

پیشنهاد فنی – مالی ارائه خدمات مشاوره پروژه نیروگاه خورشیدی

کارفرما: xxxxx

پیشنهاد دهنده: شرکت پارس تابلو

تیر ماه 1404

چکیده

در بخش چکیده، یک نمای کلی از پروژه ارائه می‌شود. این قسمت به معرفی هدف اصلی مطالعه، که همان امکان‌سنجی فنی و اقتصادی برای احداث یک نیروگاه خورشیدی با ظرفیت مشخص در یک مکان معین (استان کرمان، منطقه بم) است، می‌پردازد. در این بخش، به صورت کلی به مهم‌ترین پارامترهای فنی که در گزارش بررسی شده‌اند، اشاره می‌شود. این پارامترها عبارتند از:

* انتخاب تجهیزات اصلی: بررسی و انتخاب بهینه‌ترین نوع ماژول (پنل خورشیدی) و اینورتر.
* طراحی چیدمان نیروگاه: محاسبات مربوط به بهترین زاویه نصب پنل‌ها و فاصله بین ردیف‌ها برای جلوگیری از ایجاد سایه و اشغال کمترین مساحت ممکن.
* اهداف پروژه: ذکر می‌شود که این مطالعه برای چه نهادی (شرکت کوروش موتور آریا) و با چه هدفی (سرمایه‌گذاری و فروش برق به شبکه سراسری) انجام شده است.
* توجیه اقتصادی: به مزایای کلیدی سرمایه‌گذاری در این پروژه، مانند هزینه‌های پایین نگهداری و پایداری بالای سیستم، به عنوان یک گزینه جذاب بلندمدت اشاره می‌شود.

فصل اول :

ارزیابی سایت و منابع :

این فصل به طور کامل به شناسایی و تحلیل شرایط محیطی و جغرافیایی محل پروژه اختصاص دارد. اطلاعات این بخش زیربنای تمام محاسبات فنی و برآوردهای تولید انرژی در فصول بعدی است.

اطلاعات جغرافیایی و هواشناسی سایت

در این زیربخش، مشخصات دقیق مکانی که نیروگاه در آن احداث خواهد شد، تشریح می‌شود.

* مختصات و موقعیت جغرافیایی: موقعیت دقیق سایت بر روی کره زمین با استفاده از عرض و طول جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا مشخص می‌شود. همچنین موقعیت نسبی منطقه (مانند قرارگیری در حاشیه بیابان لوت) توضیح داده می‌شود تا درک بهتری از شرایط کلی آن به دست آید.
* توپوگرافی و زمین‌شناسی: در این قسمت، ویژگی‌های فیزیکی زمین مورد بررسی قرار می‌گیرد. مواردی مانند نوع خاک (رسوبات آبرفتی، شور یا سدیمی)، پوشش گیاهی بومی و منابع آبی محلی (مانند قنات‌ها) تحلیل می‌شوند. این اطلاعات برای عملیات ساختمانی و طراحی سازه‌های نگهدارنده پنل‌ها اهمیت دارد.
* طبقه‌بندی اقلیمی (کوپن): نوع اقلیم منطقه بر اساس استانداردهای جهانی (مانند طبقه‌بندی کوپن) مشخص می‌شود. برای مثال، تعیین اقلیم به عنوان بیابانی گرم (BWh)، یک دید کلی از شرایط آب‌وهوایی حاکم بر منطقه ارائه می‌دهد.

داده‌های کلیدی هواشناسی

در این قسمت، پارامترهای اقلیمی که مستقیماً بر عملکرد نیروگاه خورشیدی تأثیرگذارند، به تفصیل بررسی می‌شوند.

* دما: پروفایل دمایی منطقه شامل میانگین حداقل و حداکثر دمای ماهانه و همچنین دماهای بحرانی ثبت‌شده (بیشینه و کمینه مطلق) ارائه می‌شود. این داده‌ها برای انتخاب تجهیزات مقاوم در برابر شرایط دمایی و پیش‌بینی راندمان پنل‌ها ضروری است.
* بارش و رطوبت: میزان بارش سالانه و توزیع آن در فصول مختلف سال به همراه سطوح رطوبت نسبی تحلیل می‌شود. این اطلاعات در برنامه‌ریزی برای شستشوی پنل‌ها و ارزیابی خوردگی تجهیزات کاربرد دارد.
* باد و آفتاب: این بخش به دو پارامتر حیاتی برای نیروگاه‌های خورشیدی می‌پردازد: جهت و سرعت وزش باد غالب (مهم برای طراحی سازه‌ها) و مهم‌تر از آن، تعداد روزهای آفتابی و میانگین ساعات تابش سالانه که مبنای اصلی برآورد تولید انرژی است.
* پدیده‌های جوی خاص: در انتها، به پدیده‌های آب‌وهوایی ویژه منطقه مانند طوفان‌های گرد و غبار یا احتمال یخبندان اشاره می‌شود. این موارد می‌توانند بر عملکرد، بهره‌برداری و نیاز به تعمیر و نگهداری نیروگاه تأثیر بگذارند.

