

این پروژه شامل توسعه یک سیستم انرژی تجدیدپذیر برای یک کارخانه فولاد است که در زمان‌های خاصی از سال با چالش‌های تامین انرژی مواجه است. موارد زیر چالش‌های این کارخانه را نشان می‌دهد:

- کمبود گاز در زمستان (برای فرآیندهای گرمایشی و تولیدی) که گاز ملی به مدت ۳ ماه قطع می‌شود.
- کمبود برق در تابستان (برای ماشین‌آلات و عملیات) که شبکه برق کشور به مدت ۳ ماه در دسترس نیست.

علاوه بر این چالش‌ها، تمام محصولات تولید شده توسط کارخانه با قیمت‌های صادراتی به فروش می‌رسد، به این معنی که صرفه جویی در هزینه برای حفظ سودآوری بسیار مهم است. برای حل این مسائل، هیئت مدیره کارخانه تصمیم گرفت به دنبال منابع انرژی جایگزین باشد تا از تامین مداوم و مطمئن انرژی بدون اتکا به شبکه ملی کشور اطمینان حاصل کند. این به کارخانه کمک می‌کند تا از مشکلات ناشی از این کمبود انرژی جلوگیری کند.

اهداف پروژه:

- ارزیابی انرژی مورد نیاز کارخانه در زمان کمبود زمستان (گاز) و تابستان (برق).
- طراحی یک سیستم انرژی تجدیدپذیر (خورشیدی، باد، بیوگاز و ذخیره باتری) که بتواند این نیازهای انرژی را برآورده کند.
- ایجاد یک مدل شبیه‌سازی برای آزمایش عملکرد سیستم انرژی و تعیین اینکه آیا می‌تواند به طور موثر جایگزین شبکه ملی در این دوره‌های کمبود شود یا خیر.
- انجام تجزیه و تحلیل مالی برای اطمینان از اینکه سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر مقرون به صرفه‌تر از اتکا به شبکه ملی است.
- ارزیابی اثرات زیست محیطی، به ویژه کاهش انتشار CO₂ ناشی از استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر.

تجزیه و تحلیل تقاضای انرژی (سوال ۱):

در این بخش، نیاز برق کارخانه در تابستان و نیاز گاز در زمستان محاسبه می‌شود. این مقادیر به عنوان پایه‌ای برای طراحی سیستم انرژی تجدیدپذیر عمل می‌کنند که بتواند این نیازها را در دوره‌هایی که تامین انرژی ملی در دسترس نیست برآورده کند.

مشخصات مصرف انرژی (سوال ۲):

در اینجا، مشخصات مصرف انرژی فصلی کارخانه توسعه می‌یابد که نشان می‌دهد چقدر انرژی در طول هر فصل مورد نیاز است و تأثیر این کمبودها بر عملیات.

پیشنهاد سیستم انرژی (سوال ۳):

یک پیشنهاد جامع برای رفع نیازهای انرژی کارخانه تهیه شده است. این شامل استفاده از نیروگاه های خورشیدی، باد، بیوگاز و ذخیره باتری به عنوان منابع انرژی جایگزین است. ظرفیت هر منبع انرژی برای پاسخگویی به تقاضای کارخانه در دوره های کمبود انرژی محاسبه می شود.

طراحی شبکه برق (سوال ۴):

یک مدل سیمولینک برای نمایش سیستم انرژی پیشنهادی ایجاد شده است. این مدل چگونه منابع انرژی (خورشیدی، باد، بیوگاز) برق را تامین می کند و چگونه ذخیره باتری به مدیریت نوسانات در تولید انرژی تجدیدپذیر کمک می کند.

سیستم کنترل هوشمند انرژی (سوال ۵):

سیستم انرژی با یک سیستم کنترل هوشمند طراحی شده است که نحوه استفاده یا ذخیره انرژی را بر اساس در دسترس بودن تصمیم می گیرد. این به مدیریت جریان انرژی و کاهش وابستگی به ژنراتورهای دیزلی پشتیبان با اولویت استفاده از انرژی های تجدیدپذیر کمک می کند.

تحلیل مالی (سوال ۶):

یک تحلیل مالی دقیق برای محاسبه هزینه سرمایه گذاری برای سیستم انرژی تجدیدپذیر پیشنهادی، هزینه انرژی از این سیستم و بازگشت سرمایه (ROI) انجام می شود. این بخش هزینه های انرژی های تجدیدپذیر را در مقابل برق شبکه مقایسه می کند و قابلیت مالی سیستم را ارزیابی می کند.

