

راهنمای کاربردی نرم افزار

# ارزیابی اقتصادی نیروگاه‌های خورشیدی در ایران

## SOLAR-ECO



## پیشگفتار

کشور ایران از لحاظ منابع مختلف انرژی یکی از غنی‌ترین کشورهای جهان محسوب می‌گردد، چرا که از یکسو دارای منابع گسترده سوخت‌های فسیلی و تجدیدناپذیر نظیر نفت و گاز است و از سوی دیگر دارای پتانسیل فراوان انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله انرژی خورشیدی می‌باشد. در میان انواع انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی خورشیدی به دلیل قابلیت تبدیل مستقیم به برق و حرارت، سادگی استفاده، امکان ذخیره‌سازی و بی‌پایان بودن آن بیشتر مورد توجه قرار گرفته است، به طوری که در چند دهه اخیر تحقیقات فراوانی در مورد سیستم‌های استفاده از انرژی خورشیدی در دنیا و ایران به انجام رسیده است. کشور ایران به لحاظ میزان دریافت انرژی خورشیدی و متوسط ساعت آفتابی سالانه بیش از ۲۹۰۰ ساعت، یکی از کشورهای مناسب جهان می‌باشد و انرژی خورشیدی در آینده سهم قابل توجهی از انرژی مصرفی کشور را به خود اختصاص خواهد داد. توسعه کاربرد انرژی خورشید در کشور و مخصوصاً توسعه احداث نیروگاه‌های خورشیدی بدون پتانسیل سنجی تابش خورشیدی و شناسایی دقیق مناطق با پتانسیل تابش مناسب و استخراج داده‌های معتبری که بتواند میزان و توزیع این انرژی را در استانهای مختلف کشور که بی‌شک در آینده معادن فرازمینی ثروت برای استانهای برخوردار خواهد بود، امکان پذیر نمی‌باشد.

در ایران راستا پس از تهیه نرم افزار ارزیابی اقتصادی نیروگاههای بادی در مرکز توسعه فناوری توربینهای بادی پژوهشگاه نیرو، گروه انرژیهای تجدیدپذیر بر اساس سالها تجربه و انجام پروژه‌های متعدد و درک نیازهای کشور، بران شد تا نرم‌افزاری دقیق و همه‌جانبه بر اساس قوانین و شرایط کشور ایران برای ارزیابی اقتصادی سایر نیروگاههای تجدیدپذیر یعنی خورشیدی و زیست توده و زمین گرمایی تهیه کند تا سیاست‌گذار و سرمایه‌گذار هر دو در کمال دقت و جامع‌نگری قادر به بررسی شرایط و تصمیم‌گیری درست باشند. بنابراین نرم‌افزار "ارزیابی اقتصادی نیروگاههای خورشیدی در ایران" یا "SOLAR-ECO" بر پایه نرم‌افزار اکسل توسعه یافت و آنچه هم‌اکنون ملاحظه می‌فرمایید راهنمای کاربردی این نرم‌افزار است که بر اساس فرایندها و قوانین و شرایط کشور قادر به تحلیل شرایط اقتصادی نیروگاههای خورشیدی است.

لازم به ذکر است این نرم‌افزار در قالب پروژه‌ای تحت عنوان "تهیه نرم افزار ارزیابی اقتصادی نیروگاههای خورشیدی، زیست توده و زمین گرمایی در ایران" در گروه انرژیهای تجدیدپذیر "پژوهشگاه نیرو توسعه یافته است. همچنین گزارشهای این پروژه در فازهای ابتدایی شامل راهنمای کاملی از قوانین و فرایندهای مرتبط با احداث و بهره برداری از نیروگاههای خورشیدی در ایران می‌باشند که می‌تواند کمک شایانی به سرمایه‌گذاران و سیاستگذاران این بخش داشته باشد.

در پایان گفتنی است این پروژه تحت نظر آقای دکتر شهریار بزرگمهری (مدیر گروه انرژی‌های تجدیدپذیر و مجری پروژه) و توسط خانمها مهندسین ثریا رستمی (مدیر پروژه)، آرزو حسنجانی و الهه منصوری (کارشناسان پروژه) تهیه شده است.

امید که این مجموعه گامی هر چند کوچک در راه توسعه انرژیهای تجدیدپذیر در کشور و اعتلای میهن عزیزمان ایران باشد.

## فهرست مطالب

فصل ۱ - راهنمای نرم افزار ارزیابی اقتصادی نیروگاه هاخورشیدی در ایران SOLAR-ECO ..	
۱-۱- مقدمه.....	۱
۲-۱ راهنمای داخلی نرم افزار SOLAR-ECO.....	۱
۳-۱ کاربرد Inputs (ورودی‌ها) و کاربرد Complex Inputs.....	۳
۱-۳-۱ واحد پولی (Currency).....	۵
۲-۳-۱ اندازه و عملکرد پروژه (Project Size and Performance).....	۵
۳-۳-۱ هزینه‌های سرمایه‌گذاری (Capital Costs).....	۶
۴-۳-۱ هزینه عملیاتی و نگهداری (Operations & Maintenance).....	۱۶
۵-۳-۱ تامین مالی دوره ساخت - کلیات شرایط (Construction Financing).....	۱۹
۶-۳-۱ شرایط تامین مالی پروژه - جزئیات شرایط مالی (Permanent Financing).....	۲۰
۷-۳-۱ خلاصه وضعیت تامین مالی (Summary of Sources of Funding for Total Installed Cost).....	۲۳
۸-۳-۱ مالیات، شرایط و معافیت‌های مربوط به آن (Tax).....	۲۳
۹-۳-۱ ساختار و شرایط خرید تضمینی برق (Cost-Based Tariff Rate Structure).....	۲۴
۱۰-۳-۱ قیمت پیش‌بینی شده تعدیل شده یا بازار فروش برق (Forecasted Adjusted or Market Value).....	۲۵
۱۱-۳-۱ مشوق‌های خصوصی و دولتی احداث نیروگاه (Incentives).....	۲۶
۱۲-۳-۱ هزینه‌های مربوط به تعویض قطعات و تجهیزات (Capital Expenditures During Operations).....	۲۷
۱۳-۳-۱ ذخایر احتیاطی هزینه اسقاط (Reserves Funded from Operations).....	۲۸
۱۴-۳-۱ ذخایر احتیاطی پرداخت وام یا هزینه‌های بهره‌برداری (Initial Funding of Reserve Accounts).....	۲۹
۱۵-۳-۱ استهلاک (Depreciation Allocation).....	۳۰
۴-۱ Cash Flow (محاسبات جریان مالی).....	۳۱
۱-۴-۱ درآمدها.....	۳۲
۲-۴-۱ هزینه‌ها.....	۳۴
۳-۴-۱ جریان مالی پروژه.....	۳۸
۴-۴-۱ نحوه محاسبه تعرفه در نرم افزار.....	۴۱
۵-۴-۱ محاسبات پشتیبان.....	۴۲
۵-۱ Summary Results (خلاصه نتایج).....	۴۶
۶-۱ Annual Cash Flows & Returns (خلاصه محاسبات جریان مالی).....	۴۹

## فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱: نمای کاربرگ شروع نرم افزار ارزیابی اقتصادی نیروگاه خورشیدی SOLAR-ECO..... ۱
- شکل ۲-۱: نمای کلی کاربرگ Introduction..... ۲
- شکل ۳-۱: راهنمای موجود در کاربرگ نرم افزار SOLAR-ECO..... ۲
- شکل ۴-۱: نمای کلی کاربرگ Inputs..... ۳
- شکل ۵-۱: نمای کلی کاربرگ Complex Inputs..... ۴
- شکل ۶-۱: جدول Currency..... ۵
- شکل ۷-۱: جدول Project Size and Performance..... ۵
- شکل ۸-۱: جدول Capital Costs در حالت Simple..... ۸
- شکل ۹-۱: جدول Capital Costs در حالت Intermediate..... ۸
- شکل ۱۰-۱: جدول Generation Equipment در کاربرگ Complex Inputs..... ۹
- شکل ۱۱-۱: جدول Balane of plant در کاربرگ Complex Inputs..... ۱۰
- شکل ۱۲-۱: جدول Interconnection در کاربرگ Complex Inputs..... ۱۱
- شکل ۱۳-۱: جدول Development Costs & Fee در کاربرگ Complex Inputs..... ۱۲
- شکل ۱۴-۱: جدول Reserves & Financing Costs در کاربرگ Complex Inputs..... ۱۳
- شکل ۱۵-۱: جدول Total Project Costs در کاربرگ Complex Inputs..... ۱۴
- شکل ۱۶-۱: جدول Depreciation Allocation در کاربرگ Complex Inputs..... ۱۴
- شکل ۱۷-۱: تعرفه سالانه برق در بازار آزاد و یا تعرفه تعدیل شده مورد نظر کاربر..... ۱۵
- شکل ۱۸-۱: جدول Operations & Maintenance در حالت Simple..... ۱۶
- شکل ۱۹-۱: جدول Operations & Maintenance در حالت Intermediate..... ۱۸
- شکل ۲۰-۱: جدول Construction Financing..... ۱۹
- شکل ۲۱-۱: جدول Permanent Financing..... ۲۱
- شکل ۲۲-۱: جدول Summary of Sources of Funding for Total Installed Costs..... ۲۳
- شکل ۲۳-۱: جدول Tax..... ۲۴
- شکل ۲۴-۱: جدول Cost-Based Tariff Rate Structure..... ۲۵
- شکل ۲۵-۱: جدول Forecasted Adjusted or Market Value..... ۲۶
- شکل ۲۶-۱: جدول Incentives..... ۲۷
- شکل ۲۷-۱: جدول Capital Expenditures During Operations..... ۲۸
- شکل ۲۸-۱: جدول Reserve Funded from Operations..... ۲۹
- شکل ۲۹-۱: جدول Initial Funding of Reserve Accounts..... ۲۹
- شکل ۳۰-۱: تخصیص استهلاک در حالت انتخاب گزینه Simple در جدول هزینه‌های سرمایه‌گذاری..... ۳۱
- شکل ۳۱-۱: تخصیص استهلاک در حالت انتخاب گزینه Intermediate در جدول هزینه‌های سرمایه‌گذاری..... ۳۱
- شکل ۳۲-۱: تخصیص استهلاک در حالت انتخاب گزینه Complex در جدول هزینه‌های سرمایه‌گذاری..... ۳۱

- شکل ۳۳-۱: نمای کلی کاربرگ Cash Flow..... ۳۲
- شکل ۳۴-۱: بخش محاسبات درآمدها در کاربرگ Cash Flow..... ۳۲
- شکل ۳۵-۱: بخش محاسبات هزینه‌ها در کاربرگ Cash Flow..... ۳۵
- شکل ۳۶-۱: بخش محاسبات جریان مالی در کاربرگ Cash Flow..... ۳۸
- شکل ۳۷-۱: استفاده از دکمه "Calculation" برای محاسبه تعرفه..... ۴۱
- شکل ۳۸-۱: دسترسی به تابع Goal Seek در اکسل..... ۴۱
- شکل ۳۹-۱: بخش محاسبات تعرفه در کاربرگ Cash Flow..... ۴۲
- شکل ۴۰-۱: بخش محاسبات وام..... ۴۲
- شکل ۴۱-۱: بخش محاسبات استهلاک..... ۴۴
- شکل ۴۲-۱: بخش محاسبات هزینه‌های رزرو..... ۴۶
- شکل ۴۳-۱: نمای کلی کاربرگ Summary Results..... ۴۷
- شکل ۴۴-۱: اطلاعات موجود در کاربرگ Summary Results..... ۴۸
- شکل ۴۵-۱: اطلاعات موجود در کاربرگ Annual Cash Flows & Returns..... ۴۹
- شکل ۴۶-۱: نمودار جریان مالی تجمعی..... ۵۰
- شکل ۴۷-۱: نمودار درآمدها در برابر هزینه‌ها..... ۵۱

**فصل ۱- راهنمای نرم افزار ارزیابی اقتصادی نیروگاه های  
خورشیدی در ایران "SOLAR-ECO"**

## ۱-۱- مقدمه

نرم افزار SOLAR-ECO در هفت بخش اصلی و در قالب ۷ کاربرگ تهیه شده است. مطابق شکل (۱-۱) کاربرگ اول متناظر با عنوان و صفحه آغازین نرم افزار و کاربرگ دوم بیانگر معرفی نرم افزار و شرح مختصری از توسعه دهندگان آنست. در کاربرگ های سوم و چهارم ورودی ها توسط کاربر به نرم افزار داده می شود و در کاربرگ های بعدی محاسبات جریان مالی مربوط و رسم نمودارهای مورد نیاز با استفاده از ورودی های تعریف شده انجام می گیرد. بدین ترتیب این امکان به کاربر داده می شود که اثر تغییر ورودی های پروژه بر نتایج ارزیابی را به سادگی اعمال و بررسی کند و سناریوهای مورد نظر خود را ارزیابی نماید.

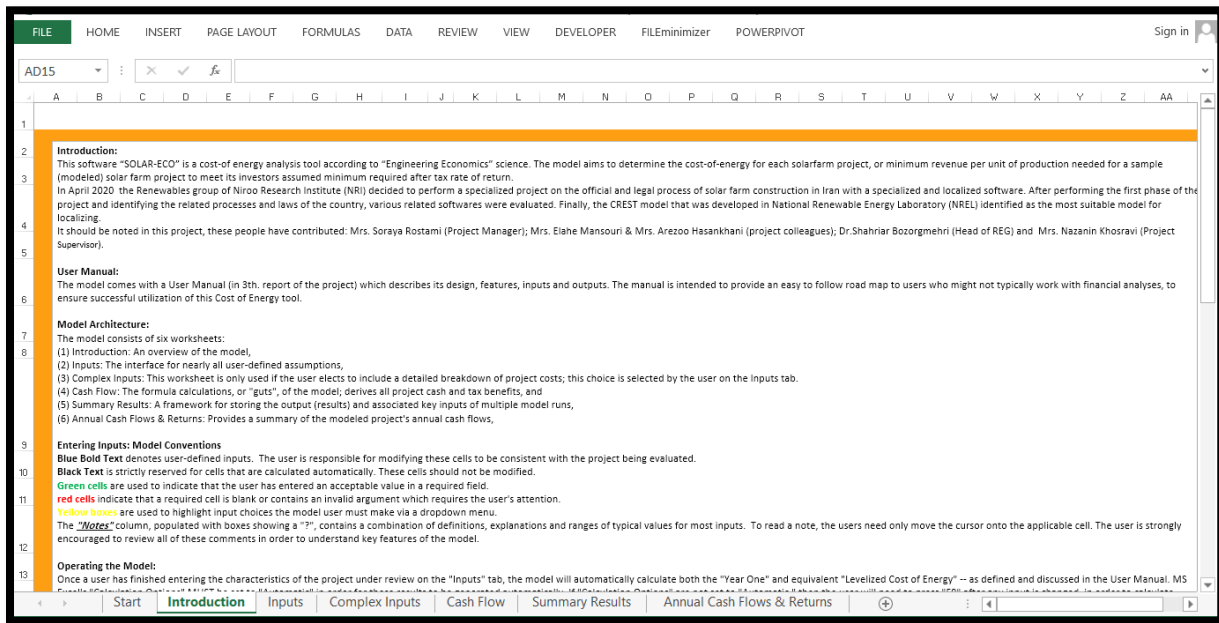
در ادامه کاربرگ های مختلف نرم افزار و اطلاعات موجود در آنها به تفصیل توضیح داده می شوند. اما پیش از آن لازم است توضیحاتی در مورد راهنمای دقیق درون نرم افزار ارائه گردد.



شکل ۱-۱: نمای کاربرگ شروع نرم افزار ارزیابی اقتصادی نیروگاه خورشیدی SOLAR-ECO

## ۲-۱- راهنمای داخلی نرم افزار SOLAR-ECO

در کاربرگ "Introduction" کلیه قراردادهایی که در نرم افزار مورد استفاده است توضیح داده شده است. کاربر لازم است قبل از شروع کار با نرم افزار جهت آشنایی این مطالب را مطالعه نماید. در این بخش تعدادی از موارد مهم یادآوری می شود. در شکل (۲-۱) نمای این کاربرگ نشان داده شده است.



شکل ۱-۲: نمای کلی کاربرد Introduction

همچنین در داخل نرم افزار برای کلیه سلول‌ها یادداشت‌هایی وجود دارد که کاربر را در انتخاب ورودی درست به نرم‌افزار راهنمایی می‌کند. این امر باعث بالا رفتن سهولت استفاده از نرم‌افزار و دقت نتایج خواهد شد. لازم به ذکر است این راهنما با دو زبان فارسی و انگلیسی در اختیار کاربر قرار دارد و فارسی و یا انگلیسی بودن آن با استفاده از پرچم بالای ستون مربوطه قابل تشخیص می‌باشد و راهنما با استفاده از "?" مشخص شده که در شکل (۱-۳) نشان داده شده است.

Currency / Technology	Symbol	Exchange Rate
Dollar	\$	150000
Technology		Photovoltaic

Project Size and Performance	Units	Input Value
Generator Nameplate Capacity	kW dc	10000

شکل ۱-۳: راهنمای موجود در کاربرد نرم افزار SOLAR-ECO

## ۱- رنگ نوشته در نرم افزار

نوشته آبی نشان دهنده ورودی‌هایی هستند که توسط کاربر وارد می‌شود. کاربر لازم است این سلول‌ها را بر اساس داده‌های پروژه مورد نظر خود کامل کند تا محاسبات بر مبنای ورودی‌های جدید انجام گیرد. این نوع داده‌های ورودی در کاربرگ‌های "Inputs" و "Complex Input" وجود دارند.

نوشته‌های سیاه برای سلول‌های محاسباتی در نظر گرفته شده‌اند. این محاسبات توسط نرم‌افزار انجام می‌گیرد و کاربر نمی‌بایست در این قسمت ورودی تعریف کند.

## ۲- سلول‌های با پیش زمینه زرد و نوشته‌های آبی



این سلول‌ها ورودی‌هایی هستند که توسط کاربر از یک منوی کشویی با گزینه با گزینه‌های از پیش تعریف انتخاب می‌شوند، با انتخاب هر گزینه شرایط مخصوص به آن گزینه در اختیار کاربر گذاشته می‌شود که تاثیر مستقیمی بر خروجی خواهند داشت. به عنوان نمونه سطح جزئیات برای تعریف هزینه‌های سرمایه گذاری در جدول "Capital Cost" و یا شمول و عدم شمول مالیات در جدول "Tax" توسط کاربر از منویی کشویی انتخاب می‌شود.

### ۳- لینک بودن کاربرگ‌ها

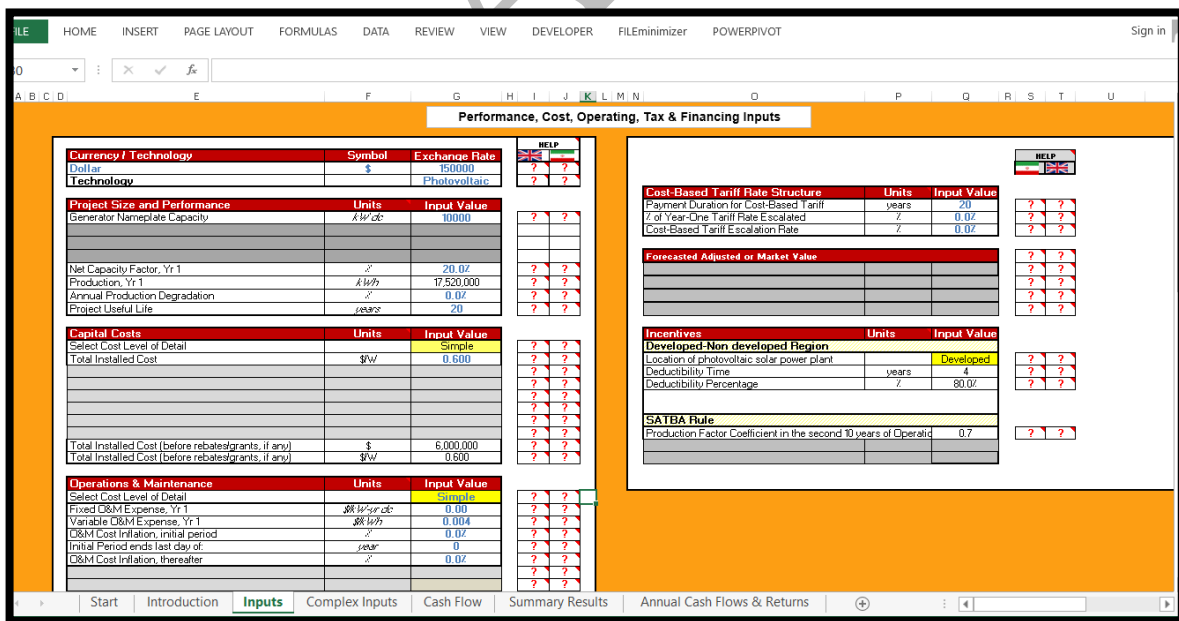
در صورتیکه کاربر بر اساس نوع اطلاعات خود بخواهد از گزینه "Complex Input" استفاده کند، کاربرگ‌های "Input" و "Complex Input" به هم متصل شده‌اند و با استفاده از یک لینک در یک سلول خاص کاربر می‌تواند برای وارد کردن اطلاعات به سرعت به کاربرگ دیگر منتقل شود. همچنین در حین انجام تحلیل کلیه کاربرگ‌ها به یکدیگر لینک بوده و تغییرات یکی از کاربرگ‌های ورودی نتایج کاربرگ‌های محاسباتی و تحلیلی را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

### ۴- واحدهای اندازه‌گیری

در کاربرگ "Inputs" واحدهای اندازه‌گیری هر یک از بخش‌ها در ستون دوم جداول آورده شده است.

