای بازده، ایمنی، کیفیت توان مبدل و سیستم حفاظتی آن در نظر گرفته شود.

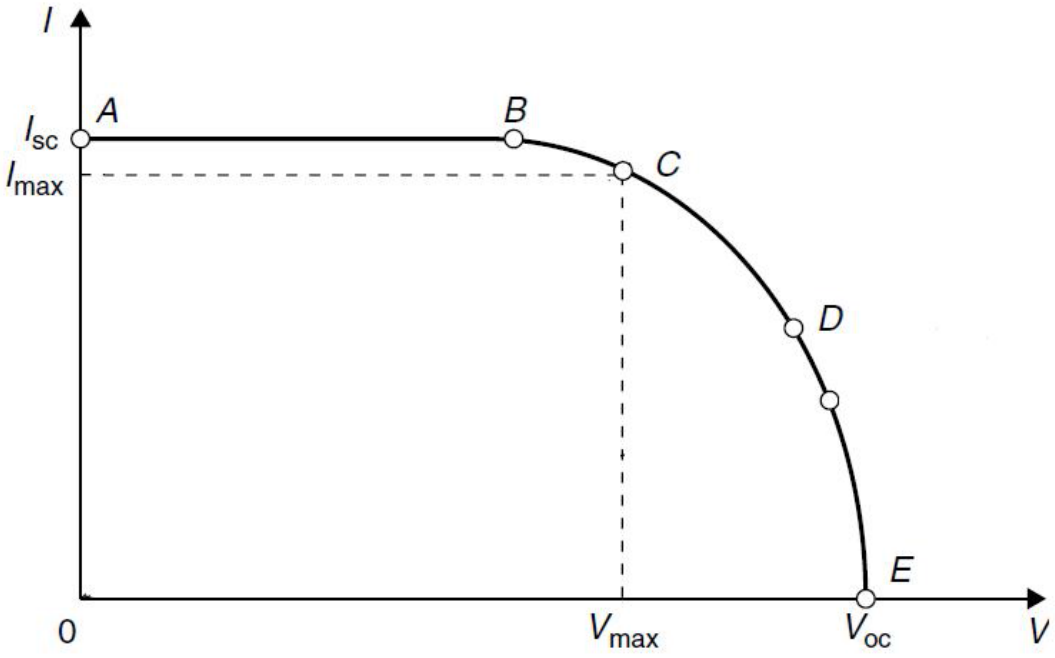
۴-۴-۵-۲-ذخیره ساز

ذخیره ساز سیستم فتوولتائیک معمولاً از نوع باتری است. سیستم باتری ممکن است همه یا برخی از موارد زیر را شامل شود:
۱-محفظه باتری
۲-کنترل کننده شارژ باتری
۳- پنل‌های فرعی مجزا برای مدارهای بار بحرانی
در مجموعه باتری، ذخیره انرژی در قالب باتری صورت می‌گیرد و در صورت وجود بخش‌های فرعی مربوط به مدار بحرانی، در هنگام قطع برق، مدارهای مربوط به بار بحرانی در محل م صرف کار می کن ند. در ا ین صورت، وقتی شبکه سراسری بی برق می شود، واحد خورشیدی از شبکه اصلی جدا شده و تن ها بار های حساس که از قبل مشخص شده اند توسط واحد تغذیه می شوند. مدارات بار حساس، از یک پنل فرعی سیم کشی می شوند که از بقیه مدارات الکتریکی مجزا است. اگر قطع برق در طول ساعات روز اتفاق بیفتد، آرایه فتوولتاییک قادر است با کمک باتری، برق مورد نیاز را تأمین کند. اگر قطع برق در شب اتفاق بیفتد، باتری بار مورد نیاز را تأمین می کند. امروزه باتری‌های سرب اسید، نیکل کادمیوم، هیدروکسید نیکل و لیت یوم در دسترس می باشند که باتریهای سرب اسید مصرف بیشتری دارند.
مهمترین فاکتور در انتخاب باتری برای سیستم‌های فتوولتائیک قابلیت تخلیه شدن و شارژ شدن شدید در دفعات مختلف بدون ایجاد هرگونه خسارت و آسیب برای باتری است. برای دستیابی به ظرف یت های بالاتر می‌توان باتری‌ها را با یکدیگر سری و یا موازی نمود.

باتری هم در سیستم‌های مجزا از شبکه و هم متصل به شبکه کاربرد دارد و در زمانی که تولید سیستم فتوولتاییک بیشتر از بار است، مازاد انرژی را ذخیره می سازد. زمانی که نور خورشید در دسترس نباشد و یا مقدار تولید انرژی سیستم خورشیدی کمتر از بار باشد، باتری وارد مدار می شود و کمبود انرژی را جبران می سازد. بنابراین باتری باید قابلیت شارژ و دشارژ شدن مکرر را داشته باشد.

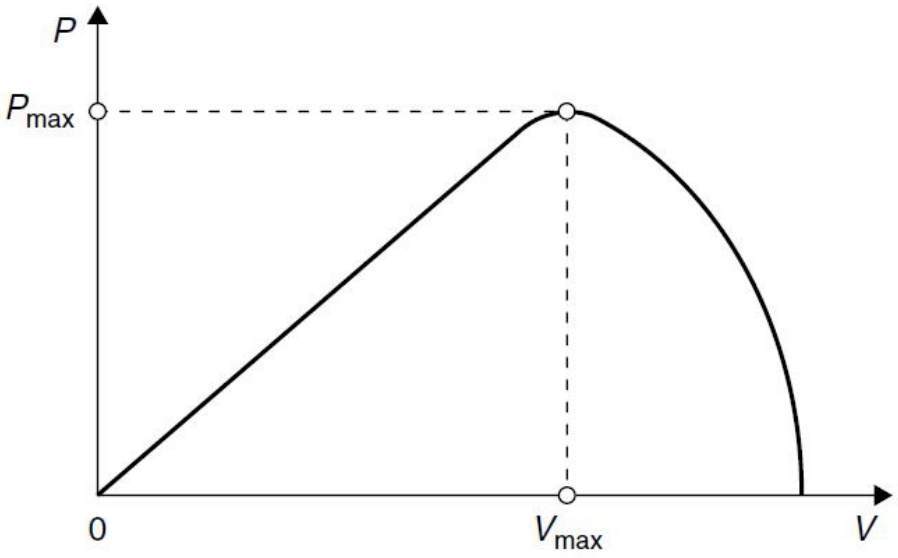
۱-۴-۴-۵-۲-دنبال کننده حداکثر توان

منحنی جریان ولتاژ یک پنل خورشیدی نمونه در شکل ۲-۴ نشان داده شده است. همانگونه که دیده می‌شود به ازای هر نقطه روی منحنی یک ولتاژ و یک جریان متناظر با آن وجود دارد که لزوماً حداکثر جریان و یا حداکثر ولتاژ نمی باشد. برای مثال در نقطه E ولتاژ حداکثر ولی جریان متناظر با صفر می باشد و یا برای نقطه B جریان حداکثر است، ولی ولتاژ متناظر با آن حداکثر نمی باشد. برای استفاده بهینه از انرژی تولید شده توسط پنل فتوولتائیک باید نقطه‌ای انتخاب شود که بیشترین جریان و ولتاژ را داشته باشد. بدست آوردن نقطه بهینه توسط دنبال کننده حداکثر توان، انجام نقطه‌ای است که در آن بیشترین ولتاژ و جریان ممکن ایجاد می شود. برای مثال در شکل زیر نقطه C نقطه ای است که در آن بیشترین ولتاژ و جریان ممکن ایجاد می شود.