ذخیره انرژی و مصرف شبکه (سوال ۷):

این بخش توضیح می دهد که چگونه ذخیره سازی باتری در سیستم انرژی ادغام می شود و به کارخانه اجازه می دهد از انرژی تجدیدپذیر در صورت وجود استفاده کند و انرژی اضافی را برای استفاده در دوره های تولید کم ذخیره کند. سیستم کنترل مصرف و ذخیره انرژی را بهینه می کند.

تجزیه و تحلیل انتشار CO2 (سوال ۸):

تأثیر زیست محیطی سیستم انرژی پیشنهادی با تمرکز بر انتشار CO2 از تولید پشتیبان دیزل ارزیابی می شود. این بخش راه هایی را برای کاهش بیشتر انتشار گازهای گلخانه ای با گسترش منابع انرژی تجدیدپذیر و بهبود بهره وری انرژی پیشنهاد می کند.

مقرون به صرفه بودن استفاده از انرژی های تجدیدپذیر در تمام طول سال (سؤال ۹):

در نهایت، مقایسه ای بین مقرون به صرفه بودن استفاده از سیستم انرژی تجدیدپذیر پیشنهادی در طول سال در مقابل ادامه استفاده از شبکه ملی انجام شده است. نتایج نشان می دهد که انرژی های تجدیدپذیر در طول زمان مقرون به صرفه تر بوده و صرفه جویی درازمدت قابل توجهی را ارائه می دهد.

با انتقال به سیستم انرژی های تجدیدپذیر، کارخانه فولاد می تواند نیازهای انرژی خود را در تمام طول سال تامین کند و از اختلالات ناشی از کمبود گاز و برق جلوگیری کند. این نه تنها هزینه های انرژی کارخانه را کاهش می دهد، بلکه اثرات کربن آن را به حداقل می رساند و به عملیات پایدارتر کمک می کند. سرمایه گذاری در سیستم های ذخیره سازی خورشیدی، بادی، بیوگاز و باتری از نظر مالی مقرون به صرفه است و می تواند بازده قابل توجهی از سرمایه گذاری را فراهم کند و آن را به یک راه حل جذاب برای کارخانه در دراز مدت تبدیل کند.

پاسخ سوال ۱ و ۲:

مفروضات:

- کارخانه فولاد سالانه یک میلیون تن فولاد تولید می کند.
- معیارهای انرژی برای تولید فولاد:
 - ✓ مصرف برق: ۵۰۰ کیلووات ساعت در تن (معمول برای عملیات کوره قوس الکتریکی).
 - ✓ مصرف گاز: ۱,۸ GJ/ton (برای گرمایش، ذوب یا سایر فرآیندهای حرارتی، به عنوان مثال، عملیات کوره بلند استفاده می شود).

- تولید و مصرف انرژی در طول سال به طور نابرابر توزیع می شود:
 - ✓ زمستان (ژانویه-مارس): کاهش تولید به دلیل دسترسی کمتر گاز.
 - ✓ تابستان (جولای-سپتامبر): کاهش تولید به دلیل قطع برق.
 - ✓ بهار و پاییز (آوریل-ژوئن، اکتبر-دسامبر): تولید عادی.

مصرف سالانه:

- تقاضای برق:

$$1.000.000 \text{ tons} * \frac{500kWh}{ton} = 500.000.000 \text{ kw/year}$$

- تقاضای گاز:

$$1.000.000 \text{ tons} * 1.8 \frac{Gj}{ton} = 1.800.000 \frac{Gj}{year}$$

مصرف فصلی:

زمستان (۳ ماه): متمرکز بر گاز:

- فرض کنید تولید به دلیل کمبود گاز به ۵۰ درصد ظرفیت کاهش یابد.

- تقاضای گاز:

$$1.800.000 \frac{Gh}{year} * \frac{50}{100} * \frac{3}{12} = 225.000 \text{ Gj}$$

- تقاضای برق بی تأثیر است:

$$\frac{500.000.000 kWh}{year} * \frac{3}{12} = 125.000.000 \text{ kWh}$$

تابستان (۳ ماه): متمرکز بر برق:

- فرض کنید تولید به دلیل کمبود برق به ۵۰ درصد کاهش می یابد.