### ۳-۱- کاربرگ Inputs (ورودی‌ها) و کاربرگ Complex Inputs

Inputs (ورودی‌ها) و Complex Inputs دو قسمت اساسی در نرم‌افزار می‌باشند که جهت ورود اطلاعات نیروگاه خورشیدی به آن تعبیه شده‌اند. عمده اطلاعات دوران سرمایه‌گذاری و بهره برداری در قالب ۱۵ جدول جداگانه در Input در مدل داده می‌شوند. نمای کلی Inputs و Complex Inputs به ترتیب در شکل‌های (۴-۱) و (۵-۱) نمایش داده شده است.



شکل ۴-۱: نمای کلی کاربرگ Inputs



شکل ۵-۱: نمای کلی کاربرگ Complex Inputs


- در زیر به اسامی این جداول و توضیح مختصری از عملکرد آن‌ها اشاره شده است:
- ۱- واحد پولی (Currency)
  - ۲- اندازه و عملکرد پروژه (Project Size and Performance)
  - ۳- هزینه‌های سرمایه‌گذاری (Capital Costs)
  - ۴- هزینه عملیاتی و نگهداری (Operations & Maintenance)
  - ۵- تامین مالی دوره ساخت - کلیات شرایط (Construction Financing)
  - ۶- شرایط تامین مالی پروژه - جزئیات شرایط مالی (Permanent Financing)
  - ۷- خلاصه وضعیت تامین مالی (Summary of Sources of Funding for Total Installed Cost)
  - ۸- مالیات، شرایط و معافیت‌های مربوط به آن (Tax)
  - ۹- ساختار و شرایط خرید تضمینی برق (Cost-Based Tariff Rate Structure)
  - ۱۰- قیمت پیش‌بینی شده تعدیل شده یا بازار فروش برق (Forecasted Adjusted or Market Value of Production)
  - ۱۱- مشوق‌های خصوصی و دولتی احداث نیروگاه (Incentives)
  - ۱۲- هزینه‌های مربوط به تعویض قطعات و تجهیزات (Capital Expenditures During Operations)
  - ۱۳- ذخایر احتیاطی هزینه اسقاط (Reserves Funded from Operations)
  - ۱۴- ذخایر احتیاطی پرداخت وام یا هزینه‌های بهره‌برداری (Initial Funding of Reserve Accounts)
  - ۱۵- استهلاک (Depreciation Allocation)
- در این قسمت برای ورود اطلاعات کاربر قادر خواهد بود که بنا بر سطح اطلاعات در دسترس در مورد پروژه خود، سطح ورود اطلاعات در نرم‌افزار را نیز انتخاب نماید. به عبارتی نرم‌افزار برای ورود اطلاعات از انعطاف قابل توجهی برخوردار است و کاربر می‌تواند بر حسب جزئیات داده‌های پروژه خود، یکی از گزینه‌های "Simple"،

"Intermediate" و یا "Complex" را انتخاب کند و بدیهی است به ترتیب از ورود اطلاعات ساده تا متوسط و سرانجام جزئی پیشرفت نماید. گفتنی است در صورتی که کاربر قصد ورود اطلاعات جزئی را داشته باشد، مثلاً بخواهد ریز اطلاعات سرمایه‌گذاری اعم از هزینه‌های دریافت مجوزها تا خرید و حمل و نقل و ... را به تفکیک وارد نماید، ضمن انتخاب گزینه complex در باکس‌های مرتبط در کاربرگ Input، به کاربرگ complex وارد شده و اطلاعات جزئی را وارد نماید.

در ادامه به تفصیل در مورد اطلاعات مورد نیاز هریک از جداول فوق الذکر اشاره می‌گردد. لازم به ذکر است راهنمای فارسی و انگلیسی مربوط به هریک از جداول در داخل نرم‌افزار آورده شده است. کاربر می‌تواند با استفاده از این راهنما نسبت به هریک از پارامترها آگاهی پیدا کند و نسبت به پر کردن مناسب آن اقدام نماید. راهنما با استفاده از "؟" داخل سلول مقابل هر جدول مشخص شده و فارسی و یا انگلیسی بودن آن با استفاده از پرچم قابل تشخیص می‌باشد.

**۱-۳-۱- واحد پولی (Currency)**



در این جدول مطابق شکل (۶-۱) کاربر نام و نماد واحد پولی مورد نظر خود را انتخاب می‌کند و در قسمت "Exchange Rate" نرخ تبدیل به ریال وارد می‌شود. در ادامه اعداد مربوط به بخش‌های مختلف پروژه بایستی بر مبنای این واحد پولی به نرم‌افزار داده شود و خروجی‌های نرم‌افزار بر حسب این واحد پولی ارائه خواهند شد.

Currency / Technology	Symbol	Exchange Rate		
Dollar	\$	150000	?	?

شکل ۶-۱: جدول Currency

**۱-۳-۲- اندازه و عملکرد پروژه (Project Size and Performance)**

در جدول "Project Size and Performance"، به بیان مشخصات فنی نیروگاه خورشیدی مورد نظر پرداخته می‌شود. مطابق شکل (۷-۱) توان تولیدی، ضریب تولید، میزان تولید، میزان افت سالانه تولید و عمر نیروگاه خورشیدی به عنوان پارامترهای فنی برای نرم‌افزار تعریف می‌شوند تا با استفاده از آن محاسبات مربوط به میزان تولید نیروگاه در طول سال‌های بهره‌برداری انجام شود.

Project Size and Performance	Units	Input Value		
Generator Nameplate Capacity	kW dc	10000	?	?
Net Capacity Factor, Yr 1	%	20.0%	?	?
Production, Yr 1	kWh	17,520,000	?	?
Annual Production Degradation	%	0.0%	?	?
Project Useful Life	years	20	?	?

شکل ۷-۱: جدول Project Size and Performance



- Generator Nameplate Capacity: توان نامی نیروگاه خورشیدی را با در نظر گرفتن سایز پنل‌های خورشیدی نصب شده بر حسب کیلووات dc نشان می‌دهد. در صورتیکه در سیستم‌های فتوولتائیک فقط ظرفیت AC موجود باشد، می‌توان از ضریب NREL برای تبدیل استفاده کرد.

- Net Capacity Factor: ضریب ظرفیت نیروگاه خورشیدی در این قسمت برای نرم‌افزار تعریف می‌شود و بیانگر میزان توان تولیدی واقعی نیروگاه در مقایسه با ماکزیمم توان تئوری پروژه است. به طور میانگین و براساس داده‌های تجربی می‌توان گفت برای سیستم‌های خورشیدی این ضریب در بازه ۱۰ تا ۲۵ درصد قرار می‌گیرد. با توجه به شرایط سایت و تکنولوژی مورد استفاده در پروژه ممکن است این عدد مقادیر بیشتری داشته باشد.

در این مدل نیاز است ضریب ظرفیت خالص یا کلی (Net Capacity Factor) به مدل داده شود. در این حالت تخمین انرژی تولیدی بایستی با در نظر گرفتن تمامی افت‌های الکتریکی (شامل افت‌هایی که در هنگام توزیع از محل تولید تا محل تحویل اتفاق می‌افتد)، افت ناشی از چیدمان پنل‌ها در کنار یکدیگر در نیروگاه خورشیدی در اثر ایجاد سایه، تعمیر و نگهداری برنامه ریزی شده و خارج از برنامه، توقف‌های ناگهانی و به اجبار، یخ زدگی و یا هر پارامتر دیگری که منجر به کاهش تولید می‌شود، انجام شود. به دلیل تاثیر عوامل متعدد بر تولید سالانه نیروگاه خورشیدی، تخمین ضریب ظرفیت نیازمند محاسبات پیچیده و خاص خود می‌باشد. هرچه محاسبات مربوط به ضریب ظرفیت دقیق‌تر انجام شود، توان محاسبه شده برای نیروگاه خورشیدی به توان واقعی نزدیک‌تر خواهد بود و در نتیجه محاسبات اقتصادی انجام شده نیز از دقت و صحت بالاتری برخوردار خواهد بود. ورودی این قسمت بایستی در بازه ۰ تا ۱۰۰ درصد وارد شود.

- Production, Yr 1: نشان دهنده توان تولیدی نیروگاه خورشیدی در سال اول بهره برداری بر حسب کیلووات ساعت است. این پارامتر در نرم‌افزار بر حسب داده‌های وارد شده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{Production, Yr 1 (kWh)} = \text{Generator Nameplate Capacity (kW)} \times \text{Net Capacity Factor} \times 8760$$

- Annual Production Degradation: تحقیقات نشان می‌دهد نیروگاه‌های خورشیدی به صورت سالانه با افت تولید مواجه می‌شوند. مطابق مطالعات NREL که در سال ۲۰۰۲ با عنوان Degradation Analysis of Weathered Crystalline-Silicon PV Modules انجام شده است، افت تولید در سال برای نیروگاه‌های خورشیدی بین ۰/۰۵ تا ۱ درصد تخمین زده شده است. این ورودی به کاربر این امکان را می‌دهد که این کاهش تولید در طول سال‌ها را مدل کند. در صورتیکه ضریب ظرفیت کلی با در نظر گرفتن میانگین دسترسی در بازه طولانی محاسبه شده است، کاربر می‌تواند این پارامتر را برابر صفر انتخاب کند. ورودی این قسمت باید مقدار بزرگتر و یا مساوی صفر داشته باشد.

- Project Useful Life: این پارامتر نشان دهنده عمر مفید نیروگاه خورشیدی است. عمر مفید نیروگاه خورشیدی تعداد سال‌هایی است که انتظار می‌رود نیروگاه دارای عملکرد، قابلیت اطمینان توزیع برق به شبکه و

تولید درآمد کامل باشد. این پارامتر مستقل از مفهوم طول قرارداد تضمینی برق است که توسط ساتبا برای مالک نیروگاه خورشیدی تعیین می‌شود. چنانچه طول قرارداد خرید برق برابر عمر مفید نیروگاه خورشیدی در نظر گرفته شود، این دو پارامتر مقدار یکسان خواهند داشت. اما ضروری ست تشریح گردد که عمر مفید نیروگاه های خورشیدی بطور رایج ۲۰ سال در نظر گرفته می‌شود. این مساله با این مفهوم که ممکن است با گذشت بیست سال نیروگاه از نظر تکنولوژیک و علم روز دنیا پاسخگوی جامعه نبوده و ممکن است توجیح مالی مناسب برای نگهداری و ادامه سرمایه گذاری را به همراه نداشته باشد، صراحتاً قابل بیان است. این مدل برای پروژه‌های ماکزیمم دارای عمر مفید سی سال طراحی شده است، بنابراین ورودی این قسمت مقداری بزرگتر از صفر و کوچکتر یا مساوی سی تعریف شده است.

#### - هزینه‌های سرمایه‌گذاری (Capital Costs)

در جدول "Capital Costs"، هزینه‌های سرمایه‌گذاری پروژه برای نرم‌افزار تعریف می‌شود. کلیه هزینه‌های مربوط به خرید تجهیزات، احداث و آماده‌سازی سایت، اتصال به شبکه، انجام مطالعات و اخذ مجوزها و هزینه‌های رزرو بایستی در این جدول تعریف شود. همان‌گونه که بیان شد در این جدول با استفاده از یک منو کشویی می‌توان سه سطح از جزئیات ورودی را برای مدل تعریف کرد.

#### - Select Cost Level of Detail: مدل به کاربر اجازه می‌دهد هزینه‌های سرمایه‌گذاری طرح را در سه سطح

از لحاظ میزان تعریف جزئیات وارد کند. در حالت "Simple" تنها یک عدد به عنوان هزینه نهایی سرمایه‌گذاری طرح به مدل داده می‌شود. در حالت "Intermediate" پنج زیر بخش برای مدل تعریف شده است که باید توسط کاربر کامل شود و در گزینه "Complex" اطلاعات مربوط به هزینه‌های سرمایه‌گذاری طرح بایستی در یک کاربرگ مجزا (Complex Input) که برای این حالت در نظر گرفته شده است، وارد شود. گزینه "Complex" به کاربر این امکان را می‌دهد که جزئیات هزینه‌های ورودی بیشتری در اختیار داشته باشد و همچنین بتواند گزینه‌های مورد نظر خود را به آن اضافه کند. در این حالت شرایط و محاسبات مربوط به کاهش (تخفیف) مالیات سرمایه‌گذاری<sup>۱</sup> و تخصیص استهلاک<sup>۲</sup> نیز مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در این بخش لزوماً هزینه‌هایی که شامل ITC می‌شوند مشخص شوند. به عنوان مثال ممکن است کلیه هزینه‌های استهلاک پذیر شامل قوانین کاهش مالیات شوند. در بخش معرفی شرایط و معافیت‌های مالیاتی تعریفی از هزینه استهلاک و قانون مربوط به آن در مورد صنایع مربوط به انرژی‌های تجدید پذیر ارائه خواهد شد.

در صورتیکه گزینه "Simple" انتخاب شود، تنها یک مورد فعال خواهد بود که در شکل (۸-۱) نشان داده شده

است.

<sup>۱</sup> Investment Tax Credit (ITC)

<sup>۲</sup> Depreciation Allocation



Capital Costs	Units	Input Value		
Select Cost Level of Detail		Simple	?	?
Total Installed Cost	\$/W	0.600	?	?
			?	?
			?	?
			?	?
			?	?
			?	?
Total Installed Cost (before rebates/grants, if any)	\$	6,000,000	?	?
Total Installed Cost (before rebates/grants, if any)	\$/W	0.600	?	?

شکل ۸-۱: جدول Capital Costs در حالت Simple

- Total Installed Cost: شامل کلیه هزینه‌های سرمایه‌گذاری احداث یک نیروگاه خورشیدی مانند خرید تجهیزات، حمل و نقل، عوارض واردات در گمرک، مالیات بر ارزش افزوده، هزینه ساخت و ساز و مهندسی، هزینه مطالعات اولیه، اتصال به شبکه و حق امتیازها و پروانه‌ها می‌باشد. از آنجایی که معافیت‌های مالیاتی و امتیازها در قسمت‌های دیگر نرم‌افزار لحاظ می‌شوند، هزینه وارد شده در این قسمت بایستی مستقل از این معافیت‌ها و امتیازهای دولتی تخمین زده و به مدل وارد شود. (لزوما مقدار ورودی این قسمت از صفر بزرگتر باشد).

در صورتیکه گزینه "Intermediate" انتخاب شود، موارد زیر فعال خواهند شد که در شکل (۹-۱) نشان داده شده است. در این حالت کاربر موظف است داده‌ها را در دسته‌بندی‌های مختلف و با جزئیات بیشتر وارد کند.

Capital Costs	Units	Input Value		
Select Cost Level of Detail		Intermediate	?	?
			?	?
Generation Equipment	\$	4,000,000	?	?
Balance of Plant	\$	250,000	?	?
Interconnection	\$	1,079,000	?	?
Development Costs & Fee	\$	10,900	?	?
Reserves & Financing Costs	\$	648,765	?	?
			?	?
Total Installed Cost (before rebates/grants, if any)	\$	5,988,665	?	?
Total Installed Cost (before rebates/grants, if any)	\$/W	0.599	?	?

شکل ۹-۱: جدول Capital Costs در حالت Intermediate

- Generation Equipment: هزینه تجهیزات مانند پنل‌های خورشیدی، اینورتر، باتری و سایر تجهیزات مشابه در صورت نیاز را شامل می‌شود. در حالت Intermediate این عدد با در نظر گرفتن هزینه‌های حمل و نقل خارجی و داخلی تجهیزات، عوارض ورودی گمرک و مالیات بر ارزش افزوده محاسبه و وارد می‌شود.

Balance of Plant: تمامی هزینه‌های زیرساختی، آماده‌سازی سایت، هزینه‌های مربوط به کارگران در زمان نصب و راه‌اندازی تجهیزات، هزینه نصب تجهیزات و هزینه‌های مهندسی را شامل می‌شود. (ورودی نمی‌تواند مقدار کمتر از صفر داشته باشد).

**Interconnection:** کلیه هزینه‌های اتصال به شبکه برق طرح مانند ساخت خطوط انتقال، هزینه مربوط به دریافت امتیاز انتقال به شبکه و در صورت نیاز احداث پست در این قسمت به نرم‌افزار داده می‌شود.

(ورودی در این حالت نمی‌تواند مقدار کمتر از صفر داشته باشد).

**Development Costs & Fee:** هزینه‌هایی مانند مدیریت طرح، مطالعات اولیه، هزینه مهندسی طرح، هزینه حق امتیازها و کلیه هزینه‌های احتمالی طرح که در بخش‌های دیگر دیده نشده است را در بر می‌گیرد.

(ورودی در این حالت نمی‌تواند مقدار کمتر از صفر داشته باشد).

**Reserves & Financing Costs:** کلیه هزینه‌های مربوط به سرمایه‌گذاری مانند هزینه اولیه دریافت وام، هزینه‌های قانونی، سود در مدت ساخت و هزینه‌های رزرو مورد نیاز را شامل می‌شود. مقدار این ورودی در نرم‌افزار از فرمول زیر قابل محاسبه است:

$$\text{Reserves \& Financing Costs} = \text{Lender's Fee} \times \% \text{ Debt} \times (\text{Generation Equipment costs} + \text{Balance of Plant costs} + \text{Interconnection costs} + \text{Development Costs \& Fee costs}) + \text{Other Closing Costs (In Permanent Financing)} + \text{Initial Debt Service Reserve} + \text{Initial O\&M and WC Reserve}$$

همان‌گونه که بیان شد، در صورتیکه گزینه "Complex" انتخاب شود، ورودی‌ها در یک کاربرگ جداگانه با نام "Complex Inputs" وارد می‌شوند. در این کاربرگ هر یک از بخش‌های حالت "Intermediate" دارای جزئیات خواهند بود و کاربر قادر است هزینه‌های سرمایه‌گذاری در بخش‌های مختلف را بر حسب نیاز خود تعریف کند.

با استفاده از گزینه "Click Here for Complex Input Worksheet" در کاربرگ "Inputs"، کاربرگ "Complex Inputs" برای کاربر نمایش داده می‌شود تا اطلاعات پروژه خود را در آن وارد کند.

در جدول "Generation Equipment" موارد زیر فعال خواهند بود که در شکل (۱۰-۱) نمایش داده شده است.

Generation Equipment	\$	% Eligible for ITC	Depreciation Classification
Solar Panels	3,500,000	100%	10-year SL
Transportation/Delivery	100,000	100%	10-year SL
Mounting Hardware	100,000	100%	10-year SL
Installation Labor	200,000	100%	10-year SL
Inverters	100,000	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
<b>Total Generation Equipment Cost</b>	<b>4,000,000</b>	<b>100%</b>	

شکل ۱۰-۱: جدول Generation Equipment در کاربرگ Complex Inputs



- Solar Panels: هزینه‌های مربوط به خرید صفحات خورشیدی برای پروژه مورد نظر در این قسمت به نرم‌افزار وارد می‌شود. در زمان تهیه گزارش‌های پروژه، هزینه خرید پنل بر اساس زمان و برند متفاوت خواهد بود.
  - Customs duty: نشان دهنده عوارض ورودی گمرک در هنگام تحویل بار در بندر است و کاربر می‌تواند اطلاعات مربوط به مباحث گمرکی پروژه خود را در این قسمت وارد کند.<sup>۱</sup>
  - Value added tax: نشان دهنده میزان مالیات بر ارزش افزوده در واردات می‌باشد.<sup>۲</sup>
  - Transportation to Site/Delivery: هزینه‌های حمل و نقل صفحات خورشیدی تا سایت را شامل می‌شود. همچنین ممکن است کاربر هزینه‌های داخلی همراه با هزینه‌های نصب تا مرحله استارت را به طور کلی در این جدول وارد کند.
  - Invertors: هزینه خرید اینورترهای مورد نیاز در پروژه در این قسمت تعریف می‌شود. آیتم‌های ذکر شده در بالا شامل موارد کلی مطرح در هر پروژه در این جدول می‌باشد. بنا به نیازهای خاص هر پروژه ممکن است کاربر بخواهد مواردی به این آیتم‌ها اضافه کند. در نرم‌افزار این امکان فراهم شده است که کاربر تا چهارده مورد امکان اضافه کردن آیتم‌های مورد نظر خود را داشته باشد.
- در جدول "Balance of Plant" موارد زیر فعال خواهند بود که در شکل (۱-۱۱) نشان داده شده است.

Balance of Plant	\$	% Eligible for ITC	Depreciation Classification
Site Survey & Preparation	0	100%	10-year SL
Balance of Facility / Electrical Collection System	250,000	100%	10-year SL
Maintenance Building	0	0%	10-year SL
Access Roads	0	100%	10-year SL
Spare Parts	0	100%	10-year SL
Commissioning	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
Total Balance of Plant Cost	250,000	100%	

شکل ۱-۱۱: جدول Balane of plant در کاربرد Complex Inputs

- Access Roads: میزان هزینه‌های مربوط به ایجاد مسیرهای دسترسی را نشان می‌دهد. این هزینه‌ها بسته به نوع زمین منطقه و چالش‌های محیطی موجود متفاوت خواهد بود.

<sup>۱</sup> مطابق اعلام سایت ساتبا، دارندگان پروانه احداث نیروگاه تجدیدپذیر در صورتی که قطعات و تجهیزات مورد نیاز برای نصب در نیروگاه را از خارج از کشور وارد می‌نمایند می‌توانند از معافیت یا تخفیف حقوق گمرکی استفاده کنند. این درحالیست که طبق بررسی‌های انجام شده، تعرفه گمرک برای عوارض ورودی این تجهیزات حدود ۱۵٪ می‌باشد.