شکل(۴-۲): منحنی جریان-ولتاژ یک پنل خورشیدی

در شکل ۲-۵ توان خروجی بر حسب ولتاژ برای یک پنل فتوولتائیک ارائه شده است.



شکل(۵-۲): منحنی توان-ولتاژ یک پنل خورشیدی

دنبال کننده حداکثر توان در واقع یک مبدل DC-DC با بازده بالاست که برای بدست آوردن حداکثر توان، ولتاژ خروجی خود را در یک مقدار بهینه تنظیم می نماید. دنبال کننده حداکثر توان در روزهای ابری، سرد و یا در حالتی که از باتری استفاده می شود می تواند نقش بسیار موثری ایفا نماید. البته در انتخاب دنبال کننده حداکثر توان باید هزینه و پیچیدگی ناشی از آن را در نظر گرفت. در مواردی که واحدهای فتوولتائیک مجهز به دنبال کننده حداکثر توان هستند. خروجی سیستم فتوولتائیک مستقیماً به مبدل و دنبال کننده حداکثر توان مربوط می شود.

۵-۴-۵-۲-سایر تجهیزات

به سایر اجزای سیستم فتوولتائیک، در اصطلاح تجهیزات متعادل کننده (BOS) اطلاق می‌شود. این تجهیزات شامل سیستم نصب و سیم کشی هستند تا به واسطه آنها ماژول‌های فتوولتائیک بتوانند در سیستم الکتریکی مورد استفاده قرار بگیرند. علاوه بر BOS تجهیزات دیگری از قبیل دستگاه های کنترل، اندازه گیری و غیره هستند که جزء تجهیزات اصلی نمی باشند.

۵-۵-۲-مزایا و معایب سیستم فتوولتائیک

۱-۵-۵-۲-مزایا سیستم فتوولتائیک

مزایای عمده سیستم های فتوولتائیک را می‌توان به صورت زیر بر شمرد:

- به سوخت نیاز ندارد
- عدم آلودگی محیط زیست
- قابلیت اطمینان بالا
- قابلیت حمل و نقل آسان
- نصب و برچیدن سریع
- نیاز به خدمات و نگهداری بسیار کم
- عمر طولانی (بیش از ۲۰ سال)
- تبدیل انرژی به صورت مستقیم بدون هیچ چرخش مکانیکی و بدون استهلاک

هزینه نگهداری کم، عدم نیاز به سرویس دهی متناوب و قابلیت نصب و برچیدن سریع از جمله مواردی می باشد که سیستم فتوولتائیک را حتی نسبت به دیگر انرژی های نو در مقام بالاتری قرار می دهد. مزیت های فوق الذکر قابلیت های ویژه‌ای به سیستم فتوولتائیک می‌دهد که در موارد بیشماری آن را نسبت به سایر سیستم های معمول(برق شبکه، دیزل ژنراتور و غیره) دارای توجیه اقتصادی فنی مناسب می نماید.

۲-۵-۵-۲-معایب سیستم فتوولتائیک

معایب عمده سیستم های فتوولتائیک را می توان به صورت زیر برشمرد:

قیمت بالای تمام شده برای سرمایه گذاری اولیه

راندمان تقریبا کم پانل‌های فتوولتائیک

وابستگی به نور خورشید برای دادن انرژی

در مصارف خاص نیاز به ذخیره کننده انرژی (عموما باتری) برای کار در ساعات خاموش یا نوسانات تابش می‌باشد.

فصل سوم:

سرمایه گذاری و توجیه فنی پروژه

۱-۳-هزینه‌های ثابت پروژه

جدول(۱-۳): زمین محل اجرای پروژه

ردیف	شرح	واحد	نوع مالکیت	مقدار	قیمت واحد	قیمت کل	هزینه نهایی	هزینه به یورو
	کلیه ارقام به میلیون ریال می‌باشد							
۱	زمین محل اجرای پروژه	متر مربع	واگذاری	۲۰۰۰۰	۰	۰	۰	۰
مجموع							۰	۰

جدول(۲-۳): محوطه سازی

ردیف	شرح	مقدار	واحد	قیمت واحد (ریال)	قیمت کل	انجام شده	مورد نیاز	هزینه به یورو
	کلیه ارقام به میلیون ریال می‌باشد							
۱	خاکبرداری و تسطیح	۲۰۰۰۰	متر مربع	۴۲۶۰۰	۸۵۲	۰	۸۵۲	۳۰۷۷
۲	جدول بندی و پیاده رو سازی	۸۰۰	متر مربع	۶۳۸۷۵۰	۵۱۱	۰	۵۱۱	۱۸۴۶
۳	روشنایی	۶	تیر	۲۸۳۰۰۰۰	۱۷	۰	۱۷	۶۰
۴	جاده کشی و ایجاد راه دسترسی	۶۰۰	متر طول	۱۳۸۵۰۰۰	۸۳۱	۰	۸۳۱	۳۰۰۰
۵	فضای سبز	۲	باب	۱۰۵۰۰۰۰۰	۲۱	۰	۲۱	۷۷
۶	درب	۱	متر طول	۴۳۰۰۰۰۰۰	۴۳	۰	۴۳	۱۵۴
۷	حصار کشی	۱۲۰۰	متر مربع	۷۴۵۵۰۰۰	۸۹۴۶	۰	۸۹۴۶	۳۲۳۰۸
مجموع						۰	۱۱۲۲۱	۴۰۵۲۲