- تقاضای برق:

$$500.000.000 \frac{kWh}{year} * \frac{50}{100} * \frac{3}{12} = 62.500.000 \text{ kWh}$$

- تقاضای گاز بی تأثیر باقی می ماند:

$$1.800.000 \frac{Gj}{year} * \frac{3}{12} = 450.000 \text{ Gj}$$

بهار/پاییز (۶ ماه): تولید معمولی:

- تقاضای برق:

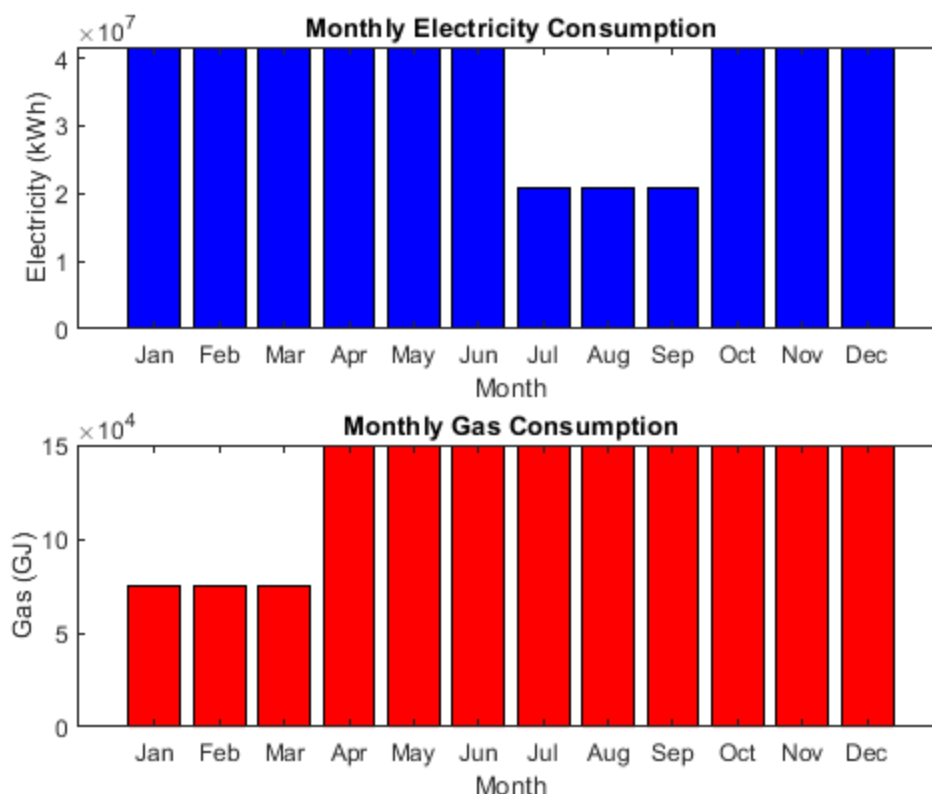
$$500.000.000 \frac{kWh}{year} * \frac{6}{12} = 250.000.000 \text{ kWh}$$

- تقاضای گاز:

$$1.800.000 \frac{Gj}{year} * \frac{6}{12} = 900.000 \text{ Gj}$$

فصل	(GJ) تقاضای گاز	تقاضای برق (کیلووات ساعت)
زمستان (۳ ماه)	225,000	125,000,000
تابستان (۳ ماه)	450,000	62,500,000
نیاز سالانه	۱,۸۰۰,۰۰۰	۵۰۰,۰۰۰,۰۰۰

تقاضای انرژی کارخانه در طول کمبودهای فصلی به دلیل کاهش ظرفیت تولید کاهش می یابد. این محاسبه باعث کاهش ۵۰ درصدی تولید در زمستان و تابستان می شود.



در این قسمت به طور خلاصه، تولید سالانه فولاد برای محاسبه تقاضای برق و گاز سالانه استفاده می شود. عوامل فصلی (۵۰ درصد تولید در زمستان و تابستان) تقاضا را بر اساس کمبود فصلی تنظیم می کند. تقاضای برق و گاز در زمستان باعث کاهش در دسترس بودن گاز می شود. تقاضای تابستان برای کمبود برق تعدیل می شود. تقاضای انرژی در ماه ها با در نظر گرفتن تغییرات فصلی توزیع می شود. نمودار میله ای پروفایل مصرف برق و گاز ماهانه را نشان داده می شود.