<sup>۲</sup> در ایران مطابق قانون مبلغی معادل ۹٪ قیمت توربین در محل کارخانه بایستی به عنوان مالیات بر ارزش افزوده پرداخته شود.



- Site Preparation & Clearing: هزینه‌های مربوط به آماده سازی سایت در این بخش جدول برای نرم‌افزار تعریف می‌شوند.
  - O&M Building: نشان دهنده هزینه‌های مربوط به احداث ساختمان مخصوص به خدمات بهره‌برداری و نگهداری می‌باشد. کاربر بر اساس نیاز پروژه خود این هزینه را به عنوان ورودی به نرم‌افزار وارد می‌کند.
  - BOS (تجهیزات متعادل کننده): تجهیزات متعادل کننده شامل سیستم نصب و سیم‌کشی هستند تا به واسطه آنها ماژول‌های فتوولتائیک بتوانند در سیستم الکتریکی خانه یا محل دیگر مورد استفاده قرار بگیرند، که خود به دو دسته ساختاری و الکتریکی تقسیم می‌شوند. هزینه مربوط به این سیستم‌ها در این قسمت برای نرم‌افزار تعریف می‌شود.
  - Commissioning: نشان دهنده هزینه‌های مربوط به خدمات نصب و راه‌اندازی سیستم خورشیدی می‌باشد. مانند جدول قبل تعدادی سطر برای آیتم‌هایی که ممکن است توسط کاربر در یک پروژه خاص تعریف شده باشد، در نظر گرفته شده است.
- در جدول "Interconnection" موارد زیر فعال خواهند بود که در شکل (۱-۱۲) ملاحظه می‌شوند.

Interconnection	\$	% Eligible for ITC	Depreciation Classification
<i>Substation</i>	167,000	100%	10-year SL
<i>Transformer</i>	912,000	100%	10-year SL
<i>Metering</i>	0	100%	10-year SL
<i>Utility System Improvements</i>	0	100%	10-year SL
<i>placeholder</i>	0	100%	10-year SL
<i>placeholder</i>	0	100%	10-year SL
<i>placeholder</i>	0	100%	10-year SL
<i>placeholder</i>	0	100%	10-year SL
<i>placeholder</i>	0	100%	10-year SL
<i>placeholder</i>	0	100%	10-year SL
<i>placeholder</i>	0	100%	10-year SL
<i>placeholder</i>	0	100%	10-year SL
<i>placeholder</i>	0	100%	10-year SL
<i>placeholder</i>	0	100%	10-year SL
<i>placeholder</i>	0	100%	10-year SL
<i>placeholder</i>	0	100%	10-year SL
<i>placeholder</i>	0	100%	10-year SL
<i>placeholder</i>	0	100%	10-year SL
<i>placeholder</i>	0	100%	10-year SL
<i>placeholder</i>	0	100%	10-year SL
<i>placeholder</i>	0	100%	10-year SL
<b>Total Interconnection Cost</b>	<b>1,079,000</b>	<b>100%</b>	

شکل ۱-۱۲: جدول Interconnection در کار برگ Complex Inputs

- Transportation Lines: هزینه احداث خطوط انتقال در این قسمت وارد می‌شود.
- Substation: هزینه‌های مربوط به احداث پست برق را نشان می‌دهد. احداث پست وابسته به ظرفیت نیروگاه خورشیدی و محل قرارگیری آن در شبکه متفاوت است (در صورت وجود ظرفیت خالی، ممکن است نیاز به احداث پست نباشد).
- Metering: Net-metering یا Net Energy Metering (NEM) به سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر متصل به شبکه اطلاق می‌شود. در واقع سیستمی که توانایی تزریق برق را به یک واحد مسکونی یا چندین تجهیز الکتریکی و یا به شبکه سراسری برق داراست. تجهیز اضافه چنین سیستمی نسبت به یک سیستم متصل به



شبکه یک کنتور Net-meter است که جریان برق را در دو جهت سیستم به شبکه و شبکه به سیستم اندازه گیری می کند.

- Utility System Improvements: چنانچه سرمایه گذار با هدف به روز رسانی تجهیزات (به عنوان مثال اعمال پوشش‌های خود تمیز شونده با راندمان بالاتر و قیمت کمتر) در طول عمر نیروگاه خورشیدی هزینه‌ایی در نظر بگیرد، در این سلول وارد می‌شود.  
در جدول "Development Costs & Fee" موارد زیر فعال خواهند بود که در شکل (۱-۱۳) نیز قابل مشاهده می‌باشد.

Development Costs & Fee	\$	% Eligible for ITC	Depreciation Classification
Site Selection & Evaluation	4,000	100%	10-year SL
Site Acquisition Cost	0	100%	10-year SL
Permitting	3,000	100%	10-year SL
Engineering/Design	0	100%	10-year SL
Resource Analysis	900	100%	10-year SL
Other Development Costs	3,000	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
Total Development Costs & Fees	10,900	100%	

شکل ۱-۱۳: جدول Development Costs & Fee در کاربرد Complex Inputs

- Solar Potentiometry: هزینه‌های مربوط به پتانسیل‌سنجی تابش خورشید منطقه در این قسمت جدول تعریف می‌شوند. این هزینه‌ها بر حسب موقعیت سایت متفاوت خواهند بود، کاربر عدد مربوط به این بخش را با در نظر گرفتن اطلاعات پروژه و مبلغ ارزیابی شده توسط شرکت‌های متخصص در این زمینه، وارد می‌کند.  
- Feasibility Study: هزینه‌های مربوط به مطالعات امکان‌سنجی احداث نیروگاه خورشیدی در سایت مورد نظر در این قسمت به نرم‌افزار داده می‌شوند. در این مطالعات، تحلیل‌های فنی و اقتصادی بر اساس داده‌های به دست آمده از پتانسیل‌سنجی وضعیت تابش منطقه انجام می‌شود تا شرایط طرح از لحاظ بازدهی فنی و سوددهی به صورت تخمینی مورد ارزیابی قرار گیرد. ظرفیت بهینه نیروگاه قابل احداث در سایت مورد نظر و تصمیمات اجرایی با در نظر گرفتن منافع اقتصادی از جمله مواردی است که در این بررسی‌ها حائز توجه است.

- Environmental Feasibility Study (EIA): هزینه‌های مربوط به آماده‌سازی گزارش توجیهی ارزیابی محیط زیستی در این قسمت به نرم‌افزار وارد می‌شود. همانطور که در گزارش فاز دوم به صورت کاملاً مفصل شرح داده شد در تهیه این گزارش‌ها پیشنهاد می‌گردد با انتخاب افراد متخصص از اتلاف وقت جلوگیری شود. این گزارش‌ها در ادارات کل محیط زیست استان‌ها، در کارگروه کارشناسی ادارات کل محیط زیست متشکل از مدیر کل حفاظت محیط زیست استان (رئیس کارگروه)، معاون محیط زیست انسانی اداره کل (دبیر کارگروه)

- نماینده معاونت محیط طبیعی اداره کل، کارشناس مسئول اداره کل مرتبط با موضوع و مجری طرح (در صورت لزوم صرفاً جهت ارائه توضیحات) مورد بررسی کارشناسی و تصمیم‌گیری قرار می‌گیرد.
  - Land Permitting: هزینه‌های مربوط به مجوز دریافت زمین برای احداث نیروگاه خورشیدی را نشان می‌دهد.
  - Electrical Grid Feasibility Study: نشان دهنده هزینه‌های مربوط به تهیه گزارش توجیهی شبکه برق می‌باشد. ارائه گزارش توجیهی در زمینه اتصال نیروگاه‌های خورشیدی با توجه به محل اتصال به شبکه و چالش‌های موجود در آن نقطه از شبکه است. قیمت می‌تواند برای نیروگاه‌های خورشیدی با توجه به ظرفیت و هزینه سرمایه‌گذاری متفاوت باشد.
  - Construction License: کارمزد پروانه احداث نیروگاه خورشیدی در این بخش وارد می‌شود.
- در جدول "Reserves & Financing Costs" موارد زیر که در شکل (۱-۱۴) نیز نشان داده شده است، فعال خواهند بود:

Reserves & Financing Costs	\$	% Eligible for ITC	Depreciation Classification
Lender Fee	0	0%	10-year SL
Interest During Construction	271,801	0%	10-year SL
Other Equity & Debt Closing Costs	0	0%	10-year SL
Initial Funding of Debt Service & Working Capital/O&M Reserves	376,964	0%	10-year SL
<b>Total Installed Cost</b>	<b>648,765</b>	<b>0%</b>	

شکل ۱-۱۴: جدول Reserves & Financing Costs در کاربرد Complex Inputs

- Lender Fee: مبلغی از وام که وام دهنده به عنوان هزینه وام دریافت می‌کند. این رقم توسط نرم‌افزار و با استفاده از اطلاعات وارد شده در جدول "Permanent Financing" در کاربرد "Inputs" محاسبه می‌شود. این هزینه در حالتی که گزینه "Complex" در جدول "Capital Costs" انتخاب شده باشد، در کاربرد "Complex Inputs" و از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{Lender Fee Cost} = \text{Lender's Fee} \times \% \text{ Debt} \times (\text{Total Generation Equipment costs} + \text{Total Balance of Plant costs} + \text{Total Interconnection costs} + \text{Total Development Costs \& Fee costs})$$

- Interest During Construction: هزینه سرمایه‌گذاری شده در طول دوره ساخت نیروگاه خورشیدی، دارای ارزش می‌باشد. مبلغ سود هزینه سرمایه‌گذاری در طول دوره ساخت در حالتی که گزینه "Complex" در جدول "Capital Costs" انتخاب شده باشد، در کاربرد "Complex Inputs" و از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{Interest During Construction} = (\text{Total Generation Equipment costs} + \text{Total Balance of Plant costs} + \text{Total Interconnection costs} + \text{Total Development Costs \& Fee costs}) \times (\text{Interest Rate (Annual)}/12) \times (\text{Construction Period}/2)$$



- Other Equity & Debt Closing Costs: شامل سایر هزینه‌هایی است که سرمایه‌گذار برای دریافت وام و یا فراهم کردن شرایط سرمایه‌گذاری خصوصی انجام می‌دهد. در این بخش، نرم‌افزار از اطلاعات جدول "Permanent Financing" در کاربرگ "Inputs" استفاده می‌کند.
- Initial Funding of Debt Service & Working Capital/O&M Reserves: در اینجا نیز، نرم‌افزار از اطلاعات جدول "Initial Funding of Reserve Accounts" در کاربرگ "Inputs" استفاده می‌کند. این هزینه شامل مجموع مبلغ رزرو مورد نیاز برای پرداخت وام و مبلغ رزرو مورد نیاز برای خدمات تعمیر و نگهداری می‌باشد.

$$\text{Initial Funding of Debt Service \& Working Capital/O\&M Reserves} = \text{Initial Debt Service Reserve} + \text{Initial O\&M and WC Reserve}$$

در کاربرگ "Complex Inputs"، هزینه‌های کلی سرمایه‌گذاری در بخش‌های مختلف و اطلاعات مربوط به شرایط استهلاک برای هر بخش در جدول "Total Project Costs" که در شکل (۱-۱۵) آورده شده، نمایش داده شده است، محاسبه می‌شود.

Total Project Costs		
Cost Category	\$	\$ Eligible for ITC
Generation Equipment	4,000,000	4,000,000
Balance of Plant	250,000	250,000
Interconnection	1,079,000	1,079,000
Development Costs & Fee	10,900	10,900
Reserves & Financing Costs	648,765	0
<b>Total Installed Cost</b>	<b>5,988,665</b>	<b>5,339,900</b>

شکل ۱-۱۵: جدول Total Project Costs در کاربرگ Complex Inputs

Depreciation Allocation					
Cost Category	5-year SL	10-year SL	15-year SL	20-year SL	Non-Depreciable
Generation Equipment	0	4,000,000	0	0	0
Balance of Plant	0	250,000	0	0	0
Interconnection	0	1,079,000	0	0	0
Development Costs & Fee	0	10,900	0	0	0
Reserves & Financing Costs	0	648,765	0	0	0
	<b>0</b>	<b>5,988,665</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

شکل ۱-۱۶: جدول Depreciation Allocation در کاربرگ Complex Inputs

هزینه‌های مربوط به استهلاک که در شکل (۱-۱۶) نشان داده شده است، از اطلاعات وارد شده در ستون "Depreciation Classification" که در تمام جداول بالا وجود دارد محاسبه می‌شود. کاربر در این قسمت برای تجهیزات و خدمات عمر مفید تعیین می‌کند، که در محاسبات مالی در بخش مربوط به محاسبات مالیات استهلاک مورد

استفاده قرار خواهد گرفت. تمامی اعداد موجود در جدول "Total Project Costs" از جمع هزینه‌های وارد شده در جداول مختلف قسمت‌های قبل محاسبه شده است و کاربر در این بخش ورودی به نرم‌افزار وارد نمی‌کند. در انتهای کاربرگ "Complex Inputs" در یک جدول اعداد که در شکل (۱-۱۷) نشان داده شده است، تعرفه خرید برق به صورت سالانه توسط کاربر وارد می‌شود. این گزینه در شرایطی اتفاق می‌افتد که عمر نیروگاه خورشیدی از مدت زمان خرید تضمینی برق بیشتر باشد و یا به هر دلیلی از یک سال مشخص قیمت برق تولیدی تغییر نماید، این جدول برای محاسبه درآمد پروژه بر مبنای بازار آینده تا پایان عمر پروژه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این بخش این امکان برای کاربر فراهم شده که رقم فروش برق تولیدی نیروگاه خورشیدی در بازار آزاد را بر حسب واحد پولی موردنظر کاربر بر کیلو وات ساعت برای نرم‌افزار تعریف کند. در توضیحات مربوط به جدول "Forecasted Adjusted or Market Value" شرایط استفاده از این جدول به طور کامل توضیح داده می‌شود.

Project Year	Bundled* Forecasted Adjusted or Market Value of Production (\$/kWh)
1	0.08
2	0.08
3	0.08
4	0.08
5	0.08
6	0.08
7	0.08
8	0.08
9	0.08
10	0.08
11	0.08
12	0.08
13	0.08
14	0.08
15	0.08
16	0.08
17	0.08
18	0.08
19	0.08
20	0.08
21	0.08
22	0.08
23	0.08
24	0.08
25	0.08
26	0.08
27	0.08
28	0.08
29	0.08
30	0.08

\* Includes energy, capacity &

شکل ۱-۱۷: تعرفه سالانه برق در بازار آزاد و یا تعرفه تعدیل شده مورد نظر کاربر



### ۱-۳-۳ - هزینه عملیاتی و نگهداری (Operations & Maintenance)

در جدول "Operations & Maintenance"، هزینه‌های عملیاتی طرح در طول سال‌های بهره‌برداری تعریف می‌شود. این هزینه‌ها شامل هزینه‌های تعمیر و نگهداری، بیمه، مدیریت پروژه و سایر هزینه‌های ممکن می‌باشد.

- Select Cost Level of Detail: مشابه بخش قبلی مدل به کاربر اجازه می‌دهد هزینه‌های مربوط به بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری طرح را در دو سطح مختلف از لحاظ میزان تعریف جزئیات (Simple و Intermediate) وارد کند. در صورتیکه کاربر هر یک از گزینه‌های "simple" و یا "Intermediate" را انتخاب کند، پنج مورد اول فعال خواهند بود که در شکل (۱-۱۸) مشاهده می‌شوند.

Operations & Maintenance	Units	Input Value		
Select Cost Level of Detail		Simple	?	?
Fixed O&M Expense, Yr 1	\$/kW-yr dc	0.00	?	?
Variable O&M Expense, Yr 1	\$/kWh	0.004	?	?
O&M Cost Inflation, initial period	%	0.0%	?	?
Initial Period ends last day of:	year	0	?	?
O&M Cost Inflation, thereafter	%	0.0%	?	?
			?	?
			?	?
			?	?
			?	?
			?	?
			?	?
			?	?
			?	?
			?	?

شکل ۱-۱۸: جدول Operations & Maintenance در حالت Simple

- Fixed O&M Expense, Yr 1: اگر در منوی بالا گزینه "Simple" انتخاب شده است، این پارامتر نشان دهنده کل هزینه‌های ثابت مورد انتظار در بهره‌برداری و نگهداری پروژه در سال اول بهره‌برداری و بر حسب واحد پولی مورد نظر کاربر بر کیلووات dc می‌باشد. این هزینه‌ها شامل بیمه، مدیریت پروژه، اجاره زمین و پرداخت عوارض و حق امتیازها است که در گزینه "Intermediate" به تفصیل آورده شده است. محاسبات مربوط به هزینه‌های ثابت نگهداری برای سال‌های بعدی بهره‌برداری با استفاده از نرخ رشد تعریف شده برای هزینه‌های عملیاتی و نگهداری انجام می‌شود. در حالت انتخاب گزینه "Simple"، کاربر موظف است در نظر داشته باشد کدام یک از هزینه‌ها در تخمین هزینه کلی ثابت بهره‌برداری و نگهداری لحاظ شده است. در صورتیکه کاربر مطمئن نباشد تمام موارد لیست بالا در تخمین هزینه در نظر گرفته شده است، می‌تواند از گزینه "Intermediate" استفاده کند و پارامترها را به صورت جداگانه برای مدل تعریف نماید. مطابق آنچه از داده‌های تجربی به دست آمده است، میزان هزینه ثابت سالانه بر اساس نوع سیستم خورشیدی (خانگی-تجاری-شبکه) متفاوت خواهد بود.

(ورودی بایستی مقدار بزرگتر از صفر داشته باشد.)

Variable O&M Expense, Yr 1: در این قسمت امکان تعریف هزینه‌های متغیر در طول بهره‌برداری مانند هزینه‌های تعمیر و نگهداری در سال اول پیش بینی شده، حق الزحمه کارگران و هزینه قطعات یدکی بر حسب واحد پولی موردنظر کاربر بر کیلووات ساعت کارکرد تجهیزات فراهم شده است. (این پارامتر نمی‌تواند مقدار کمتر از صفر داشته باشد).

O&M Cost Inflation, initial period: در نرم‌افزار پارامتری به نام نرخ رشد در نظر گرفته شده است، می‌توان این گزینه را با هدف لحاظ کردن تغییرات قیمت در محاسبات مالی توجیح نمود. در واقع هزینه‌های تعمیر و نگهداری برای سال اول در نرم‌افزار وارد می‌شوند و به طور قطع در سال‌های آینده عمر نیروگاه خورشیدی بر اثر فرسودگی نیروگاه یا شرایط اقتصادی مانند تورم تغییر خواهند کرد، این قابلیت مدل در مورد طرح‌هایی که هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری در سال‌های اولیه در قرارداد تعیین می‌شود و یا طرح‌هایی که هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری آنها در سال‌های اولیه قابل پیش‌بینی نیست، اما بعد از آن می‌توان این هزینه‌ها را تخمین زد، بسیار تاثیرگذار خواهد بود. کلیه هزینه‌های ثابت و متغیر، بیمه و هزینه‌های مدیریت پروژه در صورت کاربرد، شامل این افزایش قیمت در طول سال‌های عمر نیروگاه خواهند بود.

در نرم‌افزار به کاربر این امکان داده شده است که نرخ رشد و مدت زمان مشخص برای اعمال این نرخ را تعریف کند. به دلیل امکان وجود تغییرات گسترده در طول سال‌های عمر نیروگاه خورشیدی، نرم‌افزار قابلیت تعریف دو نرخ رشد در بازه‌های متفاوت را برای کاربر ایجاد کرده است، تا بدین ترتیب شرایط بالا بردن دقت محاسبات مالی طرح وجود داشته باشد.

Initial Period ends last day of: پیشتر بیان گردید که کاربر امکان مشخص کردن دو نرخ رشد برای سال‌های بهره‌برداری از نیروگاه خورشیدی را دارا می‌باشد. در این قسمت سال آخر اعمال اولین نرخ رشد هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری توسط کاربر تعیین می‌شود. (ورودی باید مقدار بزرگتر از صفر داشته باشد).

O&M Cost Inflation, thereafter: در این قسمت نرخ رشد هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری در ادامه سال‌های باقیمانده از عمر مفید پروژه تعریف می‌شود. (ورودی باید مقدار بزرگتر از صفر داشته باشد).

در صورتیکه کاربر برای تعریف هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری در نرم‌افزار از گزینه "Intermediate" استفاده

کند، علاوه بر موارد بالا، موارد موجود در شکل (۱-۱۹) نیز فعال خواهند شد:



Operations & Maintenance	Units	Input Value		
Select Cost Level of Detail		Intermediate	?	?
Fixed O&M Expense, Yr 1	\$/kW-yr dc	15.40	?	?
Variable O&M Expense, Yr 1	\$/kWh	0.000	?	?
O&M Cost Inflation, initial period	%	9.5%	?	?
Initial Period ends last day of:	year	10	?	?
O&M Cost Inflation, thereafter	%	9.5%	?	?
Insurance, Yr 1 (% of Total Cost)	%	0.1%	?	?
Insurance, Yr 1 (\$) (Provided for reference)	\$	28,000	?	?
Project Management Yr 1	\$/yr	0	?	?
Power consumption, Yr1 (or other same Consumptions	\$/yr	0	?	?
Consumption (or Tariff) Rate	%	0.0%	?	?
Land Lease Yr1	\$/yr	0	?	?
Operation Royalties Yr1	\$/yr	0	?	?
Royalties Rate	%	0.00%	?	?