جدول(۳-۳): ساختمان

ردیف	شرح	مقدار	واحد	قیمت واحد	قیمت کل	انجام شده	مورد نیاز	هزینه به یورو
	کلیه ارقام به میلیون ریال می‌باشد							
۱	دفتر	۳۰	متر مربع	۳۸	۱۱۵۰	۰	۱۱۵۰	۴۱۵۴
۲	نگهبانی	۲۵	متر مربع	۳۴	۸۵۲	۰	۸۵۲	۳۰۷۷
۳	انبار	۲۵	متر مربع	۳۰	۷۴۵	۰	۷۴۵	۲۶۹۲
۴	سرویس بهداشتی	۱۰	متر مربع	۳۴	۳۴۱	۰	۳۴۱	۱۲۳۱
مجموع						۰	۳۰۸۹	۱۱۱۵۴

جدول(۴-۳): تاسیسات

ردیف	شرح	مقدار	واحد	قیمت واحد (ریال)	قیمت کل	انجام شده	مورد نیاز	هزینه به یورو
	کلیه ارقام به میلیون ریال می‌باشد							
۱	دوربین مدار بسته	۱	دستگاه	۵۳۰۰۰۰۰۰	۵۳	۰	۵۳	۱۹۲
۲	سیستم اطفاء حریق	۳	دستگاه	۷۳۰۰۰۰۰	۲۲	۰	۲۲	۸۱
۳	سیستم گرمایشی سرمایشی	۲	دستگاه	۹۶۰۰۰۰۰۰	۱۹۲	۰	۱۹۲	۶۹۲
۴	مخزن ذخیره آب	۱	دستگاه	۱۸۰۰۰۰۰۰	۱۸	۰	۱۸	۶۵
۵	مخزن ذخیره سوخت	۱	دستگاه	۱۱۰۰۰۰۰۰	۱۱	۰	۱۱	۳۸
	مجموع					۰	۲۹۶	۱۰۶۹

جدول(۵-۳): ماشین آلات و تجهیزات

ردیف	شرح	قیمت کل	انجام شده	مورد نیاز	هزینه به یورو
	کلیه ارقام به میلیون ریال می‌باشد				
	پنل فتوولتائیک				
۱	قاب	۱۶۹۰۷	۰	۱۶۹۰۷	۶۱۰۵۶
۲	شیشه	۲۰۲۷۹	۰	۲۰۲۷۹	۷۳۲۳۱
۳	ورق EVA	۱۸۵۸۰	۰	۱۸۵۸۰	۶۷۰۹۸
۴	صفحه محافظ پشت (back sheet)	۱۸۵۸۰	۰	۱۸۵۸۰	۶۷۰۹۸
۵	جعبه اتصال (junction Box)	۱۳۵۱۱		۱۳۵۱۱	۴۸۷۹۰
۶	سل	۳۳۷۸۹	۰	۳۳۷۸۹	۱۲۲۰۲۱
۷	نوار ریبون	۸۴۴۱	۰	۸۴۴۱	۳۰۴۸۲
۸	چسب PV	۸۴۴۱	۰	۸۴۴۱	۳۰۴۸۲
۹	کابل DC	۱۲۶۷۴	۰	۱۲۶۷۴	۴۵۷۶۹
	اینورتر خورشیدی				
۱۰	بخش الکترونیک	۴۷۳۲۵	۰	۴۷۳۲۵	۱۷۰۹۰۲
۱۱	جعبه و قطعات فلزی	۱۶۹۰۷	۰	۱۶۹۰۷	۶۱۰۵۶
	سایر تجهیزات				
۱۲	سازه	۲۵۳۴۸	۰	۲۵۳۴۸	۹۱۵۳۸
۱۳	ردیاب خورشیدی	۱۲۶۷۴	۰	۱۲۶۷۴	۴۵۷۶۹
۱۴	نصب و اجرا	۱۵۲۰۷	۰	۱۵۲۰۷	۵۴۹۱۸
	مجموع		۰	۲۶۸۶۶۳	۹۷۰۲۱۱

جدول(۶-۳): وسایل نقلیه

ردیف	شرح	تعداد	واحد	قیمت واحد (ریال)	قیمت کل	انجام شده	مورد نیاز	هزینه به یورو
	کلیه ارقام به میلیون ریال می‌باشد							
۱	خودرو سواری	۱	دستگاه	۱۷۰۰۰۰۰۰۰	۱۷۰۰	۰	۱۷۰۰	٦۱٥٤
مجموع						۰	۱۷۰۰	٦۱٥٤

جدول(۷-۳): اثاثیه و لوازم اداری

ردیف	شرح	مقدار	واحد	قیمت واحد (ریال)	قیمت کل	انجام شده	مورد نیاز	هزینه به یورو
	کلیه ارقام به میلیون ریال می‌باشد							
۱	کامپیوتر و لوازم جانبی	۱	دستگاه	۷۴۰۰۰۰۰۰	۷۴	۰	۷۴	۲۶۹
۲	میز و صندلی مدیریت	۲	سری	۷۶۵۰۰۰۰۰	۱۵۳	۰	۱۵۳	۵۵۴
۳	صندلی	۱۰	عدد	۵۳۰۰۰۰۰	۵۳	۰	۵۳	۱۹۲
۴	یخچال	۱	دستگاه	۳۲۰۰۰۰۰۰	۳۲	۰	۳۲	۱۱۵
۵	گاز	۱	دستگاه	۳۲۰۰۰۰۰۰	۳۲	۰	۳۲	۱۱۵
۶	جارو برقی	۱	دستگاه	۲۱۰۰۰۰۰۰	۲۱	۰	۲۱	۷۷
۷	وسایل اشپزخانه	۱	مجموعه	۲۱۰۰۰۰۰۰	۲۱	۰	۲۱	۷۷
مجموع						۰	۳۸۸	۱٤۰۰

جدول(۸-۳): هزینه‌های قبل از بهره برداری

ردیف	شرح	قیمت کل	انجام شده	مورد نیاز
	کلیه ارقام به میلیون ریال می‌باشد			
۱	هزینه های قبل از بهره برداری	۲۸٥٤	۰	۲۸٥٤
مجموع به یورو			۰	۱۰۳۰٥