بیشینه مطلق ثبت‌شده دما در محل پروژه حدود 42.2 °C و کمینه مطلق حدود 2 °C گزارش شده است .

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ماه | میانگین حداقل (°C) | میانگین حداکثر (°C) |
| دی (ژانویه) | 11.0 | 21.5 |
| اردیبهشت (مه) | 22.0 | 38.0 |
| تیر (ژوئن) | 28.5 | 42.0 |
| شهریور (اوت) | 26.0 | 40.5 |
| آذر (دسامبر) | 8.5 | 19.0 |



تحلیل‌های اقلیمی و پتانسیل‌سنجی

این بخش با تحلیل داده‌های آب‌وهوایی منطقه کرمان، پتانسیل احداث نیروگاه خورشیدی را ارزیابی می‌کند.

۱. تحلیل نمودار دما و بارش

این قسمت به تفسیر یک نمودار اقلیمی می‌پردازد که اجزای مختلفی دارد:

* اجزای نمودار: معرفی خطوط مربوط به میانگین دمای روزانه (حداکثر و حداقل)، دمای گرم‌ترین روزها و سردترین شب‌ها، و ستون‌های نمایش‌دهنده بارش ماهانه.
* الگوی دمایی: تحلیل روند دما در فصول مختلف سال، شامل تابستان‌های بسیار گرم، زمستان‌های معتدل و دامنه نوسان شدید شبانه‌روزی که از ویژگی‌های اقلیم خشک و قاره‌ای است.
* الگوی بارش: شناسایی الگوی بارش که عمدتاً در فصل زمستان متمرکز شده و در تابستان تقریباً به صفر می‌رسد.
* پیامدهای اقلیمی: بررسی تأثیر این الگوها بر کشاورزی (نیاز به آبیاری مدیریت‌شده)، کیفیت هوا (احتمال طوفان گردوغبار) و مهم‌تر از همه، پتانسیل بالای انرژی خورشیدی به دلیل تعداد زیاد روزهای آفتابی.

۲. تحلیل نمودار وضعیت آسمان و روزهای بارانی

در این بخش، نموداری که وضعیت آسمان (آفتابی، نیمه‌ابری، ابری) و تعداد روزهای بارانی را نشان می‌دهد، تحلیل می‌شود:

* ترکیب وضعیت آسمان: توصیف درصد روزهای آفتابی که در تابستان به اوج می‌رسد و روزهای نیمه‌ابری که در زمستان غالب است.
* الگوی بارش: بررسی تعداد روزهای بارانی که بیشترین فراوانی را در اواخر زمستان و اوایل بهار دارد و در تابستان تقریباً وجود ندارد.
* تحلیل فصلی: جمع‌بندی ویژگی‌های هر فصل؛ تابستان خشک و آفتابی (ایده‌آل برای تولید انرژی)، زمستان نیمه‌ابری و مرطوب‌تر (مناسب برای تأمین منابع آبی) و فصول انتقالی بهار و پاییز.
* کاربردها: نتیجه‌گیری در مورد پیامدهای این الگوها برای مدیریت منابع آب، بهره‌برداری از انرژی خورشیدی و برنامه‌ریزی‌های شهری و گردشگری.

۳. تحلیل نمودار سرعت باد

این قسمت به بررسی نمودار توزیع سرعت باد در ماه‌های مختلف سال اختصاص دارد:

* الگوی کلی: شناسایی بادهای متوسط به عنوان پدیده غالب در تمام طول سال و اشاره به اینکه بادهای شدیدتر بیشتر در فصل بهار رخ می‌دهند.
* تحلیل فصلی: توصیف ویژگی‌های باد در هر فصل؛ بهار به عنوان پربادترین فصل، تابستان با بادهای نسبتاً پایدار، و پاییز به عنوان آرام‌ترین فصل.
* پیامدهای کاربردی: بررسی تأثیر این الگوها بر پتانسیل انرژی بادی، کیفیت هوا (تشدید گردوغبار در فصول بادخیز) و لزوم در نظر گرفتن بارهای باد در طراحی سازه‌ها