شکل ۱-۱۹: جدول Operations & Maintenance در حالت Intermediate

Insurance, Yr 1 (% of Total Cost): پروژه‌ها بایستی در برابر خطرات احتمالی توسط صاحبان نیروگاه‌های خورشیدی بیمه شوند. هزینه تخمینی بیمه در سال اول بهره‌برداری به صورت درصدی از هزینه‌های سرمایه‌گذاری طرح در نظر گرفته می‌شود. در این قسمت کاربر درصد بیمه مناسب را برای نرم‌افزار تعریف می‌کند. ورودی باید بزرگتر از صفر تعریف شود.

Insurance, Yr 1: در این قسمت هزینه بیمه برای سال اول بر اساس پارامتر تعریف شده در بالا و هزینه‌های کلی سرمایه‌گذاری محاسبه می‌شود.

$$\text{Insurance, Yr 1} = \text{Insurance, Yr 1 (\% of Total Cost)} \times \text{Total Initial Costs}$$

Project Management Yr 1: هزینه‌های مدیریت پروژه شامل هزینه‌های مربوط به برنامه ریزی و مدیریت کارکنان و ارائه گزارش‌های منظم به کاربران سیستم و سیاست‌گذاران در سال اول بهره‌برداری در این قسمت بر حسب واحد پولی مورد نظر کاربر به نرم‌افزار داده می‌شود. هرگونه اطلاعات هزینه‌ای مشابه می‌تواند در این قسمت برای نرم‌افزار تعریف شود. (ورودی نمی‌تواند مقدار کمتر از صفر داشته باشد).

Power consumption, Yr1 (or other same Consumptions): در این سلول هزینه خرید برق صنعتی بر حسب میزان برق صنعتی مورد نیاز نیروگاه در سال اول بهره‌برداری برای نرم‌افزار تعریف می‌شود. نیروگاه‌های خورشیدی برق مورد نیاز خود را به صورت مستقل و خود اتکا تامین می‌کنند.

Consumption (or Tariff) Rate: در این قسمت میزان درصد افزایش نرخ خرید برق صنعتی به صورت سالانه توسط کاربر تعیین می‌شود.



- Land Lease, Yr1: این سلول به هزینه‌های مربوط به پرداختی ثابت به عنوان اجاره‌بها به مالکان زمینی که پروژه در آن احداث شده است، دلالت دارد. که بر حسب واحد پولی مورد نظر کاربر، در سال اول بهره‌برداری منظور می‌گردد. هرگونه اطلاعات هزینه‌ای مشابه می‌تواند در این قسمت برای نرم‌افزار تعریف شود.
- Operation Royalties, Yr1: این سلول به نوعی به هزینه‌های مستمر بهره‌برداری از نیروگاه خورشیدی در سال اول بهره‌برداری بر می‌گردد که می‌تواند نرخ رشد نیز داشته باشد. به عنوان مثال هزینه مورد نیاز برای کسب حق الامتیاز پروانه بهره‌برداری از نیروگاه را به صورت سالانه نشان می‌دهد<sup>۱</sup>. در این جایگاه هرگونه هزینه مشابهی که از نظر سرمایه‌گذار حائز اهمیت است می‌تواند وارد شود.
- Other Costs: هرگونه هزینه دیگری در بهره‌برداری که قبلاً وارد نشده می‌تواند در این قسمت وارد شود<sup>۲</sup>.

### ۴-۳-۱- تامین مالی دوره ساخت - کلیات شرایط (Construction Financing)

در جدول "Construction Financing"، اطلاعات مربوط به دوره ساخت نیروگاه خورشیدی وارد می‌شود. این اطلاعات شامل مدت زمان ساخت و نرخ سود در نظر گرفته شده برای این دوره می‌باشد. با استفاده از این اطلاعات سود آورده سرمایه‌گذار و مبلغ وام در این دوره محاسبه می‌شود. در شکل (۱-۲۰) جدول مربوط نشان داده شده است.

Construction Financing	Units	Input Value		
Construction Period	months	12	?	?
Interest Rate (Annual)	%	10.18%	?	?
Interest During Construction	\$	271,801	?	?

شکل ۱-۲۰: جدول Construction Financing

- Construction Period: تعداد ماه‌ها از زمان شروع ساخت تا بهره‌برداری را نشان می‌دهد<sup>۳</sup>. (ورودی نمی‌تواند کوچکتر از صفر باشد.)
- Interest Rate (Annual): بیانگر نرخ سود دوره ساخت بر اساس میانگین وزنی نرخ وام و آورده سرمایه‌گذار است. می‌توان تشریح کرد که با در نظر گرفتن این نکته که هزینه سرمایه‌گذاری شده در مدت ساخت تا بهره‌برداری نیروگاه دارای ارزش است، در نرم‌افزار قابلیت ایجاد شده است که کاربر میزان سود مورد نظر خود را تعیین کند. بهتر است این پارامتر برابر میانگین وزنی هزینه‌های سرمایه‌ای (WACC) که در ادامه در جدول "Permanent Financing" محاسبه می‌شود، انتخاب شود. میزان مبلغ محاسبه شده ناشی از سود سرمایه در دوره ساخت، به عنوان یک پارامتر در هزینه‌های سرمایه‌گذاری در نظر گرفته می‌شود. (ورودی باید بزرگتر از صفر باشد.)

<sup>۱</sup> مطابق مصوبه ۱۰۰/۲۰/۲۱۲۶۱/۹۶ وزیر نیرو، مبلغ حق الامتیاز پروانه بهره‌برداری از نیروگاه خورشیدی در سال ۱۳۹۶ سالانه معادل ده هزار ریال بر کیلووات تعیین شده است.

<sup>۲</sup> مطابق مصوبه ۱۰۰/۲۰/۲۱۲۶۱/۹۶ وزیر نیرو، برای سنوات آتی سالانه ۱۵ درصد به نرخ تعیین شده در مصوبه اضافه می‌شود.

<sup>۳</sup> مطابق قوانین ساتبا، نیروگاه‌های خورشیدی باید حداکثر تا ۲۴ ماه از زمان ابلاغ قرارداد به بهره‌برداری تجاری برسند.



- Interest During Construction: در این قسمت نرم‌افزار مقدار سود مبلغ سرمایه‌گذاری را در طول دوره ساخت و با در نظر گرفتن درصد سود تعریف شده محاسبه می‌کند. فرمول محاسبه سود در زیر آورده شده است:

$$\text{Interest During Construction} = ((\text{Total}) \text{ Generation Equipment Cost} + (\text{Total}) \text{ Balance of Plant Cost} + (\text{Total}) \text{ Interconnection Cost} + (\text{Total}) \text{ Development Costs \& Fees}) \times (\text{Interest Rate (Annual)}/12) \times (\text{Construction Period}/2)$$

به جای آنکه کاربر موظف باشد برنامه دقیق و جزئی ساخت را برای مدل تعریف کند، در این محاسبات با ساده‌سازی فرض شده است که هزینه‌های کلی پروژه در بخش‌های مساوی در هر ماه از طول دوره ساخت به مصرف می‌رسد. مبلغ سود دوره ساخت با استفاده از هزینه‌های سرمایه‌گذاری پروژه و با فرض اینکه هر گونه امتیاز و گزنت بعد از سرمایه‌گذاری در ساخت جمع‌آوری می‌شود، محاسبه می‌گردد. این جدول تنها در زمان انتخاب گزینه‌های "Complex" و "Intermediate" در جدول هزینه‌های سرمایه‌گذاری فعال است و در زمان انتخاب گزینه "Simple" کلیه هزینه‌ها در یک ورودی محاسبه و به مدل داده می‌شوند.

#### ۱-۳-۵ - شرایط تامین مالی پروژه - جزئیات شرایط مالی (Permanent Financing)

ساختار کلی وام و یا تسهیلاتی که در پروژه مورد استفاده قرار می‌گیرند، مطابق شکل (۱-۲۱) در جدول "Permanent Financing" مشخص می‌شود. در این مدل برای وام و یا تسهیلات تنها یک منبع در نظر گرفته شده است. درصد وام<sup>۱</sup>، مدت زمان بازپرداخت<sup>۲</sup>، نرخ بهره<sup>۳</sup> و هزینه‌های وام<sup>۴</sup> به عنوان ورودی به مدل داده می‌شود. از این اطلاعات در قسمت محاسبات تامین مالی و به دست آوردن جریان مالی پروژه استفاده می‌شود. تسهیلات قابل استفاده در بخش احداث نیروگاه‌های تجدید پذیر در فاز دوم گزارش به طور مفصل مورد ارزیابی قرار گرفته است. بنابر نیاز و شرایط سرمایه‌گذار هریک از این تسهیلات می‌توانند به عنوان منبع تامین مالی برای پروژه مورد استفاده قرار گیرند. در این حالت کاربر پس از انتخاب تسهیلات مورد نظر خود، اطلاعات و شرایط آن را در مدل تعریف می‌کند.

<sup>۱</sup> % Debt (% of hard costs)

<sup>۲</sup> Debt Term

<sup>۳</sup> Interest Rate on Term Debt

<sup>۴</sup> Lender's Fee (% of total borrowing)

Permanent Financing	Units	Input Value		
% Debt (% of hard costs) (mortgage-style amort.)	%	80%	?	?
Debt Term	years	9	?	?
Interest Rate on Term Debt	%	8.00%	?	?
Lender's Fee (% of total borrowing)	%	0.0%	?	?
Required Minimum Annual DSCR		1.20	?	?
Actual Minimum DSCR, occurs in →	Year 9	1.41	?	?
Minimum DSCR Check Cell (If "Fail," read note ==>)	Pass/Fail	Pass	?	?
Required Average DSCR		1.45	?	?
Actual Average DSCR		1.41	?	?
Average DSCR Check Cell (If "Fail," read note ==>)	Pass/Fail	Fail	?	?
% Equity (% hard costs) (soft costs also equity funded)	%	20%	?	?
Target After-Tax Equity IRR	%	20.00%	?	?
Weighted Average Cost of Capital (WACC)	%	10.04%	?	?
Other Closing Costs	\$	0	?	?

شکل ۱-۲۱: جدول Permanent Financing

- Debt %: این سلول میزان وام را بر حسب درصدی از هزینه‌های سرمایه‌گذاری مشخص می‌کند.
- Debt Term: تعداد سال‌های بازپرداخت وام را نشان می‌دهد. در صورتیکه پروژه از وام استفاده می‌کند، این مقدار بایستی بزرگتر از صفر و کوچکتر یا مساوی طول قرارداد خرید تضمینی برق تعریف شود.
- Interest Rate on Term Debt: سود وام مورد استفاده در پروژه در این قسمت وارد می‌شود. (این ورودی نمی‌تواند مقدار کمتر از صفر داشته باشد.)
- Lender's Fee (% of total borrowing): مبلغی که وام‌دهنده به عنوان هزینه وام دریافت می‌کند و به صورت درصدی از میزان مبلغ وام بیان می‌شود. این مقدار معمولاً بین ۱ تا ۴ درصد متغیر است. (این ورودی نمی‌تواند مقدار کمتر از صفر داشته باشد.)
- Required Minimum Annual DSCR: پارامتر DSCR (Debt Service Coverage Ratio) بیانگر قیدی برای تضمین بازپرداخت‌های سرمایه‌گذار است و به صورت سالانه از تقسیم کردن درآمد سالانه بر میزان بازپرداخت وام (اصل و سود) محاسبه می‌شود. مالکان نیروگاه‌های خورشیدی می‌توانند از این پارامتر برای بررسی توانایی بازپرداخت وام به صورت سالانه استفاده کنند. میانگین DSCR در طول مدت وام برای بخش‌های خصوصی و پروژه‌های سرمایه‌گذاری تجاری معمولاً در بازه ۱/۲ تا ۱/۵ قرار می‌گیرد. مینیمم DSCR سالانه به شرایط مخصوص هر وام و تخمین تولید بستگی دارد، اما به صورت حدودی می‌توان گفت در بازه ۱/۱ تا ۱/۳ برای صاحب نظران اقتصادی منطقی خواهد بود. (این ورودی باید مقدار بزرگتر از یک داشته باشد.)
- Actual Minimum DSCR: از بین پارامترهای DSCR که سالیانه محاسبه شده است، کم‌ترین مقدار انتخاب و در این قسمت نشان داده می‌شود، تا با میزان مینیمم تعریف شده در بالا مقایسه شود.



- Minimum DSCR Check Cell: در این قسمت چک می‌شود که میزان DSCR برای هر سال بهره‌برداری از میزان مینیمم تعریف شده توسط کاربر تجاوز نکند. در صورتی که "Fail" نشان داده شود، کاربر بایستی یکی از روش‌های زیر را برای حل مشکل انتخاب کند.

۱ - کاهش میزان وام پروژه

۲ - افزایش نرخ خرید تضمینی برق به منظور تولید درآمد بیشتر

این دو گزینه دارای احتمال پایین‌تری هستند:

۳ - افزایش مدت زمان بازپرداخت وام

۴ - کاهش سود وام

- Required Average DSCR: همان‌گونه که در قسمت "Required Minimum Annual DSCR" بیان شد، پارامتر DSCR به منظور ارزیابی توانایی بازپرداخت وام توسط طرح محاسبه می‌شود. میانگین DSCR در طول مدت وام برای بخش‌های خصوصی و پروژه‌های سرمایه‌گذاری تجاری معمولاً در بازه ۱/۲ تا ۱/۵ قرار می‌گیرد.

- Average DSCR Check Cell: مانند قسمت قبل در صورتیکه میانگین DSCR محاسبه شده برای سال - های بهره‌برداری نیروگاه از میزان تعیین شده در قسمت قبل بیشتر باشد، در این قسمت گزینه "Pass" نشان داده می‌شود.

- Equity %: بخشی از هزینه سرمایه‌گذاری پروژه که باید توسط آورده سرمایه‌گذار تامین شود در این قسمت محاسبه می‌شود. نیازی به وارد کردن عدد توسط کاربر نیست و برای محاسبه، میزان درصد وام از صد درصد کل کسر می‌شود.

- Target After-Tax Equity IRR: این پارامتر نشان دهنده مینیمم نرخ بازگشت سرمایه‌ای است که سرمایه - گذار انتظار دارد در مقایسه با سایر سرمایه‌گذاری‌های ممکن به دست آورد.

- Weighted Average Cost of Capital (WACC): میانگین وزنی هزینه‌های سرمایه‌ای (WACC)، حداقل بازگشت سرمایه برای دارای‌های موجود یک طرح را نشان می‌دهد که بر مبنای جلب رضایت بستانکاران، صاحبان و سرمایه‌گذاران طرح تعیین می‌شود. هزینه‌های یک طرح ممکن است از منابع مالی متفاوتی تامین شوند. WACC با در نظر گرفتن ارزش نسبی هریک از بخش‌های سرمایه‌گذاری محاسبه می‌شود. این پارامتر از ترکیب میزان وام و آورده سرمایه‌گذار بعد از کسر هزینه‌های مالیات به نسبت استفاده، از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$WACC = (Target\ After\ Tax\ Equity\ IRR \times Equity\ Percentage) + (Senior\ Debt\ Percentage \times Interest\ Rate\ on\ Term\ Debt \times (1 - Income\ Tax\ Rate))$$

- Other Closing Costs: شامل سایر هزینه‌هایی است که سرمایه‌گذار برای دریافت وام و یا فراهم کردن شرایط سرمایه‌گذاری خصوصی انجام می‌دهد و در گزینه‌های بالا در نظر گرفته نشده است.

**۱-۳-۶- خلاصه وضعیت تامین مالی (Summary of Sources of Funding for Total Installed Cost)**

میزان وام و آورده سرمایه‌گذار و درصد آن‌ها از سرمایه‌گذاری کلی در نرم‌افزار در قالب جدولی محاسبه می‌شود. این اطلاعات در شکل (۲-۱۸) نشان داده شده است. در صورت وارد کردن سود دوره ساخت و مبالغ رزرو برای طرح، درصد محاسبه شده برای وام و آورده سرمایه‌گذار با آنچه در جدول "Permanent Financing" توسط کاربر وارد شده متفاوت خواهد بود. در نرم‌افزار مبالغ رزرو و سود دوره ساخت در محاسبات هزینه‌های سرمایه‌گذاری در نظر گرفته می‌شود. این در حالیست که در محاسبه مبلغ وام، درصد وام شامل هزینه‌های سرمایه‌گذاری طرح با کسر این مبالغ می‌باشد و این مبالغ باید به طور مستقیم از آورده سرمایه‌گذار تامین شوند. به همین دلیل در درصدهای محاسبه شده در این جدول و درصدهای وارد شده در جدول "Permanent Financing" تفاوت وجود خواهد داشت.

Summary of Sources of Funding for Total Installed Cost				
Senior Debt (funds portion of hard costs)	71%	4,271,920	?	?
Equity (funds balance of hard costs + all soft costs)	29%	1,730,095	?	?
Total Value of Grants (excl. pmt in lieu of ITC, if applicable)	0%	0	?	?
<b>Total Installed Cost</b>	<b>\$</b>	<b>6,002,015</b>	<b>?</b>	<b>?</b>

شکل ۱-۲۲: جدول Summary of Sources of Funding for Total Installed Costs

- Senior Debt (funds portion of hard costs): در این قسمت میزان مبلغ وام طرح نشان داده می‌شود. عدد مربوط از محاسبات انجام شده در کاربرد "Cash Flow" و قسمت "Size of Debt" به دست می‌آید. همچنین از تقسیم این عدد بر میزان هزینه کلی نصب که در سلول G70 محاسبه می‌شود، درصد وام از هزینه کلی تعیین می‌شود.
- Equity (funds balance of hard costs + all soft costs): در این قسمت کل آورده سرمایه‌گذار بدون در نظر گرفتن گرت بیان می‌شود. عدد مربوط از محاسبات انجام شده در کاربرد "Cash Flow" و قسمت "Equity Investment" به دست آورده می‌شود. همان‌گونه که بیان شد از تقسیم این عدد بر میزان هزینه کلی نصب که در سلول G70 محاسبه می‌شود، درصد آورده سرمایه‌گذار از هزینه کلی تعیین می‌شود.
- Total Value of Grants: در این قسمت کلیه امتیازها و کمک هزینه‌هایی که ممکن است به طرح تعلق گیرد، مشخص می‌شود.
- Total Installed Cost: برابر مجموع هزینه‌های کلی حاصل از آورده سرمایه‌گذار، وام، کمک هزینه‌ها و امتیازها می‌باشد. به عبارتی هزینه کلی نصب پروژه را نشان می‌دهد.

**۱-۳-۷- مالیات، شرایط و معافیت‌های مربوط به آن (Tax)**

در جدول "Tax" شرایط مربوط به مالیات شامل مالیات بر درآمد و استهلاک مطابق شکل (۱-۲۳) وارد می‌شود.



Tax	Units	Input Value		
Is owner a taxable entity?		Yes	?	?
Income Tax Rate	%	25.0%	?	?
Select Method of Depreciation calculation		Streight Line	?	?
Depreciation Allocation		see table ==>	?	?

شکل ۱-۲۳: جدول Tax

- Is owner a taxable entity? نشان می‌دهد پروژه شامل مالیات یا معاف از مالیات است.
- Income Tax Rate: میزان مالیات بر درآمد را مشخص می‌کند.<sup>۱</sup>
- Select Method of Depreciation calculation: روش محاسبه استهلاک را مشخص می‌کند. بر اساس ماده ۱۵۰ قانون مالیات‌های مستقیم محاسبه استهلاک به دو روش نزولی و خط مستقیم معرفی شده است و برای این نیروگاهها روش خط مستقیم می‌باشد.<sup>۲</sup>
- Depreciation Allocation: در این قسمت کاربر به جدول "Depreciation Allocation of Costs" ارجاع داده می‌شود تا درصدی از هزینه‌های سرمایه‌گذاری که در سال‌های تعریف شده مستهلک می‌شوند را مشخص کند.<sup>۳</sup>

### ۱-۳-۸ - ساختار و شرایط خرید تضمینی برق (Cost-Based Tariff Rate Structure)

در جدول "Cost-Based Tariff Rate Structure"، شرایط مربوط به خرید برق تضمینی از کاربر گرفته می‌شود. مدت زمان خرید برق، درصدی از تعرفه که شامل افزایش سالانه می‌شود و نرخ افزایش سالانه مواردی هستند که باید به عنوان ورودی به مدل داده شود. در شکل (۱-۲۴) اطلاعات این جدول نمایش داده شده است. در ایران

<sup>۱</sup> نیروگاه‌ها شامل ماده ۱۰۵ قانون مالیات‌های مستقیم می‌شوند.

ماده ۱۰۵ قانون مالیات‌های مستقیم: جمع درآمد شرکت‌ها و درآمد ناشی از فعالیت‌های انتفاعی سایر اشخاص حقوقی که از منابع مختلف در ایران یا خارج از ایران تحصیل می‌شود، پس از وضع زیان‌های حاصل از منابع غیرمعاف و کسر معافیت‌های مقرر به استثنای مواردی که طبق مقررات این قانون دارای نرخ جداگانه‌ای می‌باشد، مشمول مالیات به نرخ بیست و پنج درصد (۲۵٪) خواهند بود.