۲-۳-سرمایه گذاری پروژه

جدول(۹-۳): سرمایه در گردش

کلیه ارقام به میلیون ریال می‌باشد										
شرح اقلام	مدت	سال								
		سال اول	سال دوم	سال سوم	سال چهارم	سال پنجم	سال ششم	سال هفتم	سال هشتم	سال نهم	سال دهم
		درصد ظرفیت مورد انتظار									
		۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪
هزینه مواد اولیه	٤٥	۱۶۰	۱۶۰	۱۶۰	۱۶۰	۱۶۰	۱۶۰	۱۶۰	۱۶۰	۱۶۰	۱۶۰
موجودی محصولات تولید شده	۱۵	۵۷۹	۵۷۹	۵۷۹	۵۷۹	۵۷۹	۵۷۹	۵۷۹	۵۷۹	۵۷۹	۵۷۹
محصول در حال تولید	۱۵	۵۷۹	۵۷۹	۵۷۹	۵۷۹	۵۷۹	۵۷۹	۵۷۹	۵۷۹	۵۷۹	۵۷۹
حساب های دریافتی	۳۰	۱۱۵۹	۱۱۵۹	۱۱۵۹	۱۱۵۹	۱۱۵۹	۱۱۵۹	۱۱۵۹	۱۱۵۹	۱۱۵۹	۱۱۵۹
کسر می‌شود:حساب‌های پرداختی	۳۰	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵
وجه نقد (حقوق و دستمزد)	۳۰	۲۲۶	۲۲۶	۲۲۶	۲۲۶	۲۲۶	۲۲۶	۲۲۶	۲۲۶	۲۲۶	۲۲۶
جمع سرمایه در گردش مورد نیاز		۲۵۸۸	۲۵۸۸	۲۵۸۸	۲۵۸۸	۲۵۸۸	۲۵۸۸	۲۵۸۸	۲۵۸۸	۲۵۸۸	۲۵۸۸
افزایش سالانه سرمایه در گردش		۲۵۸۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
جمع سرمایه در گردش مورد نیاز (یورو)		۹۳۴۴	۹۳۴۴	۹۳۴۴	۹۳۴۴	۹۳۴۴	۹۳۴۴	۹۳۴۴	۹۳۴۴	۹۳۴۴	۹۳۴۴

جدول(۱۰-۳): خلاصه سرمایه گذاری پروژه

ردیف	شرح	کلیه ارقام به میلیون ریال می‌باشد			هزینه به یورو
		قیمت کل	انجام شده	مورد نیاز	
۱	زمین محل اجرای طرح	۰	۰	۰	۰
۲	محوطه سازی	۱۱۲۲۱	۰	۱۱۲۲۱	۴۰۵۲۲
۳	ساختمان	۳۰۸۹	۰	۳۰۸۹	۱۱۱۵۴
۴	تأسیسات	۲۹۶	۰	۲۹۶	۱۰۶۹
۵	اثاثیه و لوازم اداری	۳۸۸	۰	۳۸۸	۱۴۰۰
۶	ماشین آلات و تجهیزات	۲۶۸۶۶۳	۰	۲۶۸۶۶۳	۹۷۰۲۱۱
۷	وسیله نقلیه	۱۷۰۴	۰	۱۷۰۴	۶۱۵۴
۸	هزینه‌های قبل از بهره برداری	۲۸۵۴	۰	۲۸۵۴	۱۰۳۰۵
۹	هزینه‌های پیش بینی نشده	۵۷۶۴	۰	۵۷۶۴	۲۰۸۱۶
کل هزینه‌های سرمایه گذاری ثابت طرح		۲۹۳۹۷۸	۰	۲۹۳۹۷۸	۱۰۶۱۶۳۰
سرمایه در گردش سال اول		۲۵۸۷	۰	۲۵۸۷	۹۳۴۴
کل سرمایه‌گذاری طرح		۲۹۶۵۶۶	۰	۲۹۶۵۶۶	۱۰۷۰۹۷۴

جدول(۱۱-۳): نحوه تامین منابع مالی برای تکمیل پروژه

کلیه ارقام به میلیون ریال می‌باشد			
شرح	دوران ساخت	دوران بهره برداری	مجموع
جمع منابع مالی طرح	۲۹۳۹۷۸	۲۵۸۷	۲۹۶۵۶۶
جمع منابع مالی طرح (یورو)	۱۰۶۱۶۳۰	۹۳۴۴	۱۰۷۰۹۷۴

۳-۳-هزینه های متغیر پروژه

جدول(۱۲-۳): هزینه مواد اولیه

ردیف	شرح	قیمت کل	انجام شده	مورد نیاز	هزینه به یورو
	کلیه ارقام به میلیون ریال می‌باشد				
۱	مواد غذایی و پذیرایی	۱۲۷۸	۰	۱۲۷۸	۴۶۱۵
مجموع			۰	۱۲۷۸	۴۶۱۵

جدول(۱۳-۳): حقوق و دستمزد

ردیف	شرح	تعداد	حقوق هر نفر ماهانه (هزار ریال)	حقوق ماهانه (هزار ریال)	حقوق سالانه	حقوق به یورو
کلیه ارقام به میلیون ریال می‌باشد						
۱	تکنسین	۲	۴۲۶۰۰	۸۵۲۰۰	۱۰۲۲	۳۶۹۲
حقوق سالانه					۱۰۲۲	۳۶۹۲
بیمه سهم کارفرما معادل ۲۳ درصد حقوق و مزایای سالانه					۲۳۵	۸۴۹
جمع حقوق و مزایای سالانه پرسنل تولید					۱۲۵۸	۴۵۴۲
۲	۶۳۹	۱	۵۳۰۰۰	۵۳۰۰۰	۳۰۰	۲۳۰۸
۳	۴۶۰	۱	۳۸۰۰۰	۳۸۰۰۰	۲۱۶	۱۶۶۲
حقوق سالانه					۱۰۹۹	۳۹۶۹
بیمه سهم کارفرما معادل ۲۳ درصد حقوق و مزایای سالانه					۲۵۳	۹۱۳
جمع حقوق و مزایای سالانه پرسنل اداری					۱۳۵۲	۴۸۸۲
جمع حقوق و مزایای سالانه کل پرسنل					۲۶۱۰	۹۴۲۴

جدول(۱۴-۳): هزینه سوخت و انرژی

ردیف	شرح	مصرف سالانه	واحد	قیمت واحد (ریال)	قیمت کل	انجام شده	مورد نیاز	هزینه به یورو
	کلیه ارقام به میلیون ریال می‌باشد							
۱	آب مصرفی	۱۰۰۰۰	متر مکعب	۵۳۰۰	۵۳	۰	۵۳	۱۹۲
۲	نفت سفید	۲۰۰۰	لیتر	۱۰۵۰۰	۲۱	۰	۲۱	۷۷
۳	کپسول گاز	۲۰۰	عدد	۱۷۰۰۰۰	۳۴	۰	۳۴	۱۲۳
مجموع						۰	۱۰۸	۳۹۲