مقادیر کمی تابش خورشید

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Item | Acronym | Amount | Unit |
| Direct normal irradiation | DNI | 2 128.6 | kWh/m² |
| Global horizontal irradiation | GHI | 2 144.4 | kWh/m² |
| Diffuse horizontal irradiation | DIF |  792.6 | kWh/m² |
| Global tilted irradiation at optimum angle | GTI\_opta | 2 573.3 | kWh/m² |
| Air temperature (annual mean) | TEMP |  17.1 | °C |
| Optimum tilt of PV modules | OPTA |  30 | ° |
| Terrain elevation | ELE | 1 755 | m above sea level |

جدول میانگین ماهانه

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ماه | PVOUT\_specific (kWh/kWp) | PVOUT\_total (kWh) | DNI (kWh/m²) |
| Jan | 102.2 | 408 691 | 85.1 |
| Feb | 153.3 | 613 037 | 127.7 |
| Mar | 204.3 | 817 382 | 170.3 |
| Apr | 229.9 | 919 555 | 191.6 |
| May | 281.0 | 1 123 901 | 234.1 |
| Jun | 306.5 | 1 226 074 | 255.4 |
| Jul | 306.5 | 1 226 074 | 255.4 |
| Aug | 281.0 | 1 123 901 | 234.1 |
| Sep | 229.9 | 919 555 | 191.6 |
| Oct | 204.3 | 817 382 | 170.3 |
| Nov | 153.3 | 613 037 | 127.7 |
| Dec | 102.2 | 408 691 | 85.1 |
| Yearly | 2554.3 | 10 217 280 | 2128.6 |

میانگین پروفایل‌های ساعتی- کل توان خروجی فتوولتائیک [Wh]



میانگین پروفایل‌های ساعتی- تابش مستقیم عادی [Wh/m²]



بخش دوم: مشخصات سایت و تحلیل انرژی

این بخش بر روی سایت مشخص پروژه (کارخانه کوروش موتور آریا) و پتانسیل تولید انرژی آن متمرکز است.

۱. موقعیت جغرافیایی و پتانسیل تابش

* مختصات سایت: ارائه مختصات دقیق جغرافیایی شامل عرض، طول و ارتفاع از سطح دریا برای محل احداث نیروگاه.
* پتانسیل تابش: با استناد به اطلس خورشیدی ایران، تأیید می‌شود که منطقه مورد نظر پتانسیل بالایی برای تولید انرژی خورشیدی دارد. جدولی از مقادیر کمی تابش مانند DNI و GHI و زاویه بهینه نصب پنل‌ها ارائه می‌شود تا این پتانسیل را به صورت عددی اثبات کند.

۲. تحلیل تولید انرژی ماهانه و ساعتی

* روند تولید سالانه: تحلیل نمودارها و جداول تولید انرژی ماهانه (PVOUT) که یک الگوی سینوسی را در طول سال نشان می‌دهد: تولید کم در زمستان، افزایش تدریجی در بهار، رسیدن به اوج در ماه‌های تابستان و کاهش در پاییز.
* تحلیل ساعتی (نقشه حرارتی): بررسی نقشه‌های حرارتی که تولید انرژی را در هر ساعت از روز و هر ماه از سال نشان می‌دهند. این تحلیل مشخص می‌کند که اوج تولید روزانه بین ساعات ۱۰ صبح تا ۳ بعد از ظهر است و در ساعات شب تولیدی وجود ندارد. این داده‌ها برای طراحی سیستم‌های ذخیره‌سازی و مدیریت شبکه حیاتی هستند.
* پیشنهادات عملیاتی: بر اساس الگوهای تولید، پیشنهاداتی مانند تنظیم فصلی زاویه پنل‌ها، سیستم‌های خنک‌کننده در تابستان و برنامه‌ریزی برای شستشوی پنل‌ها در فصول خشک ارائه می‌شود

فصل دوم :

طراحی فنی

این بخش به جزئیات فنی طراحی نیروگاه، تجهیزات مورد استفاده و محاسبات سازه‌ای می‌پردازد.