<sup>۲</sup> روش خط مستقیم یا اقساط مساوی استهلاک: در این روش میزان هزینه استهلاک در طی عمر مفید یکسان و ثابت است و این روش بر این فرض استوار است که با گذشت زمان از ارزش دارایی به صورت یکسان کاسته می‌شود. هزینه‌های استهلاک در این روش از فرمول زیر قابل محاسبه می‌باشد:

عمر مفید (سال) / (بهای تمام شده - ارزش اسقاط) = هزینه استهلاک هر دوره  
روش نزولی استهلاک: در این روش فرض بر این است که هزینه استهلاک سال‌های اول بیشتر از سال‌های بعد می‌باشد و به عبارت دیگر هر سال که از عمر دارایی می‌گذرد هزینه استهلاک آن نسبت به سال‌های قبل کاهش می‌یابد و توجه به این شکل است که کارایی دارایی نو بیش از کهنه است و در سال‌های اول بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. هزینه‌های استهلاک از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

نرخ استهلاک × (استهلاک انباشته تا دوره محاسبه - بهای تمام شده) = هزینه استهلاک هر دوره  
<sup>۳</sup> بر اساس قانون مالیات‌های مستقیم دارایی ثابت بر اثر استفاده یا گذشت زمان قابل استهلاک است. در این قانون ماخذ استهلاک قیمت تمام شده دارایی می‌باشد و استهلاک از تاریخی محاسبه می‌شود که دارایی قابل استهلاک آماده برای بهره‌برداری در اختیار موسسه قرار می‌گیرد. نرخ و یا مدت زمان استهلاک برای هر تجهیز از جدول استهلاک دارایی‌های ثابت استخراج می‌شود.

شرایط خرید برق تضمینی برای پروژه‌های تجدید پذیر توسط ساتبا تعیین می‌شود، بنابراین برای ثبت اطلاعات این جدول می‌توان از اطلاعات روز سایت ساتبا استفاده کرد.

Cost-Based Tariff Rate Structure	Units	Input Value		
Payment Duration for Cost-Based Tariff	years	20	?	?
% of Year-One Tariff Rate Escalated	%	0.0%	?	?
Cost-Based Tariff Escalation Rate	%	0.0%	?	?

شکل ۱-۲۴: جدول Cost-Based Tariff Rate Structure

- Payment Duration for Cost-Based Tariff: مدت زمان قرارداد خرید تضمینی برق را نشان می‌دهد<sup>۱</sup>.
- % of Year-One Tariff Rate Escalated: نشان دهنده درصدی از تعرفه است که شامل افزایش سالانه می‌شود. برای در نظر گرفتن عدم قطعیت‌ها و احتمالات، در نرم‌افزار برای بخشی و یا تمام تعرفه خرید برق نرخ افزایش لحاظ می‌شود که با تورم در نظر گرفته شده در قسمت‌های قبل مانند قسمت تعمیر و نگهداری متفاوت است خواهد بود.
- عدد ورودی بایستی بین ۰ تا ۱۰۰ درصد قرار داشته باشد.
- Cost-Based Tariff Escalation Rate: درصد افزایش سالانه تعرفه برق را مشخص می‌کند.

### ۱-۳-۹ - قیمت پیش‌بینی شده تعدیل شده یا بازار فروش برق (Forecasted Adjusted or Market Value)

در مدل شرایطی پیش‌بینی شده است که در صورتیکه طول قرارداد فروش برق نیروگاه خورشیدی به صورت تضمینی از طول عمر مفید تعریف شده برای نیروگاه کمتر باشد و یا به هر دلیلی از یک سال مشخص قیمت برق تولیدی تغییر نماید، این جدول برای محاسبه درآمد پروژه بر مبنای بازار آینده تا پایان عمر پروژه مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عبارتی کاربر قادر است در صورت تمایل و به هر دلیل، نرخ خرید برق را سال به سال در سیستم وارد نموده نتایج تغییرات قیمت را بر مدل بررسی کند. مثلاً برای تحلیل حساسیت مدل نسبت به قیمت تعرفه؛ یا به عنوان نمونه در صورتیکه کاربر بخواهد نرخ تعدیل را به صورت سالانه برای تعرفه اعمال کند، می‌تواند عمر قرارداد خرید تضمینی برق در جدول قبل را برابر یک سال انتخاب کند و تعرفه را برای باقی سال‌های عمر پروژه بر مبنای نرخ تعدیل سالانه

<sup>۱</sup> در ایران این زمان توسط ساتبا تعیین می‌شود و در قراردادهای متداول خرید تضمینی برق نیروگاه‌های تجدید پذیر از بخش خصوصی، معمولاً برابر با بیست سال در نظر گرفته شده است. دوره بیست ساله قرارداد خرید تضمینی برق از تاریخ شروع قرارداد آغاز و دوره پیشبرد و احداث نیروگاه را شامل می‌شود. در طول دوره قرارداد خرید تضمینی برق و پس از آن، سرمایه‌گذار مجاز به فروش برق در داخل کشور در قالب قرارداد دو جانبه، بورس انرژی، بازار برق و یا هر قالب دیگر مورد تایید وزارت نیرو خواهد بود. صادرات برق نیروگاه‌های تجدیدپذیر و پاک پس از دریافت مجوز جداگانه امکان پذیر است.



با استفاده از گزینه "Year-by-Year" در این جدول وارد نماید. مجموعه ورودی‌ها برای محاسبه درآمد پروژه بر مبنای بازار آینده بعد از انقضای قرارداد فروش تضمینی برق و تا پایان عمر پروژه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

Select Market Value Forecast Methodology: در این قسمت دو گزینه برای کاربر در نرم‌افزار در نظر گرفته شده است. در حالت اول کاربر اطلاعات سال اول فروش در بازار آزاد و نرخ افزایش سالانه را وارد می‌کند. در حالت دوم کاربر بایستی تعرفه خرید برق را برای هر سال برای نرم‌افزار تعیین کند. در صورت انتخاب گزینه "Year One" موارد زیر مطابق شکل (۱-۲۵) فعال خواهند بود:

Forecasted Adjusted or Market Value		
Select Market Value Forecast Methodology		Year One
Value of energy, Yr 1	\$/kWh	5.00
Market Value Escalation Rate	%	3.0%

?	?
?	?
?	?
?	?

شکل ۱-۲۵: جدول Forecasted Adjusted or Market Value

Value of energy, capacity & RECs, Yr 1: این ورودی بر اساس ترکیب پارامترهای ارزش بازار انرژی، ظرفیت و امتیازهای مربوط به انرژی‌های تجدیدپذیر در همان سالی که پروژه برای اولین بار به بهره‌برداری تجاری می‌رسد، محاسبه و بر حسب واحد پولی مورد نظر کاربر بر کیلو وات ساعت به نرم‌افزار وارد می‌شود. این ورودی بایستی مقدار بزرگتر از صفر داشته باشد.

Market Value Escalation Rate: این پارامتر به عنوان نرخ رشد ارزش بازار تولید برق توسط کاربر به مدل داده می‌شود، تا نرخ تغییرات تعرفه در محاسبات در نظر گرفته شود. ورودی باید مقدار بزرگتر از صفر داشته باشد.

"Year-by-Year" کاربر قادر خواهد بود میزان ارزش‌های منحصر به فرد سالانه برای بازه زمانی بعد از انقضای قرارداد فروش تضمینی برق و قبل از پایان عمر مفید پروژه را در مدل و در کاربرگ "Complex Inputs" وارد کند. جدول مربوطه در شکل (۱-۱۷) نشان داده شده است.

"Year One" باید توجه داشت که سلول G72 در کاربرگ Cash Flow برابر صفر قرار داده شود. در واقع هدف از این فرایند محاسبه تعرفه براساس نرخ تعدیل سالانه نیروگاه خورشیدی است.

### ۱-۳-۱۰ - مشوق‌های خصوصی و دولتی احداث نیروگاه (Incentives)

"Incentives"، هرگونه مشوق خصوصی و یا دولتی که به طرح تعلق می‌گیرد، برای نرم‌افزار تعریف می‌شود تا در محاسبات درآمدها و هزینه‌های پروژه لحاظ گردد. در شکل (۱-۲۶) اطلاعات مورد نیاز در این جدول مشاهده می‌شود.



Incentives	Units	Input Value
<b>Developed-Non developed Region</b>		
Location of photovoltaic solar power plant		Developed
Deductibility Time	years	4
Deductibility Percentage	%	80.0%
<b>SATBA Rule</b>		
Production Factor Coefficient in the second 10 years of Operation		0.7

شکل ۱-۲۶: جدول Incentives

در زمینه انرژی های تجدید پذیر و توسعه آن مشوق هایی از جانب دولت به صاحبان این صنایع اعطا خواهد شد. در نرم افزار ارائه شده این مشوق ها مدل می شوند. مدل دارای دو قسمت می باشد. در ابتدای جدول مشوق های مالیاتی (Tax Credit) آورده شده است. بنابر قانون معافیت مالیاتی، درآمد مشمول مالیات برای نیروگاه های تجدید پذیر از تاریخ شروع بهره برداری یا استخراج به میزان هشتاد درصد (۸۰٪) و به مدت چهار سال و در مناطق کمتر توسعه یافته به میزان صد درصد (۱۰۰٪) و به مدت ده سال از مالیات موضوع ماده (۱۰۵) این قانون معاف هستند.

شرح ماده ۱۰۵ قانون مالیات های مستقیم در توضیحات مربوط به جدول مالیات آمده است. لازم به ذکر است فهرست مناطق کمتر توسعه یافته برای بقیه مدت برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران و همچنین در آغاز هر دوره برنامه توسط سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور و وزارتخانه های امور اقتصادی و دارایی و صنایع و معادن تهیه و به تصویب هیأت وزیران می رسد. کاربر بر اساس منطقه احداث نیروگاه، از منوی کشویی منطقه توسعه یافته و یا کمتر توسعه یافته یکی را انتخاب ، پس از آن شرایط مالیاتی (درصد و تعداد سال های معافیت) مطابق قانون در مدل فعال خواهند شد. از این اطلاعات در محاسبات مربوط به مالیات در "Cash Flow" استفاده می شود.

در قسمت دوم جدول ضوابط مربوط به عملکرد نیروگاه در مدت بهره برداری (Performance-Based) در نظر گرفته می شود. مطابق قانون ساتبا، نرخ قرارداد برای کلیه نیروگاه های موضوع ابلاغیه تعرفه خرید برق تضمینی نیروگاه های تجدید پذیر و پاک بجز نیروگاه های بادی، از ابتدا ی ده ساله دوم تا پایان دوره قرارداد بعد از تعدیل موضوع ماده (۳) تصویب نامه هیئت وزیران در عدد ۰/۷ ضرب می شود. این قانون نیز در این قسمت از نرم افزار مدل شده است. عدد مربوطه به عنوان ضریب در محاسبات بعدی در "Cash Flow" مورد استفاده قرار می گیرد.

### ۱۱-۳-۱ - هزینه های مربوط به تعویض قطعات و تجهیزات (Capital Expenditures During Operations)

در جدول "Capital Expenditures During Operations"، هزینه های پیش بینی شده ناشی از تعویض قطعات و یا تجهیزات مورد استفاده در نیروگاه خورشیدی در طول سال های بهره برداری توسط کاربر وارد می شود. در



نرم‌افزار این امکان به کاربر داده شده که قطعات و یا تجهیزات را در دو دوره مختلف در طول مدت بهره‌برداری از نیروگاه تعویض کند و هزینه آن را برای نرم‌افزار تعریف نماید. در شکل (۱-۲۷) اطلاعات موجود در این جدول نمایش داده شده است.

Capital Expenditures During Operations: Inverter Replacement		Input Value
1st Equipment Replacement	year	7
1st Replacement Cost (\$ in year replaced)	\$/W	0
2nd Equipment Replacement	year	15
2nd Replacement Cost (\$ in year replaced)	\$/W	0

?	?
?	?
?	?
?	?

شکل ۱-۲۷: جدول Capital Expenditures During Operations

در پروژه‌های فتوولتائیک، اینورتر از اصلی‌ترین اجزایی است که نیاز به تعویض خواهد داشت. بر خلاف پنل‌های خورشیدی که برای ۲۵ سال گارانتی می‌شوند، اینورترها در بیشترین حالت برای مدت ۱۰ سال ضمانت دارند، بنابراین ممکن است در طول عمر نیروگاه خورشیدی نیاز به دو و یا سه بار تعویض این تجهیز باشد.

- Equipment Replacement: در این قسمت کاربر سال تعویض قطعات مورد نظر را مشخص می‌کند.
- Replacement Cost (\$ in year replaced): در این قسمت هزینه تعویض قطعات بر حسب واحد پولی مورد نظر کاربر در سال تعویض قطعه وارد می‌شود. ورودی‌های سال باید بزرگتر از صفر و کوچکتر از عمر مفید پروژه باشند.

### ۱-۳-۱۲ - ذخایر احتیاطی هزینه اسقاط (Reserves Funded from Operations)

در صورتیکه که کاربر بخواهد مبلغی را به عنوان رزرو هزینه‌های اسقاط در طول عمر پروژه در نظر بگیرد، میزان مبلغ رزرو در جدول "Reserves Funded from Operations" وارد می‌شود. صاحبان نیروگاه‌های خورشیدی می‌توانند به منظور اطمینان حاصل کردن از اینکه سرمایه کافی برای اسقاط و یا جمع‌آوری تجهیزات در انتهای پروژه را دارند، در طول پروژه مبلغی را به عنوان ذخیره در نظر داشته باشند.

این نرم‌افزار به کاربر این امکان را می‌دهد که یکی دو گزینه پیشنهادی را برای اسقاط نیروگاه انتخاب کند. در صورتیکه هزینه اسقاط با سرمایه‌گذاری و ذخیره در طول عمر پروژه جمع‌آوری می‌شود، گزینه "Operations" بایستی انتخاب شود. در صورتی که این هزینه با فروش تجهیزات در انتهای عمر پروژه تامین می‌شود، گزینه "Salvage" برای انتخاب در این بخش مناسب می‌باشد.

- Fund from Operations or Salvage Value?: برحسب شرایط پروژه یکی از گزینه‌های "Operations" و یا "Salvage" انتخاب می‌شود.

در صورتیکه گزینه "Operations" انتخاب شود، مورد زیر مطابق شکل (۱-۲۸) فعال خواهد بود:

Reserves Funded from Operations	Units	Input Value
<b>Decommissioning Reserve</b>		
Fund from Operations or Salvage Value?		Operations
Reserve Requirement	\$	0

?	?
?	?

شکل ۱-۲۸: جدول Reserve Funded from Operations

- Reserve Requirement: مبلغ مورد نظر به عنوان رزرو برای اسقاط در این قسمت برای نرم افزار تعریف می شود.

### ۱-۳-۱۳ - ذخایر احتیاطی پرداخت وام یا هزینه های بهره برداری ( Initial Funding of Reserve ) (Accounts)

این جدول به دو قسمت رزرو مربوط به وام (Debt Service Reserve) و هزینه های رزرو مربوط به خدمات تعمیر و نگهداری (O&M Reserve/Working Capital) تقسیم می شود. در شکل (۱-۲۹) این اطلاعات نشان داده شده است.

Initial Funding of Reserve Accounts	Units	Input Value
<b>Debt Service Reserve</b>		
# of months of Debt Service	months	6
Initial Debt Service Reserve	\$	341,924
<b>O&amp;M Reserve/Working Capital</b>		
# of months of O&M Expense	months	6
Initial O&M and WC Reserve	\$	48,390
Interest on All Reserves	%	20.0%

?	?
?	?
?	?
?	?
?	?

شکل ۱-۲۹: جدول Initial Funding of Reserve Accounts

وام دهنده ها معمولاً نیاز دارند که سرمایه گذار مبلغی را به عنوان رزرو اولیه اختصاص دهد، تا اطمینان حاصل کنند در صورت بروز هرگونه مشکل مانند کاهش تولید مورد انتظار و افزایش هزینه ها و در نتیجه کاهش جریان مالی پروژه، بازپرداخت وام به صورت کامل انجام می شود. معمولاً این مقدار برابر ۶ ماه از تعهد وام در نظر گرفته می شود. در بخش "Debt Service Reserve" موارد زیر فعال خواهند بود:

# of months of Debt Service: تعداد ماههایی از تعهد وام که به عنوان مبلغ رزرو مورد نیاز است را نشان می دهد. ورودی نمی تواند مقدار کمتر از صفر داشته باشد.

- Initial Debt Service Reserve: بر اساس تعداد ماههای انتخاب شده برای رزرو که در قسمت بالا تعیین شده است، میزان مبلغ مورد نیاز رزرو با استفاده از فرمول زیر محاسبه می شود.

$$\text{Initial Debt Service Reserve} = \text{Structured Debt Service Payment}/12 \times \# \text{ of months of Debt Service}$$

وام دهنده ها معمولاً نیاز دارند که سرمایه گذار مبلغی را به عنوان رزرو اولیه اختصاص دهد، تا اطمینان حاصل کنند در صورت بروز هرگونه مشکل مانند کاهش تولید مورد انتظار و افزایش هزینه ها و در نتیجه کاهش جریان مالی پروژه،



هزینه‌های تعمیر و نگهداری پرداخت خواهد شد. معمولاً این مقدار برابر ۳ تا ۶ ماه از هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری می‌باشد و شامل انواع هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری می‌شود. در بخش "O&M Reserve/Working Capital" موارد زیر فعال خواهند بود:

# of months of O&M Expense: تعداد ماههایی از هزینه‌های بهره‌برداری که به عنوان مبلغ رزرو مورد نیاز است.

(ورودی نمی‌تواند مقدار کمتر از صفر داشته باشد.)

- Initial O&M and WC Reserve: بر اساس تعداد ماه‌های مورد نیاز برای رزرو که در قسمت بالا تعیین شده است و کل هزینه‌های بهره‌برداری سالانه از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{Initial O\&M and WC Reserve} = \text{Average of Total Operating Expenses (in Project Life)} / 12 \times \# \text{ of months of O\&M Expense}$$

### ۱-۳-۱۴ - استهلاک (Depreciation Allocation)

سرشکن کردن و تخصیص دادن بهای تمام شده دارایی ثابت به طریقی معقول و منظم بر دوره‌های استفاده از آن را استهلاک می‌نامند. بهای تمام شده معمولاً در طول مدت استفاده از دارایی، ثابت می‌ماند به طوریکه در پایان عمر مفید دارایی مجموع ارقام استهلاک دوره‌های استفاده از آن برابر می‌شود با بهای اولیه منهای ارزش اسقاط دارایی. در این جدول کاربر درصد اختصاص استهلاک را برای هزینه‌های سرمایه‌گذاری در سال‌های تعریف شده مشخص می‌کند. از آنجاییکه هزینه‌های سرمایه‌گذاری در نرم‌افزار می‌توانند در سه سطح تعریف شوند، در این قسمت نیز با توجه به سطح انتخاب شده در جدول "Capital Costs"، شرایط تعریف اختصاص استهلاک به هزینه‌ها برای سه حالت ارائه می‌شود. استهلاک دارایی‌های ثابت ممکن است از نظر قانون در محاسبات مالیات در نظر گرفته شود، بنابراین در محاسبات مدل نیز الزاماً لحاظ خواهد شد.

منظور ارزیابی و محاسبه استهلاک در محاسبات مالیات، اطلاعات و شرایط مربوط به تخصیص استهلاک توسط کاربر به نرم‌افزار داده می‌شود. محاسبات استهلاک تابع دو پارامتر مدت زمان استهلاک و هزینه اسقاط می‌باشد. در نرم‌افزار، اطلاعات مربوط به مدت زمان استهلاک در کاربرگ ورودی‌ها از کاربر گرفته می‌شود. هزینه اسقاط در بخش انجام محاسبات در "Cash Flow"، معادل ۵٪ هزینه اولیه در نظر گرفته می‌شود. برای وارد کردن مدت زمان استهلاک تجهیزات چهار زمان مختلف و یک گزینه غیرقابل استهلاک در نرم‌افزار تعریف شده است. کاربر می‌تواند با توجه به شرایط پروژه زمان‌های مناسب را انتخاب و در نرم‌افزار وارد کند. در این قسمت شرایط مربوط به استهلاک تجهیزات بر حسب آنکه در جدول "Capital Costs" کدامیک از گزینه‌ها برای تعریف هزینه‌های سرمایه‌گذاری انتخاب شده باشد، توسط کاربر مشخص می‌شود. در صورتیکه در جدول "Capital Costs" گزینه "Simple" انتخاب شده باشد، هزینه استهلاک کلی پروژه مطابق شکل (۱-۳۰) در دسته بندی‌های زمانی این بخش بر حسب درصد تقسیم می‌شود.

Depreciation Allocation of Costs	5-year SL	10-year SL	15-year SL	20-year SL	Non-DEpreciable
Total Installed Cost	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%

?	?
?	?
?	?
?	?
?	?
?	?

شکل ۳۰-۱: تخصیص استهلاک در حالت انتخاب گزینه Simple در جدول هزینه‌های سرمایه‌گذاری

در صورتیکه گزینه "Intermediate" در جدول هزینه‌های سرمایه‌گذاری انتخاب شده باشد، به هریک از بخش‌های این هزینه‌ها، هزینه‌های استهلاک در دسته‌بندی‌های زمانی متفاوت این سطر بر حسب درصد اختصاص داده می‌شود. در شکل (۳۱-۱) این اطلاعات نشان داده شده است.

Depreciation Allocation of Costs	5-year SL	10-year SL	15-year SL	20-year SL	Non-DEpreciable
Generation Equipment	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Balance of Plant	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Interconnection	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Development Costs & Fee	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Reserves & Financing Costs	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%

?	?
?	?
?	?
?	?
?	?
?	?

شکل ۳۱-۱: تخصیص استهلاک در حالت انتخاب گزینه Intermediate در جدول هزینه‌های سرمایه‌گذاری

در صورتیکه گزینه "Complex" در جدول هزینه‌های سرمایه‌گذاری انتخاب شده باشد، مطابق شکل (۳۲-۱) برای هر آیت‌م شرایط مربوط به استهلاک از منوی کشویی در "Complex Inputs" انتخاب می‌شود.