جدول(۱۵-۳): هزینه تعمیر و نگهداری

ردیف	شرح	کلیه ارقام به میلیون ریال می‌باشد			هزینه به یورو
		ارزش دارایی	نرخ (درصد)	هزینه کل	
۱	محوطه سازی	۱۱۲۱۵	۰/۰۲	۲۲۴	۸۱۰
۲	ساختمان	۳۰۸۸	۰/۰۲	۶۲	۲۲۳
۳	تاسیسات	۲۹۴	۰/۰۵	۱۵	۵۳
۴	ماشین آلات و تجهیزات	۲۶۸۶۶۰	۰/۰۱	۲۶۸۷	۹۷۰۲
۵	لوازم اداری	۳۸۸	۰/۰۵	۱۹	۷۰
۶	وسایل نقلیه	۱۷۰۳	۰/۱۰	۱۷۰	۶۱۵
مجموع		۲۸۵۳۴۷	-	۳۱۷۷	۱۱۴۷۴

جدول(۱۶-۳): هزینه استهلاک

ردیف	شرح	کلیه ارقام به میلیون ریال می‌باشد			هزینه به یورو
		ارزش دارایی	نرخ (درصد)	هزینه کل	
۱	محوطه سازی	۱۱۲۲۰	۰/۱۰	۱۱۲۲	۴۰۵۲
۲	ساختمان	۳۰۸۸	۰/۱۰	۳۰۹	۱۱۱۵
۳	تاسیسات	۲۹۶	۰/۱۰	۳۰	۱۰۷
۴	ماشین آلات و تجهیزات	۲۶۸۶۶۰	۰/۰۱	۲۶۸۷	۹۷۰۲
۵	ابزار آلات و اثاثیه اداری	۳۸۸	۰/۱۰	۳۹	۱۴۰
۶	وسائط نقلیه	۱۷۰۴	۰/۲۰	۳۴۱	۱۲۳۱
۷	هزینه های پیش بینی نشده	۵۷۶۵	۰/۱۰	۵۷۷	۲۰۸۲
هزینه استهلاک دارایی های ثابت		۲۹۱۱۲۲	-	۵۱۰۳	۱۸۴۲۹
هزینه های قبل از بهره برداری		۲۸۵۵	۰/۱۰	۲۸۵	۱۰۳۱
جمع		۲۹۳۹۷۷	-	۵۳۸۸	۱۹۴۵۹

جدول(۱۷-۳): هزینه فروش و بیمه

ردیف	کلیه ارقام به میلیون ریال می‌باشد		هزینه به یورو
	شرح	هزینه کل	
۱	هزینه های فروش محصول (۱٪ فروش)	۸۱۴	۲۹۴۰
۲	هزینه های اداری و تشکیلاتی (۱۵٪ فروش)	۴۰۷	۱۴۷۰
۳	بیمه دارائی های ثابت(۲ در هزار ارزش دارائی ها)	۵۸۸	۲۱۲۳
مجموع		۱۸۰۹	۶۵۳۳

۴-۳-بهای تمام شده

جدول(۱۸-۳): بهای تمام شده محصول (هزینه های مستقیم تولید)

کلیه ارقام به میلیون ریال می‌باشد										
سال	سال اول	سال دوم	سال سوم	سال چهارم	سال پنجم	سال ششم	سال هفتم	سال هشتم	سال نهم	سال دهم
درصد ظرفیت مورد انتظار	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪
هزینه‌های مواد اولیه	۱۲۷۸	۱۲۷۸	۱۲۷۸	۱۲۷۸	۱۲۷۸	۱۲۷۸	۱۲۷۸	۱۲۷۸	۱۲۷۸	۱۲۷۸
حقوق و دستمزد پرسنل تولید	۱۲۵۷	۱۲۵۷	۱۲۵۷	۱۲۵۷	۱۲۵۷	۱۲۵۷	۱۲۵۷	۱۲۵۷	۱۲۵۷	۱۲۵۷
تعمیر و نگهداری	۳۱۷۸	۳۱۷۸	۳۱۷۸	۳۱۷۸	۳۱۷۸	۳۱۷۸	۳۱۷۸	۳۱۷۸	۳۱۷۸	۳۱۷۸
سوخت و انرژی	۱۰۹	۱۰۹	۱۰۹	۱۰۹	۱۰۹	۱۰۹	۱۰۹	۱۰۹	۱۰۹	۱۰۹
پیش بینی نشده	۱۱۷	۱۱۷	۱۱۷	۱۱۷	۱۱۷	۱۱۷	۱۱۷	۱۱۷	۱۱۷	۱۱۷
هزینه استهلاک دارایی‌های ثابت	۵۱۰۴	۵۱۰۴	۵۱۰۴	۵۱۰۴	۵۱۰۴	۵۱۰۴	۵۱۰۴	۵۱۰۴	۵۱۰۴	۵۱۰۴
جمع بهای تمام شده محصول	۱۱۰۴۲	۱۱۰۴۲	۱۱۰۴۲	۱۱۰۴۲	۱۱۰۴۲	۱۱۰۴۲	۱۱۰۴۲	۱۱۰۴۲	۱۱۰۴۲	۱۱۰۴۲
جمع بهای تمام شده محصول (یورو)	۳۹۸۷۳	۳۹۸۷۳	۳۹۸۷۳	۳۹۸۷۳	۳۹۸۷۳	۳۹۸۷۳	۳۹۸۷۳	۳۹۸۷۳	۳۹۸۷۳	۳۹۸۷۳

جدول(۱۹-۳): هزینه های عملیاتی

کلیه ارقام به میلیون ریال می‌باشد										
سال	سال اول	سال دوم	سال سوم	سال چهارم	سال پنجم	سال ششم	سال هفتم	سال هشتم	سال نهم	سال دهم
درصد ظرفیت مورد انتظار	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪
حقوق و دستمزد پرسنل اداری	۱۳۵۳	۱۳۵۳	۱۳۵۳	۱۳۵۳	۱۳۵۳	۱۳۵۳	۱۳۵۳	۱۳۵۳	۱۳۵۳	۱۳۵۳
هزینه‌های فروش محصول	۸۱۴	۸۱۴	۸۱۴	۸۱۴	۸۱۴	۸۱۴	۸۱۴	۸۱۴	۸۱۴	۸۱۴
اداری و تشکیلاتی	۴۰۷	۴۰۷	۴۰۷	۴۰۷	۴۰۷	۴۰۷	۴۰۷	۴۰۷	۴۰۷	۴۰۷
استهلاک هزینه های قبل از بهره برداری	۲۸۵	۲۸۵	۲۸۵	۲۸۵	۲۸۵	۲۸۵	۲۸۵	۲۸۵	۲۸۵	۲۸۵
جمع هزینه‌های عملیاتی	۲۸۵۹	۲۸۵۹	۲۸۵۹	۲۸۵۹	۲۸۵۹	۲۸۵۹	۲۸۵۹	۲۸۵۹	۲۸۵۹	۲۸۵۹
جمع هزینه‌های عملیاتی (یورو)	۱۰۳۲۳	۱۰۳۲۳	۱۰۳۲۳	۱۰۳۲۳	۱۰۳۲۳	۱۰۳۲۳	۱۰۳۲۳	۱۰۳۲۳	۱۰۳۲۳	۱۰۳۲۳