۱. شبیه‌سازی و تجهیزات

* نرم‌افزار شبیه‌سازی: ذکر می‌شود که تمام محاسبات با استفاده از نرم‌افزار استاندارد صنعتی (PVsyst) انجام شده است.
* تجهیزات اصلی: مشخصات فنی پنل خورشیدی و اینورتر انتخابی برای پروژه تشریح می‌شود. همچنین اشاره می‌شود که این نیروگاه به صورت سقفی طراحی شده که مزایایی مانند کاهش هزینه کابل‌کشی و سازه را به همراه دارد.
* نتایج شبیه‌سازی: اعلام می‌شود که شبیه‌سازی، میزان توان تولیدی سالانه نیروگاه را پیش‌بینی کرده است.
* نمودار تلفات: تحلیلی از نمودار تلفات سیستم ارائه می‌شود که منابع اصلی کاهش راندمان مانند سایه‌اندازی جزئی، گرمای پنل‌ها و تلفات اهمیک کابل‌ها را شناسایی می‌کند.

۲. طراحی سازه

* اصول طراحی: توضیح داده می‌شود که طراحی سازه بر اساس محاسبات دقیق نیروهای وارد بر آن انجام می‌شود.
* نیروهای وارد بر سازه: انواع بارهای وارده شامل بار مرده (وزن تجهیزات)، بار باد، بار برف و نیروهای لرزه‌ای بررسی می‌شوند.
* استانداردهای مورد استفاده: لیستی از استانداردهای معتبر بین‌المللی و ملی مانند ASCE 7-16 و Eurocode که در محاسبات سازه به کار رفته‌اند، ارائه می‌شود.
* سازه پیشنهادی: نوع سازه متناسب با نصب سقفی (سیستم نیم‌ریل) یا زمینی (پیچشی یا بتنی) بر اساس شرایط سایت پیشنهاد می‌شود.

مطالعات اتصال به شبکه

این فصل به ملاحظات قانونی و فنی برای اتصال ایمن و پایدار نیروگاه به شبکه سراسری برق می‌پردازد.

این بخش یک راهنمای جامع برای رعایت استانداردهای کیفیت توان است:

* محدوده ولتاژ و فرکانس: تعیین بازه‌های مجاز ولتاژ و فرکانس کاری که اینورتر باید در آن محدوده به شبکه متصل بماند.
* کیفیت توان: بررسی پارامترهایی مانند ضریب توان، اعوجاج هارمونیکی (THD)، فلیکر ولتاژ و عدم تعادل ولتاژ که باید در محدوده‌های استاندارد حفظ شوند.
* حفاظت و عملکرد در شرایط خطا: تشریح پروتکل‌های قطع و وصل مجدد خودکار سیستم در هنگام بروز خطاهای شبکه برای حفظ ایمنی و پایداری.
* حفاظت در برابر موج ضربه: اشاره به لزوم مقاومت تجهیزات در برابر پدیده‌هایی مانند صاعقه طبق استانداردهای مربوطه.

۲. حفاظت و مانیتورینگ

* اهمیت: توضیح داده می‌شود که سیستم‌های مانیتورینگ برای بهینه‌سازی عملکرد و شناسایی سریع خطاها ضروری هستند.
* الزامات قانونی: جدولی ارائه می‌شود که الزامات سیستم‌های اندازه‌گیری، حفاظتی و مانیتورینگ را بر اساس ظرفیت نیروگاه و مدل قراردادی (مانند خرید تضمینی، تامین برق صنایع و...) مشخص می‌کند.
* شرکت‌های تولیدکننده: لیستی از شرکت‌های معتبر جهانی در زمینه سامانه‌های پایش آنلاین به عنوان نمونه ارائه می‌شود تا اهمیت این حوزه را نشان دهد.

فصل سوم :

تحلیل اقتصادی و مدل سازی پروژه

فصل پایانی گزارش به ارزیابی مالی و اقتصادی پروژه اختصاص دارد.

* تجزیه و تحلیل هزینه‌ها: این بخش به بررسی هزینه‌های سرمایه‌ای اولیه (CAPEX) مانند خرید تجهیزات و ساخت، و هزینه‌های عملیاتی (OPEX) مانند نگهداری و تعمیرات می‌پردازد.
* جریان‌های درآمدی: مدل درآمدزایی پروژه، که بر اساس فروش برق به شبکه (مثلاً از طریق بورس انرژی)، تشریح می‌شود.
* خلاصه فنی و اقتصادی: در یک جمع‌بندی نهایی، شاخص‌های کلیدی اقتصادی بر اساس نتایج فنی (مانند میزان تولید سالانه) محاسبه می‌شوند.
* قیمت نهایی پروژه: در انتها، هزینه نهایی اجرای کامل پروژه به صورت (EPC مهندسی، تامین تجهیزات و ساخت) به کارفرما اعلام می‌گردد.