Generation Equipment	\$	% Eligible for ITC	Depreciation Classification
Solar Panels	3,500,000	100%	10-year SL
Transportation/Delivery	100,000	100%	10-year SL
Mounting Hardware	100,000	100%	10-year SL
Installation Labor	200,000	100%	10-year SL
Inverters	100,000	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
placeholder	0	100%	10-year SL
Total Generation Equipment Cost	4,000,000	100%	

شکل ۳۲-۱: تخصیص استهلاک در حالت انتخاب گزینه Complex در جدول هزینه‌های سرمایه‌گذاری

### ۴-۱- Cash Flow (محاسبات جریان مالی)

در این نرم‌افزار محاسبات مربوط به جریان مالی پروژه، در یک کاربرگ جداگانه مطابق شکل (۳۳-۱) به نام "Cash Flow" انجام می‌شود. در این کاربرگ از اطلاعات ورودی (در کاربرگ Inputs) که توسط کاربر به نرم‌افزار داده شده است و یا داده‌های محاسبه شده، به منظور محاسبه درآمد و هزینه‌های طرح و بررسی وضعیت جریان مالی استفاده می‌شود. هدف از انجام این محاسبات، متناسب با نیاز کاربر، محاسبه قیمت تمام شده برق خورشیدی نیروگاه،



محاسبه ارزش خالص فعلی، نرخ برگشت داخلی، دوره برگشت سرمایه، یا تحلیل جریان مالی و شرایط اقتصادی نیروگاه بر اساس تعرفه ساتبا می‌تواند باشد. بررسی سایر اعداد و ارقام و محاسبات جریان مالی نظیر مقادیر اصل و سود وام و مالیات و سایر هزینه‌ها از مزایای سودمند نرم افزار در این بخش است.

شکل ۱-۳۳: نمای کلی کاربرگ Cash Flow

### ۱-۴-۱- درآمد

در این جدول با استفاده از داده‌های ورودی کلیه درآمدهای ناشی از فروش تضمینی برق و فروش برق در بازار آزاد پس از پایان قرارداد فروش تضمینی برق محاسبه می‌شود. در شکل (۱-۳۴) جدول درآمدها در کاربرگ "Cash Flow" نشان داده شده است.

Project/Contract Year	units
Production Degradation Factor	
Production	kWh
<b>Tariff Rate &amp; Cash Incentives</b>	
SATBA Rules, (if applicable)	
Tariff Rate (Fixed Portion)	\$/kWh
Tariff Rate (Escalating Portion)	
Tariff Rate (Total)	\$/kWh
Revenue from Tariff	\$
Post-Tariff Market or Adjusted Value of Production Market or Adjusted Revenue	\$/kWh
	\$
Interest Earned on Reserve Accounts	\$
<b>Project Revenue, All Sources</b>	<b>\$</b>

شکل ۱-۳۴: بخش محاسبات درآمدها در کاربرگ Cash Flow

- Project/Contract Year: تعداد سال‌های بهره‌برداری پروژه را نشان می‌دهد.
- Production Degradation Factor: همان‌گونه که در قبل بیان شد، تولید سالانه نیروگاه در طول سال‌های بهره‌برداری به دلیل عواملی چون نرخ صعودی تعمیر و نگهداری و دیگر عوامل احتمالاً کاهش خواهد یافت. میزان کاهش تولید از طریق این پارامتر و از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{Production Degradation Factor}(in\ each\ year) = \text{Production Degradation Factor}(in\ last\ year) \times (1 - \text{Annual Production Degradation})$$

- Production: تولید برق سالانه نیروگاه بر حسب کیلو وات ساعت در این قسمت محاسبه و نمایش داده می‌شود. برای سال اول بهره‌برداری میزان تولید برابر عدد محاسبه شده در کاربرگ "Inputs" می‌باشد و برای سال‌های بعدی بهره‌برداری با در نظر گرفتن فاکتور کاهش تولید سالانه از فرمول زیر قابل محاسبه خواهد بود.

$$\text{Production}(in\ each\ year) = \text{Production, Yr 1} \times \text{Production Degradation Factor}(in\ each\ year)$$

- Tariff Rate & Cash Incentives: شامل کلیه مواردی است که به عنوان مشوق بر روی تعرفه خرید برق عمل می‌کنند. در اینجا قانون ساتبا مبنی بر نحوه عملکرد نیروگاه خورشیدی در ده ساله اول بهره‌برداری، در محاسبات لحاظ شده است.

- SATBA Rules: در نیروگاه‌های خورشیدی در ده ساله اول این ضریب برابر یک و از ابتدای ده ساله دوم تا پایان قرارداد برابر با ۰/۷ در نظر گرفته می‌شود.

- Tariff Rate (Fixed Portion): تعرفه ثابت خرید برق بر حسب واحد پولی مورد نظر کاربر بر کیلو وات ساعت که توسط نرم‌افزار و با در نظر گرفتن صفر شدن ارزش خالص فعلی (NPV) محاسبه شده است.

- Tariff Rate (Escalating Portion): مقدار افزایشی که ممکن است به صورت سالانه و در اثر تورم در تعرفه خرید برق ایجاد شود، در این قسمت و با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{Tariff Rate (Escalating Portion)} = \text{Cost Based Tariff Escalation Rate} \times \text{Tariff Rate (Calculated by Software(G72))}$$

- Tariff Rate (Total): تعرفه نهایی خرید برق را بر حسب واحد پولی مورد نظر کاربر بر کیلو وات ساعت به صورت سالانه مشخص می‌کند و از فرمول زیر به دست می‌آید.

$$\text{Tariff Rate (Total)} = (\text{Tariff Rate (Fixed Portion)} + \text{Tariff Rate (Escalating Portion)}) \times \text{SATBA Rules}$$

- Revenue from Tariff: درآمد حاصل از فروش برق با تعرفه محاسبه شده در بالا بر حسب واحد پولی مورد نظر کاربر را نشان می‌دهد. برای محاسبه از فرمول زیر استفاده شده است.

$$\text{Revenue from Tariff} = (\text{Tariff Rate (Total)} \times \text{Production})$$



- **Post-Tariff Market or Adjusted Value of Production**: تعرفه فروش برق در بازار آزاد و یا مقدار تعرفه مورد نظر کاربر را در هر سال و بر حسب واحد پولی موردنظر کاربر بر کیلو وات ساعت بیان می‌کند. مقدار تعرفه برای هر سال، در صورت انتخاب گزینه "Year One" در جدول "Forecasted Adjusted or Market Value" از کاربرگ "Inputs" در سال اول از کاربر دریافت می‌شود و با توجه به نرخ افزایش تعریف شده، در سال‌های بعدی بهره‌برداری محاسبه می‌گردد. در صورت انتخاب گزینه "Year-by-Year" در این جدول، کاربر بایستی تعرفه هر سال را در جدول ارائه شده در کاربرگ "Complex Inputs" وارد نماید.

- **Market or Adjusted Revenue**: درآمد حاصل از فروش برق در بازار آزاد و یا فروش برق تضمینی با تعرفه سالانه تعریف شده توسط کاربر بر حسب واحد پولی مورد نظر کاربر می‌باشد و از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{Market or Adjusted Revenue} = (\text{Post Tariff Market Value of Production} \times \text{Production})$$

- **Interest Earned on Reserve Accounts**: همانطور که بیان گردید اگر مبالغی به عنوان رزرو در پروژه وجود داشته باشد، سود حاصل از پس‌انداز آن‌ها یکی از منابع درآمد پروژه خواهد بود، که در محاسبات نرم‌افزار آورده شده است و از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\begin{aligned} \text{Interest Earned on Reserve Accounts} = & \text{Interest on All Reserves} \times (\text{Debt Service Reserve} + \\ & \text{O\&M Reserve} + \text{Major Equipment Replacement Reserves \#1} + \\ & \text{Major Equipment Replacement Reserves \#2} + \text{Major Equipment Replacement Reserves \#3} + \\ & \text{Major Equipment Replacement Reserves \#4} + \text{Decommissioning Reserve}) \end{aligned}$$

- **Project Revenue, All Sources**: مجموع درآمدهای پروژه از فرمول زیر محاسبه می‌شود. این درآمدها شامل درآمد فروش برق تضمینی و یا فروش در بازار آزاد و درآمد ناشی از سود هزینه‌های رزرو طرح خواهد بود.

$$\text{Project Revenue, All Sources} = \text{Revenue from Tariff} + \text{Market Revenue} + \text{Interest Earned on Reserve Accounts}$$

## ۱-۴-۲- هزینه‌ها

در این بخش هزینه‌های جاری و ثابت طرح بایستی در نظر گرفته شود. عمده محاسبات این هزینه‌ها مربوط به خدمات تعمیر و نگهداری است، که با استفاده از داده‌های وارد شده در کاربرگ ورودی، محاسبات مربوطه انجام می‌شود. هزینه‌های ثابت و متغیر تعمیر و نگهداری، هزینه بیمه نیروگاه، اجاره زمین، هزینه‌های مدیریت پروژه، حق امتیازها و پروانه‌های مورد نیاز طرح و هزینه‌های بهره‌برداری شامل مالیات که در بخش محاسبات مالیات (مالیات بر درآمد) دیده نمی‌شود، به صورت سالانه در این بخش محاسبه می‌شود. برای تمامی این هزینه‌ها نرخ رشد در نظر گرفته شده تا رقم قابل قبولی برای سال‌های عمر نیروگاه به دست آید. جدول هزینه‌ها در شکل (۱-۳۵) نمایش داده شده است.



Project Expenses	
Operating Expense Inflation Factor	
Fixed O&M Expense	\$
Variable O&M Expense	\$
Insurance	\$
Project Management	\$
Power consumption (or other consumptions)	\$
Land Lease	\$
Other costs	\$
<b>Total Operating Expenses</b>	<b>\$</b>
Total Operating Expenses	\$/kWh
<b>Operating Income</b>	<b>\$</b>
Annual Debt Service Coverage Ratio	1.41
Minimum DSCR Year	
Loan Interest Expense	
<b>Operating Income After Interest Expense</b>	
Repayment of Loan Principal	
Reserve Accounts	
Adjustment(s) for Major Equipment Replacement(s)	
<b>Pre-Tax Cash Flow to Equity</b>	

شکل ۱-۳۵: بخش محاسبات هزینه‌ها در کاربرگ Cash Flow

- Operating Expense Inflation Factor: نرخ رشد در نظر گرفته شده برای هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری در این قسمت محاسبه می‌شوند. این مقدار برای سال اول برابر یک در نظر گرفته شده و در سال‌های بعد از فرمول زیر به دست می‌آید. در فرمول بایستی دو نرخ افزایش که در بازه‌های زمانی مختلف در کاربرگ "Inputs" برای پروژه تعریف می‌شود، در نظر گرفته شود.

$$\text{Operating Expense Inflation Factor (in each year)} = \text{Operating Expense Inflation Factor (in last year)} \times (1 + \text{O\&M Cost Inflation})$$

- Fixed O&M Expense: هزینه‌های ثابت تعمیر و نگهداری را بر حسب واحد پولی مورد نظر کاربر نشان می‌دهد و با استفاده از داده‌های ورودی و از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{Fixed O\&M Expense} = \text{Fixed O\&M Expense, Yr 1} \times \text{Generator Nameplate Capacity} \times \text{Operating Expense Inflation Factor}$$

- Variable O&M Expense: هزینه‌های متغیر بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری را بر حسب واحد پولی مورد نظر کاربر نشان می‌دهد و از فرمول زیر قابل محاسبه است.

$$\text{Variable O\&M Expense} = \text{Production} \times (\text{Variable O\&M Expense, Yr 1}) \times \text{Operating Expense Inflation Factor}$$

- Insurance: هزینه بیمه پروژه در سال‌های بهره‌برداری است و از فرمول زیر محاسبه می‌شود.



$$\text{Insurance} = \text{Insurance, Yr 1} \times \text{Operating Expense Inflation Factor}$$

لازم به ذکر است میزان مبلغ بیمه برای سال اول در کاربرد "Inputs" و با استفاده از درصد تعیین شده توسط کاربر محاسبه شده است.

- Project Management: هزینه‌های مربوط به مدیریت پروژه را شامل می‌شود و از فرمول زیر قابل محاسبه است.

$$\text{Project Management} = \text{Project Management Yr 1} \times \text{Operating Expense Inflation Factor}$$

- Power consumption (or other consumptions): این گزینه هزینه برق مصرفی داخلی نیروگاه خورشیدی را شامل می‌شود. گفتنی است سایر پارامترهای هزینه‌ای با رفتار مشابه را می‌توان در این سلول قرار داد. هزینه برای سال اول بهره‌برداری در کاربرد "Inputs" از کاربر گرفته شده و برای بقیه سال‌ها با استفاده از فرمول زیر قابل محاسبه است

$$\text{Power consumption (or other consumptions)} = \text{Power consumption (last year)} \times (1 + \text{Consumption (or Tariff) Rate})$$

- Land Lease: هزینه مربوط به اجاره زمین و یا سایر هزینه‌های مشابه در طول سال‌های بهره‌برداری نیروگاه است و با استفاده از فرمول زیر برای هر سال محاسبه می‌شود.

$$\text{Land Lease} = \text{Land Lease Yr 1} \times \text{Operating Expense Inflation Factor}$$

- Other Costs: در این قسمت از نرم افزار کاربر می‌تواند هر نوع هزینه‌ای که در طول دوره بهره‌برداری متصور است با شرط روند مشخص افزایش در سال را منظور و محاسبه کند. بدین صورت که در کاربرد "Inputs" وارد شده و هزینه مربوط به سایر سال‌ها از فرمول زیر محاسبه می‌شود، از این بین به عنوان مثال هزینه مربوط به حق امتیاز بهره‌برداری نیروگاه خورشیدی می‌باشد را میتوان نام برد.

$$\text{Other Costs} = \text{Other cost (in last year)} \times (1 + \text{Cost Rate})$$

- Total Operating Expenses: کل هزینه‌های مربوط به نیروگاه خورشیدی در دوره بهره‌برداری به صورت سالانه و بر حسب واحد پولی مورد نظر کاربر در این قسمت نشان داده می‌شود.

$$\text{Total Operating Expenses} = \text{Fixed O\&M Expense} + \text{Variable O\&M Expense} + \text{Insurance} + \text{Project Administration} + \text{Power consumption(or other consumptions)} + \text{Land Lease} + \text{Royalties}$$

- Operating Income: درآمد بهره‌برداری به صورت سالانه از فرمول زیر قابل محاسبه است.

$$\text{Operating Income} = \text{Project Revenue, All Sources} - \text{Total Operating Expenses}$$

پس از محاسبه درآمدها و هزینه‌های کلی طرح، درآمد بهره‌برداری طرح مطابق فرمول بالا محاسبه می‌شود. از آنجاییکه این درآمد قبل از کسر مالیات است، سود واقعی سالانه نیروگاه نیست و بایستی در گام بعدی محاسبات مربوط به مالیات انجام شود. همچنین در نرم‌افزار پارامتری به عنوان DSCR<sup>۱</sup> تعریف شده است که معیاری برای تعیین توان پرداخت وام می‌باشد. پارامتر DSCR به صورت سالانه از تقسیم کردن جریان مالی بهره‌برداری سالانه بر میزان بازپرداخت وام (اصل و سود) محاسبه می‌شود. صاحبان نیروگاه‌ها خورشیدی می‌توانند از این پارامتر برای بررسی توانایی بازپرداخت وام به صورت سالانه استفاده کنند. میانگین DSCR در طول مدت وام برای بخش‌های خصوصی و پروژه‌های سرمایه‌گذاری تجاری معمولاً در بازه ۱/۲ تا ۱/۵ قرار می‌گیرد. مینیمم DSCR سالانه به شرایط مخصوص هر وام و تخمین تولید بستگی دارد، اما می‌توان گفت بهتر است در بازه ۱/۱ تا ۱/۳ قرار داشته باشد.

- Annual Debt Service Coverage Ratio: در این قسمت پارامتر DSCR برای هر سال محاسبه می‌شود. از اطلاعات به دست آمده برای هر سال به منظور محاسبه میانگین و مینیمم این پارامتر و مقایسه با مقدارهای مطلوب استفاده می‌شود.

- Minimum DSCR Year: مقدار مینیمم پارامتر DSCR را در بین سال‌های بهره‌برداری مشخص می‌کند.  
- Loan Interest Expense: اقساط وام پروژه در دو بخش اصل و بهره وام بازپرداخت می‌شوند. در این قسمت سهم بهره اقساط وام که الزام به بازپرداخت سالانه دارد، بر حسب مبلغ و سود وام و مدت زمان بازپرداخت محاسبه می‌شود.

- Operating Income After Interest Expense: درآمد بهره‌برداری پس از کسر سهم بهره اقساط وام از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{Operating Income After Interest Expense} = \text{Operating Income} - \text{Loan Interest Expense}$$

- Repayment of Loan Principal: در این قسمت سهم اصل اقساط وام که بصورت سالانه بازپرداخت می‌شود، محاسبه می‌گردد.

- Reserve Accounts: جمع مبالغ رزرو مورد نیاز پروژه که براساس داده‌های ورودی قابل محاسبه است. در صورتیکه در کاربرگ "Inputs" تعویض قطعات در یک سال مشخص شده باشد، نرم‌افزار مبلغ مورد نیاز برای تعویض را نیز به صورت سالانه به عنوان هزینه رزرو در نظر می‌گیرد تا در زمان تعویض قطعه، هزینه مورد نیاز در مبالغ رزرو پروژه موجود باشد.

- Adjustment (s) for Major Equipment Replacement (s): هزینه مورد نیاز برای تعویض قطعات در صورت لزوم را نشان می‌دهد.

لازم به ذکر است نحوه محاسبه مبالغ اصل و سود وام، هزینه‌های رزرو و هزینه‌های مربوط به تعویض قطعات در ادامه و در قسمت محاسبات پشتیبان به طور کامل توضیح داده شده است.

<sup>۱</sup> Debt Service Coverage Ratio



- **Pre-Tax Cash Flow to Equity**: در صورتیکه هزینه‌های مربوط به بازپرداخت اصل وام، هزینه‌های مورد نیاز رزرو و تعویض قطعات که به صورت سالانه پرداخت می‌شوند از درآمد بهره‌برداری پس از کسر سهم بهره اقساط وام کسر شده، نقدینگی (جریان مالی) پروژه قبل از مالیات محاسبه می‌شود.

$$\text{PreTax Cash Flow to Equity} = \text{Operating Income After Interest Expense} - \text{Repayment of Loan Principal} - \text{Reserve Accounts} - \text{Adjustment(s) for Major Equipment Replacement(s)}$$

### ۱-۴-۳ - جریان مالی پروژه

در محاسبات جریان مالی نیروگاه، علاوه بر محاسبه درآمدها و هزینه‌ها بایستی محاسبات مربوط به مالیات را نیز در نظر گرفت. درآمد نیروگاه شامل مالیات مستقیم می‌باشد. علاوه بر این هزینه‌های استهلاک که در قسمت‌های قبل توضیح داده شد، نیز در نظر گرفته می‌شوند. همان‌گونه که در شکل (۱-۳۶) نیز قابل مشاهده است، محاسبات مربوط به مالیات و اعمال معافیت‌های مالیاتی مربوط به نیروگاه‌های تجدید پذیر در ادامه محاسبات کاربرد "Cash Flow" انجام می‌شود.

<b>Project Cash Flows</b>
Equity Investment
Pre-Tax Cash Flow to Equity
<b>Net Pre-Tax Cash Flow to Equity</b>
<b>Running IRR (Cash Only)</b>
Depreciation Expense
<b>Taxable Income</b>
<b>Taxable Income</b>
Income Taxes
Tax Exemptions
Net Tax
<b>After-Tax Cash Flow to Equity</b>
<b>Running IRR (After Tax)</b>

شکل ۱-۳۶: بخش محاسبات جریان مالی در کاربرد Cash Flow

- **Equity Investment**: آورده سرمایه‌گذار را نشان می‌دهد. معمولاً هزینه سرمایه‌گذاری مورد نیاز برای طرح منهای وام و گرنت (در صورت وجود)، به عنوان آورده سرمایه‌گذار در سال قبل از شروع بهره‌برداری در نرم‌افزار وارد می‌شود.

$$\text{Equity Investment} = \text{Total Installed Cost (before grants, if applicable)} - \text{Total Value of Grants} - \text{Size of Debt}$$

- **Net Pre-Tax Cash Flow to Equity**: درآمد قبل از مالیات بعد از کسر میزان آورده سرمایه‌گذار به صورت سالانه، نقدینگی (جریان مالی) خالص قبل از مالیات نامیده می‌شود.

$$\text{Net Pre Tax Cash Flow to Equity} = \text{Equity Investment} + \text{Pre - Tax Cash Flow to Equity}$$

- **Running IRR (Cash Only):** نرخ بازگشت سرمایه داخلی بر مبنای نقدینگی (جریان مالی) خالص قبل از مالیات برای هر سال در طول مدت بهره‌برداری محاسبه می‌شود. در اکسل تابع IRR برای محاسبه نرخ بازگشت سرمایه داخلی پروژه‌ها تعریف شده است، بنابراین در کدنویسی نرم‌افزار نیز از این تابع به منظور محاسبه نرخ بازگشت سرمایه داخلی استفاده می‌شود. برای محاسبه پارامتر IRR قبل از مالیات در هر سال با استفاده از تابع IRR، از جریان خالص مالی قبل از مالیات از سال اول بهره‌برداری تا سال موردنظر به عنوان ورودی تابع استفاده می‌شود.

$$\text{Running IRR (Cash Only)} = \text{IRR}(\text{Net Pre Tax Cash Flow to Equity, Yr1: Net Pre Tax Cash Flow to Equity (for each year)})$$

- **Depreciation Expense:** هزینه‌های استهلاک در هر سال بهره‌برداری در این قسمت نشان داده می‌شود. برای محاسبه درآمد طرح که شامل مالیات می‌شود، هزینه‌های مربوط به استهلاک از درآمد بهره‌برداری کسر می‌گردد. به این ترتیب پروژه مالیات بر درآمد کم‌تری خواهد پرداخت<sup>۱</sup>. محاسبات مربوط به استهلاک بر اساس عمر تجهیزات انجام می‌شود. در این نرم افزار با توجه به جدول استهلاک برای تجهیزات مختلف، همچنین مطالعات و بررسی‌های صورت گرفته، هزینه‌های استهلاک برای تجهیزات نیروگاه خورشیدی با استفاده از روش خط مستقیم<sup>۲</sup> محاسبه می‌گردد. میزان استهلاک با استفاده از اطلاعاتی که در بخش " Depreciation Allocation" کاربرگ "Inputs" از کاربر گرفته شده است، محاسبه می‌شود. نحوه انجام محاسبات در قسمت محاسبات پشتیبان ارائه شده است.