جدول(۲۰-۳): هزینه های غیرعملیاتی

کلیه ارقام به میلیون ریال می‌باشد										
سال	سال اول	سال دوم	سال سوم	سال چهارم	سال پنجم	سال ششم	سال هفتم	سال هشتم	سال نهم	سال دهم
درصد ظرفیت مورد انتظار	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪
بیمه دارائی ثابت (۰/۰۰۲ دارائئ ثابت)	۵۸۸	۵۸۸	۵۸۸	۵۸۸	۵۸۸	۵۸۸	۵۸۸	۵۸۸	۵۸۸	۵۸۸
جمع هزینه‌های غیر عملیاتی	۵۸۸	۵۸۸	۵۸۸	۵۸۸	۵۸۸	۵۸۸	۵۸۸	۵۸۸	۵۸۸	۵۸۸
جمع هزینه‌های غیر عملیاتی (یورو)	۲۱۲۳	۲۱۲۳	۲۱۲۳	۲۱۲۳	۲۱۲۳	۲۱۲۳	۲۱۲۳	۲۱۲۳	۲۱۲۳	۲۱۲۳

جدول(۲۱-۳): تفکیک هزینه های ثابت و متغیر تولید

کلیه ارقام به میلیون ریال می‌باشد						
ردیف	شـــــرح	کل هزینه	هزینه های ثابـت		هزینه های متغیـر	
		مبلغ	مبلغ	درصد	مبلغ	درصد
هزینه های مستقیم تولید (بهای تمام شده فروش)						
۱	هزینه مواد اولیه	۱۲۷۸	۰	٪۰	۱۲۷۸	٪۱۰۰
۲	حقوق و مزایای پرسنل تولید	۶۹۲	۱۳۷	٪۶۵	۲۴۲	٪۳۵
۳	تعمیر و نگهداری	۳۱۷۸	۱۴۹۲	٪۱۰۰	۰	٪۰
۴	سوخت و انرژی	۱۰۹	۲	٪۲۰	۸۷	٪۸۰
۵	متفرقه و پیش بینی نشده (٪۵ اقلام فوق)	۱۰۴	۱۳	٪۵۰	۵۲	٪۵۰
۶	هزینه استهلاک دارائی ثابت	۵۱۰۴	۲۳۹۶	٪۱۰۰	۰	٪۰
جمع هزینه های مستقیم تولید (بهای تمام شده فروش)		۱۰۴۶۵	۳۴۷۳	٪۸۴	۱۶۷۴	٪۱۶
هزینه های عملیاتی						
۷	حقو ق و دستمزد پرسنل اداری	۸۱۴	۵۷۰	٪۷۰	۲۴۴	٪۳۰
۸	توزیع وفروش (٪۰.۰۰۵ فروش)	۴۰۷	۰	٪۰	۴۰۷	٪۱۰۰
۹	اداری و تشکیلاتی (٪۱ فروش)	۸۱۴	۸۱۴	٪۱۰۰	۰	٪۰
جمع هزینه های عملیاتی		۲۵۷۳	۱۳۶۴	٪۵۳	۱۲۰۹	٪۴۷
هزینه های غیر عملیاتی						
۱۰	بیمه دارائی های ثابت (۰/۰۰۲دارائیهای ثابت)	۵۸۸	۵۸۸	٪۱۰۰	۰	٪۰
۱۱	استهلاک هزینه های قبل از بهره برداری	۲۸۵	۲۸۵	٪۱۰۰	۰	٪۰
جمع هزینه های غیر عملیاتی		۸۷۳	۸۷۳	٪۱۰۰	۰	٪۰
جمع کل		۱۳۹۱۱	۱۰۹۹۰	٪۷۹	۲۹۲۱	٪۲۱
جمع کل (یورو)		۵۰۲۳۷	۳۹۸۳۸	٪۷۹	۱۰۳۹۹	٪۲۱

۵-۳-برنامه تولید

جدول(۲۲-۳): برنامه تولید و فروش

ساعات آفتابی در طول سال	میزان تولید واحد (کیلووات ساعت)			میزان تولید سال (کیلووات)			قیمت فروش واحد (ریال/ کیلووات ساعت)		فروش کل در یک سال (میلیون ریال)	
۳۰۰۰	۲۰۰۰			۶۰۰۰۰۰۰			۹۱۴۸		۵۴۸۸۸	
سال	سال اول	سال دوم	سال سوم	سال چهارم	سال پنجم	سال ششم	سال هفتم	سال هشتم	سال نهم	سال دهم
درصد ظرفیت تولید محصول	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰
جمع کل تولید (مگاوات در سال)	۶۰۰۰	۶۰۰۰	۶۰۰۰	۶۰۰۰	۶۰۰۰	۶۰۰۰	۶۰۰۰	۶۰۰۰	۶۰۰۰	۶۰۰۰
بهای فروش واحد (میلیون ریال / مگاوات ساعت)	۹.۱۴۸	۹.۱۴۸	۹.۱۴۸	۹.۱۴۸	۹.۱۴۸	۹.۱۴۸	۹.۱۴۸	۹.۱۴۸	۹.۱۴۸	۹.۱۴۸
جمع کل فروش(میلیون ریال)	۵۴۸۸۸	۶۵۸۶۶	۷۹۰۳۹	۹۴۸۴۶	۱۱۳۸۱۶	۱۳۶۵۷۹	۱۶۳۸۹۵	۱۱۸۰۰۴	۱۴۱۶۰۵	۱۶۹۹۲۶
جمع کل فروش(یورو)	۱۹۸۲۱۵	۲۳۷۸۵۸	۲۸۵۴۲۹	۳۴۲۵۱۵	۴۱۱۰۱۸	۴۹۳۲۲۱	۵۹۱۸۶۶	۴۲۶۱۴۳	۵۱۱۳۷۲	۶۱۳۶۴۶

از سال دوم به بعد نرخ تعدیل ۱.۲ در نظر گرفته شده و با توجه به سه پله کاهشی در ابتدای سال های هشتم ، دوازدهم و شانزدهم نرخ سال هشتم به میزان ۶۰ درصد محاسبه گردیده است.

۶-۳-بیلان اقتصادی پروژه

جدول(۲۳-۳): پیش بینی صورتحساب سود و زیان

کلیه ارقام به میلیون ریال می‌باشد										
شرح	سال									
	سال اول	سال دوم	سال سوم	سال چهارم	سال پنجم	سال ششم	سال هفتم	سال هشتم	سال نهم	سال دهم
فروش خالص	۵۴۸۸۸	۶۵۸۶۶	۷۹۰۳۹	۹۴۸۴۶	۱۱۳۸۱۶	۱۳۶۵۷۹	۱۶۳۸۹۵	۱۱۸۰۰۴	۱۴۱۶۰۵	۱۶۹۹۲۶
کسر می شود: بهای تمام شده	۱۱۰۴۲	۱۱۰۴۲	۱۱۰۴۲	۱۱۰۴۲	۱۱۰۴۲	۱۱۰۴۲	۱۱۰۴۲	۱۱۰۴۲	۱۱۰۴۲	۱۱۰۴۲
سود ناخالص	۴۳۸۴۶	۵۴۸۲۴	۶۷۹۹۷	۸۳۸۰۴	۱۰۲۷۷۴	۱۲۵۵۳۷	۱۵۲۸۵۳	۱۰۶۹۶۲	۱۳۰۵۶۳	۱۵۸۸۸۴
کسر می شود هزینه عملیاتی	۲۸۵۹	۲۸۵۹	۲۸۵۹	۲۸۵۹	۲۸۵۹	۲۸۵۹	۲۸۵۹	۲۸۵۹	۲۸۵۹	۲۸۵۹
سود عملیاتی	۴۰۹۸۷	۵۱۹۶۵	۶۵۱۳۸	۸۰۹۴۵	۹۹۹۱۵	۱۲۲۶۷۸	۱۴۹۹۹۴	۱۰۴۱۰۳	۱۲۷۷۰۴	۱۵۶۰۲۵
کسر می‌شود هزینه غیر عملیاتی	۵۸۸	۵۸۸	۵۸۸	۵۸۸	۵۸۸	۵۸۸	۵۸۸	۵۸۸	۵۸۸	۵۸۸
سود ویژه قبل از کسر مالیات	۴۰۳۹۹	۵۱۳۷۷	۶۴۵۵۰	۸۰۳۵۷	۹۹۳۲۷	۱۲۲۰۹۰	۱۴۹۴۰۶	۱۰۳۵۱۵	۱۲۷۱۱۶	۱۵۵۴۳۷
کسر می‌شود مالیات	۶۶۹۳	۶۶۹۳	۶۶۹۳	۶۶۹۳	۶۶۹۳	۶۶۹۳	۶۶۹۳	۶۶۹۳	۶۶۹۳	۶۶۹۳
سود خالص	۳۳۷۰۶	۴۴۶۸۴	۵۷۸۵۷	۷۳۶۶۴	۹۲۶۳۴	۱۱۵۳۹۷	۱۴۲۷۱۳	۹۶۸۲۲	۱۲۰۴۲۳	۱۴۸۷۴۴
سود انباشته	۳۳۷۰۶	۱۱۲۰۹۶	۱۶۹۹۵۲	۲۴۳۶۱۷	۳۳۶۲۵۱	۴۵۱۶۴۷	۵۹۴۳۶۰	۶۹۱۱۸۲	۸۱۱۶۰۵	۹۶۰۳۴۹
سود خالص (یورو)	۱۲۱۷۲۱	۴۰۴۸۰۶	۶۱۳۷۴۱	۸۷۹۷۶۲	۱۲۱۴۲۸۷	۱۶۳۱۰۱۴	۲۱۴۶۳۸۶	۲۴۹۶۰۳۶	۲۹۳۰۹۱۴	۳۴۶۸۰۶۷

جدول(۲۴-۳): پیش بینی عایدات پروژه

کلیه ارقام به میلیون ریال می‌باشد										
شرح	سال									
	سال اول	سال دوم	سال سوم	سال چهارم	سال پنجم	سال ششم	سال هفتم	سال هشتم	سال نهم	سال دهم
سود ویژه قبل از کسر مالیات	۴۰۳۹۹	۵۱۳۷۷	۶۴۵۵۰	۸۰۳۵۷	۹۹۳۲۷	۱۲۲۰۹۰	۱۴۹۴۰۶	۱۰۳۵۱۵	۱۲۷۱۱۶	۱۵۵۴۳۷
استهلاک دارایی های ثابت	۵۱۰۴	۵۱۰۴	۵۱۰۴	۵۱۰۴	۵۱۰۴	۵۱۰۴	۵۱۰۴	۵۱۰۴	۵۱۰۴	۵۱۰۴
استهلاک قبل از بهره برداری	۲۸۵	۲۸۵	۲۸۵	۲۸۵	۲۸۵	۲۸۵	۲۸۵	۲۸۵	۲۸۵	۲۸۵
جمع جریانات نقدی طرح	۴۵۷۸۸	۵۶۷۶۶	۶۹۹۳۹	۸۵۷۴۶	۱۰۴۷۱۶	۱۲۷۴۷۹	۱۵۴۷۹۵	۱۰۸۹۰۴	۱۳۲۵۰۵	۱۶۰۸۲۶
جمع جریانات نقدی طرح (یورو)	۱۶۵۳۵۲	۲۰۴۹۹۵	۲۵۲۵۶۷	۳۰۹۶۵۲	۳۷۸۱۵۵	۴۶۰۳۵۹	۵۵۹۰۰۳	۳۹۳۲۸۱	۴۷۸۵۰۹	۵۸۰۷۸۴
سرمایه گذاری ثابت طرح	۲۹۳۹۷۸			(ی‌ورو)۱۰۶۱۶۳۰						
سرمای در گردش طرح	۲۵۸۷			(ی‌ورو)۹۳۴۴						
کل سرمای گذاری طرح	۲۹۶۵۶۵			(ی‌ورو)۱۰۷۰۹۷۴						
نرخ بازده داخلی (IRR)	۲۰/۶۵ درصد									
دوره بازگشت سرمایه	۴/۴۰ سال									

جدول(۲۵-۳): ارزش خالص جریانات نقدی (NPV)

کلیه ارقام به میلیون ریال می‌باشد			ارزش خالص(یورو)
ردیف	نرخ	ارزش خالص	
۱	۰	۴۲۶۵۶۴	۱۵۴۰۴۳۰
۲	۰/۰۵	۴۰۷۰۶۹	۱۴۷۰۰۳۰
۳	۰/۱۰	۱۴۷۷۶۶	۵۳۳۶۲۱
۴	۰/۱۵	۸۶۶۳۵	۳۱۲۸۶۲
۵	۰/۱۸	۶۶۰۴	۲۳۸۵۰
۶	۰/۲۵	-۳۸۳۷۲	-۱۳۸۵۷۱
۷	۰/۳۰	-۷۳۰۰۷	-۲۶۳۶۴۸
۸	۰/۳۵	-۱۰۰۲۳۳	-۳۶۱۹۶۷
۹	۰/۴۰	-۱۲۲۰۳۳	-۴۴۰۶۹۳
۱۰	۰/۵۰	-۱۵۴۴۴۸	-۵۵۷۷۵۰
۱۱	۰/۶۰	-۱۷۷۱۴۰	-۶۳۹۶۹۸