- **Taxable Income:** درآمدی که شامل مالیات می‌شود از فرمول زیر قابل محاسبه است. لازم به ذکر است برای محاسبه درآمد شامل مالیات، هزینه‌های استهلاک از درآمد بهره‌برداری بعد از کسر سهم بهره اقساط وام کسر می‌شود.

$$\text{Taxable Income} = \text{Operating Income After Interest Expense} - \text{Depreciation Expense}$$

- **Income Taxes:** میزان مالیات بر درآمد پروژه با استفاده از نرخ مالیات تعریف شده در کاربرگ "Inputs" از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{Income Taxes} = \text{Taxable Income} \times \text{Income Tax Rate}$$

<sup>۱</sup> استهلاک از نظر قانون مالیات مستقیم؛ بر اساس قانون مالیات‌های مستقیم دارای ثابت بر اثر استفاده یا گذشت زمان قابل استهلاک است. در این قانون ماخذ استهلاک قیمت تمام شده دارایی می باشد و استهلاک از تاریخی محاسبه می شود که دارایی قابل استهلاک آماده برای بهره برداری در اختیار موسسه قرار می گیرد. در صورتیکه دارایی قابل استهلاک در خلال ماه در اختیار موسسه قرار گیرد ماه مزبور در محاسبه منظور نخواهد شد. در مورد کارخانه ها دوره بهره برداری آزمایشی جزو بهره برداری محسوب نمی گردد.

<sup>۲</sup> Straight Line (SL)



- Tax Exemptions: معافیت‌های مالیاتی دولتی که در توضیحات بخش "Incentives" در کاربرد "Inputs" به آن پرداخته شد، در این قسمت محاسبه و لحاظ می‌شوند.
- Net Tax: در صورتیکه پروژه شامل معافیت‌های مالیاتی باشد، با کسر مبلغ معافیت از مالیات بر درآمد پروژه، خالص مالیات پرداختی محاسبه می‌شود. لازم به ذکر است در صورتیکه درآمد طرح در سال‌های اولیه بهره‌برداری منفی باشد، پروژه شامل مالیات نخواهد بود.

$$\text{Net Tax} = \text{Income Taxes} - \text{Tax Exemptions}$$

- After-Tax Cash Flow to Equity: جریان مالی پروژه بعد از مالیات پس از کسر مبلغ مالیات از نقدینگی (جریان مالی) خالص قبل از مالیات به دست می‌آید.

$$\text{After Tax Cash Flow to Equity} = \text{Net Pre Tax Cash Flow to Equity} - \text{Net Tax}$$

- Running IRR (After Tax): نرخ بازگشت سرمایه داخلی بعد از کسر مالیات بر مبنای نقدینگی (جریان مالی) خالص بعد از مالیات در هر سال در طول مدت بهره‌برداری و با استفاده از تابع IRR که در قسمت قبل توضیح داده شد، محاسبه می‌شود.

$$\text{Running IRR (After Tax)}$$

$$= \text{IRR}(\text{After Tax Cash Flow to Equity}, \text{Yr1: After Tax Cash Flow to Equity (for each year)})$$

- با انجام محاسبات فوق جریان مالی سالانه طرح مشخص می‌شود و با استفاده از آن می‌توان پارامترهای اقتصادی مختلف مانند زمان بازگشت سرمایه<sup>۱</sup>، نرخ بازگشت سرمایه داخلی<sup>۲</sup> و ارزش خالص فعلی<sup>۳</sup> را به منظور ارزیابی اقتصادی بودن پروژه محاسبه کرد.

- Pay Back Period: مدت زمان بازگشت سرمایه در طرح را نشان می‌دهد. در این فایل برای به دست آوردن این پارامتر، از IRR محاسبه شده در قسمت قبل استفاده می‌شود. در صورتیکه پارامتر IRR از منفی به مثبت تغییر علامت دهد، یعنی نرخ بازگشت سرمایه داخلی طرح مثبت شده و بازگشت سرمایه اتفاق افتاده است.

- Pre-Tax (Cash-only) Equity IRR (over defined Useful Life): نرخ بازگشت سرمایه داخلی قبل از مالیات را در طول عمر پروژه محاسبه می‌کند.

- After Tax Equity IRR (over defined Useful Life): نرخ بازگشت سرمایه داخلی بعد از کسر مالیات را در طول عمر پروژه محاسبه می‌کند.

- Net Present Value (over defined useful life): میزان ارزش خالص فعلی (NPV) را در Target After-Tax Equity IRR تعریف شده توسط کاربر در کاربرد "Inputs"، محاسبه می‌کند.

<sup>۱</sup> Pay Back Period

<sup>۲</sup> Internal Rate of Return (IRR)

<sup>۳</sup> Net Present Value (NPV)

### ۱-۴-۴ - نحوه محاسبه تعرفه در نرم افزار

در این نرم افزار، یکی از اهداف تعیین حداقل تعرفه خرید تضمینی برق (با صفر کردن میزان ارزش خالص فعلی (NPV) می باشد. به منظور انجام این محاسبات می توان از دو روش استفاده کرد. در روش اول با استفاده از دکمه "Calculation" که در نرم افزار تعبیه شده است، میزان تعرفه با در نظر گرفتن ارزش خالص فعلی (NPV) برابر صفر به صورت خودکار محاسبه و در سلول "G72" نمایش داده می شود. در شکل (۱-۳۷) چگونگی استفاده از این قابلیت نرم افزار نمایش داده می شود.

Pay Back Period (year)	8
Pre-Tax (Cash-only) Equity IRR (over defined Useful Life)	24.67%
After Tax Equity IRR (over defined Useful Life)	20.00%
Net Present Value @ 145.00% (over defined Useful Life)	(0)

Yr 1 COE (\$/kWh)	0.0562
-------------------	--------

شکل ۱-۳۷: استفاده از دکمه "Calculation" برای محاسبه تعرفه

این فرایند از طریق تابع Goal Seek استفاده نماید. مطابق شکل (۱-۳۸) این تابع از تب DATA و زیر بخش What-If Analysis قابل دسترسی است.

شکل ۱-۳۸: دسترسی به تابع Goal Seek در اکسل

با انتخاب این تابع کاربر می تواند در یک معادله با ارائه مقدار دلخواه همه پارامترها، ارزش یک پارامتر مجهول را بیابد. در اینجا تابع مورد نظر برابر ارزش خالص فعلی پروژه (Cash Flow!\$D\$72) در نظر گرفته می شود که با تغییر پارامتر تعرفه برق (Cash Flow!\$G\$72) بایستی به صفر برسد. در شکل (۱-۳۹) نحوه استفاده از این تابع نشان داده شده است. نرم افزار محاسبات را برای تعرفه های متفاوت به صورت تکراری انجام می دهد تا تعرفه ای که در آن مقدار ارزش خالص فعلی برابر صفر می شود، مشخص و به عنوان حداقل تعرفه قابل قبول برای اقتصادی بودن پروژه



در نظر گرفته می‌شود. یعنی تعرفه‌ای که تمام قیده‌های سرمایه‌گذار اعم از نرخ بهره سرمایه شخصی وی و میزان رزروها و اقساط و ذخایر سرمایه‌گذار را پوشش می‌دهد. سرمایه‌گذار می‌تواند با مقایسه این تعرفه و تعرفه خرید برق توسط ساتبا میزان اقتصادی بودن و بازگشت سرمایه پروژه خود را ارزیابی کند.

Project/Contract Year	1	2
<b>Running IRR (Cash Only)</b>	(0.81)	(0.46)
Depreciation Expense	(1,140,000.00)	(1,140,000.00)
Taxable Income	(526,050.95)	(495,300.34)
Income Taxes	(526,050.95)	(495,300.34)
Tax Exemptions	131,512.74	123,825.09
Net Tax	(105,210.19)	(99,060.07)
After-Tax Cash Flow to Equity	229,566.44	229,566.44
<b>Running IRR (After Tax)</b>	(0.81)	(0.46)
Pay Back Period (year)	8	
Pre-Tax (Cash-only) Equity IRR (over defined Useful Life)	24.67%	
After Tax Equity IRR (over defined Useful Life)	20.00%	
Net Present Value @ 145.00% (over defined Useful Life)	(0)	
<b>Supporting Calculations</b>		
	Yr 1 COE (\$/kWh) 0.0562	

شکل ۱-۳۹: بخش محاسبات تعرفه در کاربرد Cash Flow

همچنین تحلیلگر می‌تواند مقدار دلخواه تعرفه خود را در سلول G72 وارد کند و تغییرات شاخصهای اقتصادی نظیر ارزش خالص فعلی یا دوره بازگشت یا هر شاخص یا جریان دیگری را بررسی نماید.

#### ۱-۴-۵ - محاسبات پشتیبان

در این قسمت به منظور آشنایی بیشتر کاربر با پارامترهای مرتبط در محاسبات جریان مالی، نحوه محاسبه سه بخش وام (Debt Service)، استهلاک (Depreciation) و مبالغ رزرو پروژه (Reserve Accounts) به تفصیل بیان می‌شوند. این محاسبات در فایل نرم‌افزار با عنوان "Supporting Calculations" دیده می‌شود.

➤ محاسبات وام (Debt Service)

مطابق شکل (۱-۴۰) در بخش "Debt Service"، موارد زیر فعال خواهند بود:

<b>Debt Service:</b>	
<b>Debt Sizing (Defined Capital Structure Method)</b>	
Installed Cost (excluding cost of financing)	
Defined Debt-to-Total-Capital	
Size of Debt	
<b>Loan Repayment</b>	
Structured Debt Service Payment	
Interest	
Principal	
<b>Loan Amortization</b>	
Beginning Balance	
Drawdowns	
Principal Repayments	
Ending Balance	

شکل ۱-۴۰: بخش محاسبات وام



Debt Sizing (Defined Capital Structure Method): در این قسمت به محاسبه مبلغ وام پروژه پرداخته

می‌شود.

- **Installed Cost (excluding cost of financing):** مجموع هزینه‌های سرمایه‌گذاری پروژه بدون در نظر گرفتن مبالغ گزنت و مشوق‌ها در صورت وجود را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است در محاسبه هزینه‌های سرمایه‌گذاری برای دریافت وام، هزینه‌های مربوط به مبالغ رزرو مورد نیاز پروژه که در جدول "Reserves & Financing Costs" از کاربرگ "Inputs" محاسبه شده بود، در نظر گرفته نمی‌شود.
- **Defined Debt-to-Total-Capital:** درصد وام که در کاربرگ "Inputs" توسط کاربر برای نرم‌افزار تعریف شده است.
- **Size of Debt:** مبلغ وام پروژه بر حسب درصدی از هزینه‌های سرمایه‌گذاری که در قسمت قبل محاسبه شد، از فرمول زیر قابل محاسبه است.

$$\text{Size of Debt} = \text{Installed Cost (excluding cost of financing)} \times \text{Defined Debt to Total Capital}$$

Loan Repayment: شرایط و نحوه بازپرداخت وام در این قسمت محاسبه می‌شود.

- **Structured Debt Service Payment:** مبلغ اقساط وام پروژه که باید به صورت سالانه به وام‌دهنده پرداخت شود، از فرمول زیر قابل محاسبه است.

$$\text{Structured Debt Service Payment} = \text{Interest} + \text{Principal}$$

- **Interest:** سهم بهره اقساط وام را مشخص می‌کند. در اکسل برای محاسبه میزان سهم اصل و بهره وام می‌توان از دستوره‌های مشخص استفاده کرد. برای استفاده از این دستورها نیاز به اطلاعات میزان وام، سود و مدت زمان بازپرداخت می‌باشد که در کاربرگ "Inputs" از کاربر گرفته شده است. در اینجا از تابع "IPMT" برای محاسبه سود قسط استفاده شده است.

$$\text{Interest} = \text{IPMT}(\text{Interest Rate on Term Debt}, \text{Project Year}, \text{Debt Term}, \text{Size of Debt})$$

- **Principal:** سهم اصل اقساط وام را مشخص می‌کند. در اینجا از تابع "PPMT" برای محاسبه سود قسط استفاده شده است.

$$\text{Principal} = \text{PPMT}(\text{Interest Rate on Term Debt}, \text{Project Year}, \text{Debt Term}, \text{Size of Debt})$$

➤ محاسبات هزینه‌های استهلاک (Depreciation)

مطابق شکل (۱-۴۱) در بخش "Depreciation" موارد زیر فعال خواهند بود:



<b>Depreciation:</b>			
Year	Capital Value	Allocation	commissioning Va
<b>Depreciation Year</b>			
5	0	0%	0
10	6,000,000	100%	300,000
15	0	0%	0
20	0	0%	0
Bonus Depreciation			
Non-Depreciable	0	0%	
<b>Project Cost Basis</b>	6,000,000 OK	100% OK	
<b>Annual Depreciation Expense, Initial Installation</b>			
Total Project Cost, adj for ITC/Grant if applicable			<i>check</i>
5 Year SL			0
10 Year SL			1,140,000
15 Year SL			0
20 Year SL			0
Bonus Depreciation			0
Non-Depreciable			0
<b>Total</b>			<b>1,140,000</b>
<b>Annual Depreciation Expense, Repairs &amp; Replacements</b>			
1st Replacement			0
Depreciation Timing			
Depreciation Expense			
2nd Replacement			0
Depreciation Timing			
Depreciation Expense			
Annual Depreciation Expense			
Annual Depreciation Benefit			

شکل ۱-۴۱: بخش محاسبات استهلاک

**Depreciation Year:** پارامترهای مورد نیاز برای محاسبات هزینه‌های استهلاک در سال‌های مشخص شده در این قسمت تعریف می‌شوند.

**Capital Value:** در کاربرد "Inputs" بر حسب اینکه در قسمت "Capital Costs" کدامیک از گزینه‌ها برای تعریف هزینه‌های سرمایه‌گذاری انتخاب شده است، میزان هزینه‌ها در سال‌های استهلاک تعریف شده برای نرم‌افزار، تقسیم‌بندی می‌شود. در این قسمت هزینه مربوط به هر سال در سطر روبه‌رو آن آورده شده است.

**Allocation:** نشان می‌دهد هر سال استهلاک چه سهمی از کل هزینه‌های سرمایه‌گذاری را دربر می‌گیرد.

**Decommissioning Value:** ارزش اسقاط برای هر سال استهلاک را نشان می‌دهد. ارزش اسقاط در فرمول‌ها برابر ۵٪ هزینه اولیه همان سال در نظر گرفته شده است.

Annual Depreciation Expense, Initial Installation: در این قسمت میزان هزینه‌های استهلاک برای هر سال استهلاک با استفاده از روش خط مستقیم محاسبه می‌شود. در اکسل برای محاسبات استهلاک به روش خط مستقیم تابع مخصوص وجود دارد، بنابراین در این نرم‌افزار از دستور SLN برای محاسبات استفاده شده است. به عنوان نمونه فرمول محاسبه هزینه‌های استهلاک برای ۵ سال استهلاک در ادامه آورده شده است.

$$5 \text{ Year SL Costs} = SLN(\text{Capital value, Decommissioning Value, Depreciation Year}/2)$$

همان‌گونه که در فرمول بالا دیده می‌شود، برای انجام محاسبات استهلاک با استفاده از تابع SLN به هزینه اولیه، ارزش اسقاط و مدت زمان استهلاک نیاز می‌باشد. در فرمول بالا که در نرم‌افزار مورد استفاده قرار گرفته است، مدت زمان استهلاک نصف در نظر گرفته شده است. دلیل این امر لحاظ کردن مقررات ماده ۱۴۹ اصلاحی قانون مالیات‌های مستقیم در محاسبات می‌باشد.<sup>۱</sup>

#### Annual Depreciation Expense, Repairs & Replacements: هزینه‌های مربوط به استهلاک

تجهیزاتی که تعویض شده‌اند در این قسمت محاسبه می‌شود. همان‌گونه که در کاربرد "Inputs" بیان شد، در این نرم‌افزار چهار بازه زمانی برای تعویض قطعات و یا تجهیزات در نظر گرفته شده است که توسط کاربر تعیین می‌شود. هریک از این قطعات و یا تجهیزات تعویض شده بعد از نصب مجدد شامل هزینه‌های استهلاک خواهند بود که در این قسمت به این محاسبات پرداخته شده است. برای انجام محاسبات مطابق آنچه توضیح داده شد از تابع SLN استفاده می‌شود. در این بخش از محاسبات عمر تمامی قطعات تعویض شده در ده سال در نظر گرفته شده است، که با توجه به مقررات ماده ۱۴۹ اصلاحی قانون مالیات‌های مستقیم، در فرمول عدد ۵ به عنوان عمر مستهلک شدن قطعه یا تجهیز استفاده می‌شود. کاربرد در صورت تمایل می‌تواند عمر مفید مورد نظر خود را در فرمول وارد نماید.

هزینه کلی استهلاک برای هر سال از مجموع هزینه‌های استهلاک مربوط به نصب اولیه (Initial Installation) و هزینه‌های استهلاک مربوط به تعمیر و تعویض تجهیزات (Repairs & Replacements) به دست می‌آید.

➤ محاسبات هزینه‌های رزرو (Reserve Accounts)

مطابق شکل (۱-۴۲) در بخش "Reserve Accounts" موارد زیر فعال خواهند بود:

<sup>۱</sup> بنابراین قانون کلیه مؤسسات تولیدی و معدنی دارای پروانه بهره‌برداری از مراجع ذیربط مجاز خواهند بود آن بخش از دارایی‌های ثابت استهلاک پذیر خود را که به منظور کاهش مصرف انرژی، تولید و یا استفاده از انرژی‌های نو (تجدیدپذیر)، رفع یا کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و ارتقاء فناوری (تکنولوژی) خریداری می‌نمایند، با نصف مدت و یا دو برابر نرخ‌های مندرج در این جدول مستهلک نمایند.



### Reserve Accounts:

Beginning Balance		
Debt Service Reserve		
O&M/Working Capital Reserve		
Major Equipment Replacement Reserves #1	(max funding period, yrs)	10
Major Equipment Replacement Reserves #2	(max funding period, yrs)	10
Decommissioning Reserve		
Ending Balance		
Interest on Reserves		
Annual Reserves		
<b>Pay Back Period</b>		

شکل ۱-۴۲: بخش محاسبات هزینه‌های رزرو

- Debt Service Reserve: شامل هزینه‌های رزرو مورد نیاز برای بازپرداخت وام می‌باشد.
  - O&M/Working Capital Reserve: هزینه‌های رزرو مربوط به هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری در این قسمت محاسبه می‌شوند.
  - Major Equipment Replacement Reserves: محاسبات هزینه‌های رزرو برای انجام تعمیر و یا تعویض قطعات و تجهیزات در این قسمت انجام می‌شود.
  - Decommissioning Reserve: هزینه‌های رزرو مورد نیاز برای اسقاط طرح را نشان می‌دهد.
- مجموع هزینه‌های رزرو در سه بخش کلی هزینه‌های رزرو وام، تعمیر و نگهداری و تعویض قطعات و تجهیزات، هزینه‌های کلی رزرو را تشکیل می‌دهد که در محاسبات بخش ۲-۳-۳-۳ مورد استفاده قرار گرفته است.
- اطلاعات مورد نیاز برای محاسبات موارد بالا به طور کامل توسط کاربر در کاربرگ "inputs" تعریف و محاسبات توسط نرم‌افزار انجام شده است.

### ۱-۵ - Summary Results (خلاصه نتایج)

زمانی که کاربر تمام ورودی‌های مورد نیاز را در بخش ورودی‌ها وارد می‌کند، نرم افزار به صورت خودکار کلیه محاسبات را در کاربرگ "Cash Flow" انجام خواهد داد و در نهایت نرم افزار از طریق فرایند goal seek امکان تعیین تعرفه نیروگاه خود را خواهد داشت. حال زمان آنست که کاربر در کاربرگ Summary Results خلاصه ای از ورودی‌ها و خروجی‌های پروژه خود را یکجا ملاحظه نماید. در ادامه جدول موجود در این کاربرگ و اطلاعات آن در شکل (۱-۴۳) مشاهده می‌شود.

نکته قابل توجه این است که برای دستیابی به هدف انجام محاسبات به صورت اتوماتیک و با تغییر در ورودی‌ها، لازم است مشخصه "Calculation options" در اکسل بر روی Automatic قرار داشته باشد. در غیر اینصورت برای آپدیت شدن محاسبات با تغییر ورودی‌ها، کاربر باید بعد از هر تغییر کلید F9 را فشار دهد. در حالت فعال بودن حالت اتوماتیک نیز بهتر است در نهایت یک بار کلید F9 فشرده شود تا از کامل شدن محاسبات در اکسل اطمینان حاصل شود.

حاصل شود. اگر مدل در یک یا تعدادی از سلول ها به هر دلیلی "#N/A" را نشان دهد، می توان کلید F9 را فشار داد تا زمانیکه محاسبات جدول داده ها کامل و مقدار نهایی در بخش های COE و LCOE نمایش داده شود.

Main Outputs Summary			Paste Results of Multiple Model Runs Below					
	units	Current Model Run	[Insert Scenario Name]	[Insert Scenario Name]	[Insert Scenario Name]	[Insert Scenario Name]	[Insert Scenario Name]	[Insert Scenario Name]
Net Year-One Cost of Energy (COE)(Calculated)	\$/kWh	0.0562						
Z of Year-One Tariff Rate Escalated	%	0.0%						
Cost-Based Tariff Escalation Rate	%	0.0%						
Does modeled project meet minimum DSCR requirements?		Yes						
Does modeled project meet average DSCR requirements?		No, See Inputs						
Net Nominal Levelized Cost of Energy	\$/kWh	0.0538						
Other Outputs and Inputs Summary								
Dollar	\$	150,000						
Generator Nameplate Capacity	kWac	10,000						
Net Capacity Factor, Yr1	%	0.20						
Project Useful Life	Years	20						
Net Installed Cost (Total Installed Cost less Grants)	\$M	6,000,000.00						
Net Installed Cost (Total Installed Cost less Grants)	\$/kW	0.60						
Minimum DSCR Check Cell (If "Fail" read note ==>)		20%						
Equity (funds balance of hard costs + all soft costs)	\$	200						
Equity (funds balance of hard costs + all soft costs)	\$	1,200,000						
Interest Rate (Annual)	%	8.0%						
Senior Debt (funds portion of hard costs)	\$	800						
Senior Debt (funds portion of hard costs)	\$	4800000						
Debt Term	Years	9						
Interest Rate on Term Debt	%	8.00%						
Loan Interest, Yr1	\$	(384,000.00)						
Loan Principal, Yr1	\$	(384,382.60)						
Is owner a taxable entity?		Yes						
Type of Tax Credit Incentives		Developed						
SATBA Rule		0.70						

شکل ۱-۴۳: نمای کلی کاربرگ Summary Results

اطلاعات اصلی ورودی و محاسباتی طرح مانند هزینه های سرمایه گذاری، هزینه های تعمیر و نگهداری در سال اول و آخر بهره برداری، اقساط وام در سال اول و آخر زمان بازپرداخت و تعرفه محاسبه شده در این کاربرگ نشان داده می شود. در صورتیکه در یک پروژه خاص اطلاعات دیگری حائز اهمیت باشد، کاربر می تواند در ادامه این اطلاعات را به جدول اضافه کند. همچنین در این کاربرگ جدول دیگری وجود دارد که در آن کاربر می تواند نتایج تحلیل برای سناریوهای مختلف شبیه سازی مدل را وارد و مقایسه نماید.

جدول موجود در آن کاربرگ و اطلاعات آن در شکل (۱-۴۴) مشاهده می شود.

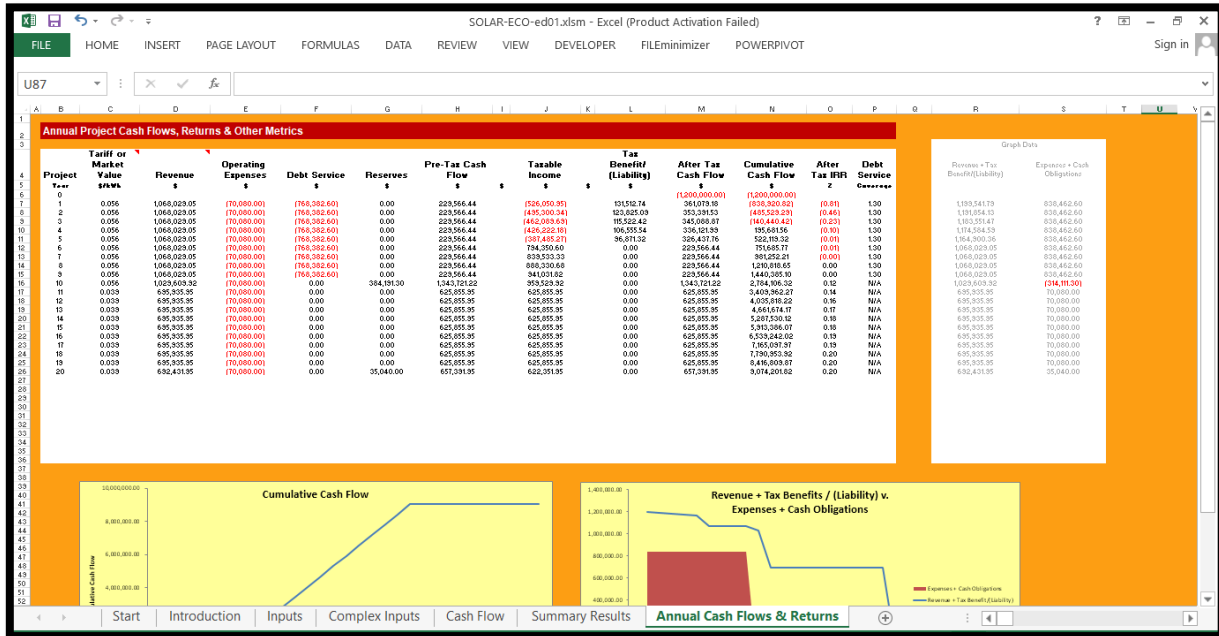


<b>Main Outputs Summary</b>		<b>units</b>
Net Year-One Cost of Energy (COE)(Calculated)		\$/kWh
% of Year-One Tariff Rate Escalated		%
Cost-Based Tariff Escalation Rate		%
Does modeled project meet minimum DSCR requirements?		
Does modeled project meet average DSCR requirements?		
<b>Net Nominal Levelized Cost of Energy</b>		<b>\$/kWh</b>
<b>Other Outputs and Inputs Summary</b>		<b>units</b>
Dollar		\$
Generator Nameplate Capacity		kW dc
Net Capacity Factor, Yr 1		%
Project Useful Life		Years
Net Installed Cost (Total Installed Cost less Grants)		\$
Net Installed Cost (Total Installed Cost less Grants)		\$/W
Minimum DSCR Check Cell (If "Fail," read note ==>)		%
Equity (funds balance of hard costs + all soft costs)		%
Equity (funds balance of hard costs + all soft costs)		\$
Interest Rate (Annual)		%
Senior Debt (funds portion of hard costs)		%
Senior Debt (funds portion of hard costs)		\$
Debt Term		Years
Interest Rate on Term Debt		%
Loan Intrest, Yr1		\$
Loan Principal, Yr1		\$
Is owner a taxable entity?		
Type of Tax Credit Incentives		
SATBA Rule		
Production, Yr 1		kWh
Production, Yr 20		kWh
Total Revenue, Yr1		\$
Total Revenue, Yr20		\$
Operating Expenses, Aggregated, Yr 1		\$
Operating Expenses, Aggregated, Yr 1		\$/kWh
Operating Expenses, Aggregated, Yr 20		\$
Operating Expenses, Aggregated, Yr 20		\$/kWh
<b>Pre-Tax (Cash-only) Equity IRR (over defined Useful Life)</b>		<b>%</b>
<b>After Tax Equity IRR (over defined Useful Life)</b>		<b>%</b>
<b>NPV</b>		<b>\$</b>
<b>Payback Period</b>		<b>Years</b>
<b>Notes: (Users may enter descriptive text about their model run)</b>		

شکل ۱-۴۴: اطلاعات موجود در کاربرگ Summary Results

۱-۶ - Annual Cash Flows & Returns (خلاصه محاسبات جریان مالی)

محاسبات اصلی انجام شده در کاربرگ "Cash Flow" برای سال‌های عمر پروژه در این کاربرگ به صورت طبقه‌بندی شده و خلاصه مطابق شکل (۱-۴۵) آورده شده است. در انتها با استفاده از داده‌های پروژه نمودار جریان مالی تجمعی<sup>۱</sup> و نمودار مقایسه هزینه‌ها و درآمدها رسم شده است.



شکل ۱-۴۵: اطلاعات موجود در کاربرگ Annual Cash Flows & Returns

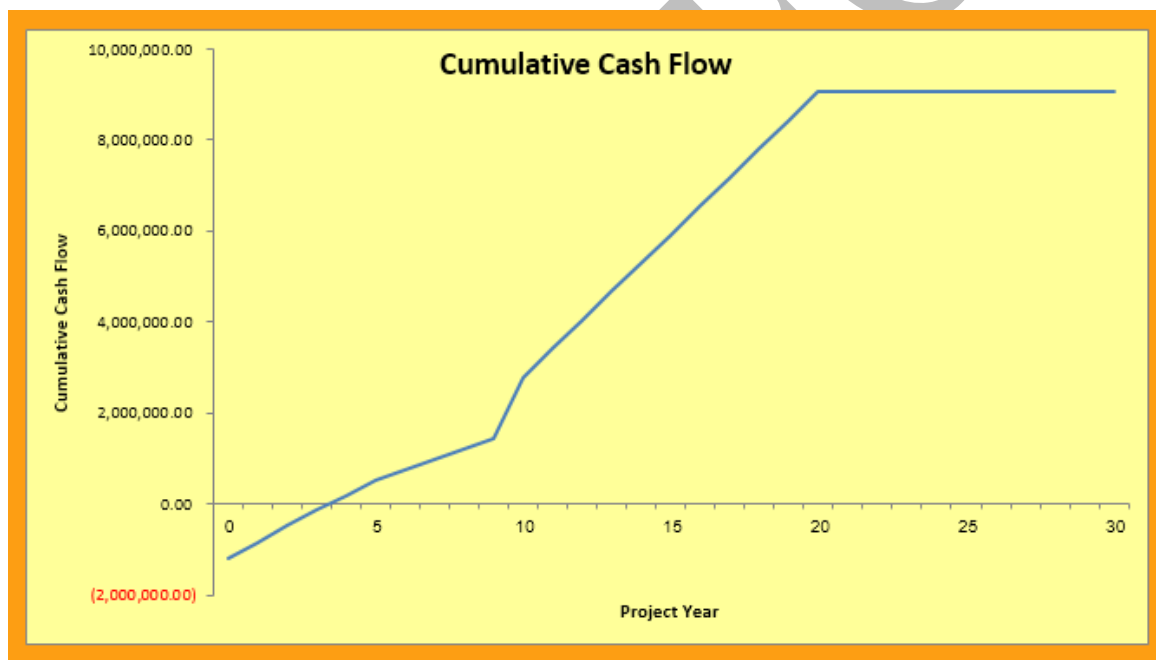
- Tariff or Market Value: مقدار محاسبه شده تعرفه خرید برق تضمینی برای هر سال از عمر پروژه بر حسب واحد پولی موردنظر کاربر بر کیلو وات ساعت.
- Revenue: درآمد نهایی محاسبه شده پروژه
- Operating Expenses: هزینه نهایی محاسبه شده در طول بهره‌برداری
- Debt Service: مبلغ اقساط بازپرداختی وام در هر سال
- Reserves: هزینه‌های مورد نیاز پروژه برای تامین مبالغ رزرو شامل رزرو وام، بهره‌برداری و تعمیر، تعویض قطعات و تجهیزات و اسقاط
- Pre-Tax Cash Flow: جریان مالی سالانه پروژه قبل از کسر مالیات
- Taxable Income: میزان درآمد محاسبه شده طرح که شامل مالیات می‌شود.
- Tax Benefit: میزان معافیت از مالیات پروژه بر مبنای معافیت‌های مالیاتی دولتی

<sup>۱</sup> Cumulative Cash Flow



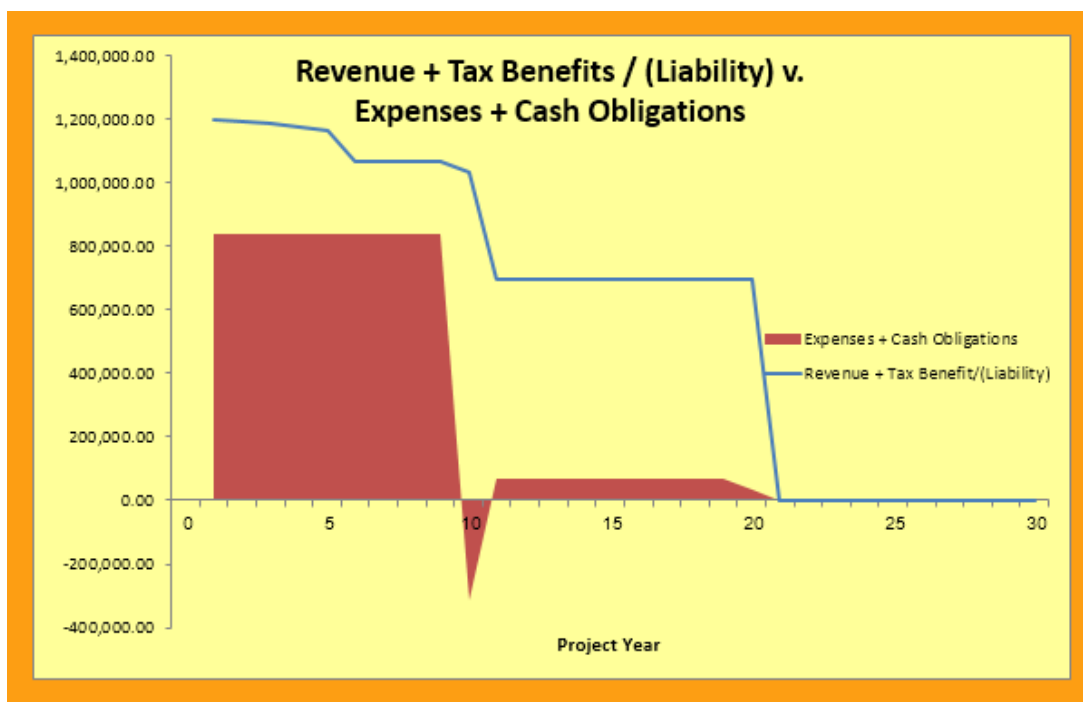
- After Tax Cash Flow: جریان مالی سالانه پروژه بعد از کسر مالیات
- Cumulative Cash Flow: این ستون جریان مالی تجمعی پروژه (برای محاسبه جریان مالی تجمعی در هر سال بهره‌برداری پروژه، میزان جریان مالی پس از کسر مالیات پروژه در همان سال با جریان مالی تجمعی سال قبل جمع می‌شود) را بیان می‌کند.
- After Tax IRR: نرخ بازگشت سرمایه داخلی پروژه پس از کسر مالیات.
- Debt Service Coverage: پارامتر DSCR به صورت سالانه

با استفاده از پارامترهای محاسبه شده در بالا نمودارهای اولیه مورد نیاز جهت ارزیابی و تحلیل اقتصادی پروژه به صورت زیر رسم می‌شوند. همچنین کاربر می‌تواند با استفاده از داده‌های موجود هر نمودار مورد نیاز دیگری را ایجاد کند. نمودار جریان مالی تجمعی طرح و نمودار درآمدها در برابر هزینه‌های طرح به ترتیب در شکل (۱-۴۶) و شکل (۱-۴۷) نشان داده شده است.



شکل ۱-۴۶: نمودار جریان مالی تجمعی





شکل ۱-۴۷: نمودار درآمدها در برابر هزینه‌ها

پایان



## نرم افزار ارزیابی اقتصادی نیروگاه‌های خورشیدی SOLAR-ECO



مدیر پروژه: خانم مهندس نریا رستمی - مجری: آقای دکتر شهریار بزرگمهری  
nri.ac.ir - solar@nri.ac.ir

بهار ۱۴۰۰

تهران، شهرک غرب، انتهای بلوار شهید دامن، پژوهشگاه نیرو، ساختمان انرژی‌های تجدیدپذیر  
تلفن: ۰۲۱-۸۸۳۶۱۶۰۱



## نرم افزار ارزیابی اقتصادی نیروگاه‌های خورشیدی (SOLAR-ECO) چیست؟

در پی انجام پروژه‌های گوناگون ارزیابی اقتصادی نیروگاه‌های تجدیدپذیر در گروه انرژی‌های تجدیدپذیر پژوهشگاه نیرو، توسعه یک نرم‌افزار کاربردی و دقیق که به‌صورت تخصصی شرایط گوناگون احداث و بهره‌برداری این نیروگاه‌ها را مدل کند و قوانین و مقررات گوناگون کشور را به این مالی ترجمه نموده، با قدرت و سرعت تحلیل و سناریو پردازی تمایز صوری به نظر می‌رسید.

اندا پروژه تهیه نرم‌افزار ارزیابی اقتصادی نیروگاه‌های خورشیدی، زیست توده و زمین گرمایی در ایران» در این ماه سال ۹۸ تصویب و آغاز شد. در این پروژه ابتدا برای شناسایی سرمایه‌گذار و یا سیاست‌گذار، مباحثی برای شناخت تکنولوژی و شرایط حال و آینده آن در جهان و ایران مطرح شده، سپس قوانین و فرآیندهای اداری و قانونی مرتبط بر نصب و بهره‌برداری از این نیروگاه‌ها بررسی شده است. سپس با شناسایی پارامترهای درآمدی و هزینه‌ای و حتی هر نیروگاه تجدیدپذیر، مدل مالی استخراج شده و نرم‌افزار بر پایه اکسل در قالب ۷ کارگزار اصلی و مرتبط با عنوان ۱- شروع (Start)، ۲- مقدمه (Introduction)، ۳- ورود اطلاعات کلی (Input)، ۴- ورود اطلاعات جزئی (Complex Input)، ۵- جریان مالی (Cash Flow)، ۶- خلاصه نتایج (Summary Results)، ۷- بازگشت و جریان مالی سالانه (Annual Cash Flow & Returns) توسعه داده شد. به طور خلاصه حجم جدول و توابع و محاسبات نرم‌افزار ارزیابی اقتصادی نیروگاه‌های خورشیدی (شورولتیک) به قرار جدول زیر است:

Annual Cash Flow	Summary Result	Cash Flow	Complex Input	Input	محتویات برگرد
۲	۲	۳	۱۵	۱۵	جدول
۳۵	۱۱۵	۲۳۲	۵۰۵	۵۷۰	ماتریس محاسباتی
۲۵	۷	۱۱	۳۳	۳۹	توابع فرمول
۱۲ - ۱.۰۰۰۰۷۱ - ۵۵۲	۱۲	SUMMARY REPORT OF SOLAR-ECO-GENERATION PROJECT	۱۲ - ۲۰۰۰۰۰	۱۲ - ۳۰۰۰۰۰	توابع فرمول

از مزایای این نرم‌افزار به موارد زیر می‌توان اشاره داشت:

- ۱- امکان تحلیل تخصصی اقتصادی سریع و آسان نیروگاه‌های خورشیدی با توجه به کلیه پارامترهای درآمدی و هزینه‌ای و رفتار و زمان وقوع آن‌ها و قوانین و مقررات و فرآیندهای مالی و اداری کشور در مراحل گوناگون اخذ مجوز، احداث و بهره‌برداری تا اتمام:
  - ۲- امکان ورود اطلاعات در سه سطح کلی، میانی و جزئی با توجه به سطح اطلاعات در دسترس تحلیلگر و تدقیق اطلاعات در آینده با سهولت قابل ملاحظه:
  - ۳- انعطاف‌پذیری فوق‌العاده نرم‌افزار برای مدل کردن سناریوهای مختلف و امکان تحلیل حساسیت پارامترهای اثرگذار در هر مرحله و ملاحظه اثر آن بر اقتصادی بودن نیروگاه:
  - ۴- امکان بهره‌مندی سرمایه‌گذاران به جهت تحلیل اقتصادی نیروگاه خورشیدی خود و بهره‌مندی سیاست‌گذاران به منظور تعیین دقیق اثر تصمیم‌های خود بر وضعیت اقتصادی سرمایه‌گذاران و انگیزه ایشان:
  - ۵- امکان بررسی نتایج تحلیل اقتصادی نیروگاه‌های خورشیدی در سطوح و سال‌های گوناگون عمر نیروگاه از جمله بررسی شاخص‌ها و نمودارهای کلیدی ارزیابی اقتصادی تا جریان مالی تکمیل پارامترها و جریان مالی نهایی پروژه:
  - ۶- امکان توسعه و رسم ساده نمودارها و تحلیل پارامترهای مورد نظر تحلیلگر به سهولت بر اساس نتایج نرم‌افزار:
  - ۷- امکان آزمون ساده نتایج و مقایسه با سایر نرم‌افزارهای موجود در صورت تسلط بر پیش‌فرض‌های هر نرم‌افزار:
  - ۸- امکان تهیه و دسترس و اجرای ساده نرم‌افزار بر روی سیستم‌های گوناگون کامپیوتری:
  - ۹- امکان ملاحظه رولها و دوره‌ها و تحلیل‌ها توسط کاربران متخصص:
  - ۱۰- بومی بودن نرم‌افزار:
- امید که این نرم‌افزار با کمک به سرمایه‌گذاران و سیاست‌گذاران سهم کوچکی در برنامه ریزی و توسعه سبز و دقیق‌تر انرژی خورشیدی در کشور داشته باشد.