جدول(۲۶-۳): تحلیل نقطه سر به سر

کلیه ارقام به میلیون ریال می‌باشد			مقدار
ردیف	شرح	مقدار	(یورو)
۱	هزینه های ثابت تولید (م.ریال)	۱۱۰۳۲	۳۹۸۳۸
۲	هزینه های متغیر تولید (م.ریال)	۲۸۸۰	۱۰۳۹۹
۳	مجموع هزینه های ثابت و متغیر تولید (م.ریال)	۱۳۹۱۱	۵۰۲۳۷
۴	کل مقدار تولید (مگاوات)	۶۰۰۰	۶۰۰۰
۵	قیمت فروش هر مگاوات ساعت (م.ریال)	۹	۳۳
۶	فروش کل (م.ریال)	۸۱۴۱۲	۲۹۴۰۰۰
۷	حاشیه فروش کل (هزینه متغیر کل- فروش کل)	۷۸۵۳۳	۲۸۳۶۰۱
۸	نسبت حاشیه فروش(فروش/حاشیه فروش)	۰/۹۷	۰/۹۷
۹	مقدار تولید در نقطه سر به سر= (حاشیه فروش یک مگاوات ساعت/هزینه های ثابت)	۲۳۳	۸۴۳
۱۰	فروش در نقطه سر به سر-م.ریال = (نسبت حاشیه فروش/هزینه ثابت)	۵۳۶۹	۴۱۲۹۹
۱۱	حاشیه ایمنی(فروش کل/(فروش سربه سر- فروش کل))	۰/۸۶	۰/۸۶
۱۲	نقطه سر به سر *۱۰۰(حاشیه فروش/ هزینه های ثابت)	۱۴درصد	۱۴ درصد

جدول(۲۷-۳): شرح ارزش افزوده

کلیه ارقام به میلیون ریال می‌باشد			
ردیف	شرح	هزینه کل	هزینه کل (یورو)
۱	ارزش افزوده ناخالص داخلی(هزینه های نقدی تولید - فروش)	۷۸۷۶۸	۲۸٤٤٥۱
۲	ارزش افزوده خالص داخلی(هزینه استهلاک دارایی ثابت - ارزش افزوده ناخالص داخلی)	۷۳٦٦٥	۲٦٦۰۲۲
۳	ارزش افزوده ناخالص داخلی به ارزش ستاند ها	٪۹۷	
۴	ارزش افزوده خالص داخلی به ارزش ستاند ها	٪۹۰	

جدول (۲۷-۳): جدول پیش بینی گردش وجوه نقد

کلیه ارقام به میلیون ریال می‌باشد											
شرح	سال										
	سال اجرا	سال اول	سال دوم	سال سوم	سال چهارم	سال پنجم	سال ششم	سال هفتم	سال هشتم	سال نهم	سال دهم
درصد ظرفیت مورد انتظار	٪۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰
جمع جریانات نقدی (منابع داخلی)	۰	۴۵۷۸۸	۵۶۷۶۶	۶۹۹۳۹	۸۵۷۴۶	۱۰۴۷۱۶	۱۲۷۴۷۹	۱۵۴۷۹۵	۱۰۸۹۰۴	۱۳۲۵۰۵	۱۶۰۸۲۶
منابع خارجی											
آورده سهامداران	۲۹۶۵۶۶	۲۵۸۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
جمع منابع خارجی	۲۹۶۵۶۶	۲۵۸۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
جمع منابع داخلی و خارجی	۲۹۶۵۶۶	۴۸۳۷۶	۵۶۷۶۶	۶۹۹۳۹	۸۵۷۴۶	۱۰۴۷۱۶	۱۲۷۴۷۹	۱۵۴۷۹۵	۱۰۸۹۰۴	۱۳۲۵۰۵	۱۶۰۸۲۶
مصارف											
هزینه های سرمایه گذاری ثابت	۲۹۳۷۱۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
هزینه قبل از بهره برداری	۲۸۵۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
سرمایه در گردش	۰	۲۵۸۸	۲۵۸۸	۲۵۸۸	۲۵۸۸	۲۵۸۸	۲۵۸۸	۲۵۸۸	۲۵۸۸	۲۵۸۸	۲۵۸۸
مالیات	۰	۶۶۹۳	۶۶۹۳	۶۶۹۳	۶۶۹۳	۶۶۹۳	۶۶۹۳	۶۶۹۳	۶۶۹۳	۶۶۹۳	۶۶۹۳
جمع مصارف	۲۹۶۵۶۹	۹۲۸۱	۹۲۸۱	۹۲۸۱	۹۲۸۱	۹۲۸۱	۹۲۸۱	۹۲۸۱	۹۲۸۱	۹۲۸۱	۹۲۸۱
مازاد (کسری) منابع	۰	۳۹۰۹۵	۴۷۴۸۵	۶۰۶۵۸	۷۶۴۶۵	۹۵۴۳۵	۱۱۸۱۹۸	۱۴۵۵۱۴	۹۹۶۲۳	۱۲۳۲۲۴	۱۵۱۵۴۵
مازاد (کسری) منابع (یورو)	۰	۱۴۱۱۸۲	۱۷۱۴۷۹	۲۱۹۰۵۱	۲۷۶۱۳۶	۳۴۴۶۳۹	۴۲۶۸۴۳	۵۲۵۴۸۷	۳۵۹۷۶۵	۴۴۴۹۹۳	۵۴۷۲۶۸

فصل چهارم:

زمانبندی اجرای پروژه

جدول(۱-۴): زمانبندی اجرای پروژه

ردیف	مراحل	زمان بندی مراحل احداث نیروگاه برق خورشیدی					
		سه ماه اول			سه ماه دوم		
۱	مطالعات پیش امکان سنجی						
۲	مطالعات امکان سنجی						
۳	تهیه زمین						
۴	اخذ مجوز اتصال به شبکه						
۵	عقد قرارداد خرید تضمینی						
۶	تامین مالی						
۷	تامین تجهیزات						
۸	ساخت						
۹	تست و پیش راه اندازی						

فصل پنجم:

پیوست

پیوست(شماره یک)

نیروگاه سهموی خطی





نیروگاه دریافت کننده مرکزی





نیروگاه بشقابی





مزرعه خورشیدی





پنل خورشیدی



فروشگاه آنلاین آوستا مارکت
AVESTAMARKET.COM / ۰۲۱-۶۶۵۹۲۶۶۰