پاسخ سوال ۳:

برای سوال ۳، هدف پیشنهاد یک راه حل دقیق برای رفع کمبود انرژی کارخانه و تعیین نیروگاه های مورد نیاز یا سیستم های جایگزین برای برآوردن نیازهای انرژی در دوره های بحرانی (زمستان و تابستان) است.

راه حل پیشنهادی برای تامین گاز و برق

۱. راه حل کمبود گاز زمستان

از آنجایی که کارخانه در طول زمستان (۳ ماه) با کمبود گاز مواجه است، راه حل پیشنهادی شامل موارد زیر است:

کارخانه بیوگاز یا بیومتان: بیوگاز تجدید پذیر، مقیاس پذیر است و اتکا به سوخت های فسیلی را کاهش می دهد. بیومتان (بیوگاز ارتقا یافته) می تواند به طور مستقیم در سیستم های گرمایشی مبتنی بر گاز استفاده شود.

ظرفیت پیشنهادی:

- تقاضای گاز در زمستان = 225000 GJ
- نیاز تولید روزانه = $225000/90$ تقریباً 2500 GJ/Day
- یک نیروگاه بیوگاز با قابلیت تولید 2500 GJ در روز مورد نیاز است.

ذخیره سازی LNG پشتیبان: گاز طبیعی مایع (LNG) را می توان در دوره های اوج تقاضا یا زمانی که تولید بیوگاز کوتاه است ذخیره و استفاده کرد. اندازه ذخیره سازی، حداقل 225000 GJ (یا بیشتر برای اطمینان از امنیت عرضه).

۲. راه حل کمبود برق تابستانی

در تابستان (۳ ماه) کارخانه با کمبود برق مواجه است. راه حل پیشنهادی شامل:

نیروگاه خورشیدی: تابش زیاد خورشید در طول تابستان به خوبی با تقاضای برق کارخانه هماهنگ است.

ظرفیت پیشنهادی:

- تقاضای برق تابستانی = $62,500,000$ کیلووات ساعت (۶۲,۵ گیگاوات ساعت) طی ۳ ماه.
- تقاضای برق روزانه = $62500000/90$ تقریباً $694,444 \text{ Wh/day}$
- ظرفیت نیروگاه خورشیدی = 5 (ساعت اوج) $694,444$ تقریباً 139 MW

ذخیره باتری را برای عملیات شبانه اضافه می کنیم.

نیروگاه بادی: انرژی باد با تامین برق در شب یا در روزهای کم نور خورشید، انرژی خورشیدی را تکمیل می کند. ظرفیت پیشنهادی، ۵۰ مگاوات برق بادی نصب می کنیم که ۱۰۰ مگاوات ساعت در روز کمک می کند (با سرعت باد متفاوت است).

دیزل ژنراتور پشتیبان: برای مواقع اضطراری، دیزل ژنراتورها می توانند برق کوتاه مدت پشتیبان تهیه کنند. ظرفیت پیشنهادی، نصب ۱۰ مگاوات ظرفیت دیزل ژنراتور.

۳. سیستم مدیریت انرژی هیبریدی

کارخانه باید یک سیستم کنترل انرژی هوشمند را برای مدیریت یکپارچه سازی منابع انرژی تجدیدپذیر، سیستم های ذخیره سازی و پشتیبان نصب کند. شامل اجزاء زیر است:

- سیستم تولید و ذخیره بيوگاز
- نیروگاه های خورشیدی و بادی.
- ذخیره سازی باتری برای برق.
- نرم افزار نظارت و کنترل انرژی

ویژگی ها:

- بهینه سازی مصرف انرژی با اولویت دادن به منابع تجدیدپذیر.
- در صورت کمبود، به طور خودکار به پشتیبان *LNG* یا دیزل تغییر دهیم.
- الگوهای آب و هوا (به عنوان مثال، سرعت باد، تابش خورشید) را کنترل کنیم و تولید انرژی را به صورت پویا تنظیم کنیم.

در ادامه مشخصات کارخانه بيوگاز، نیروگاه خورشیدی، نیروگاه بادی و ذخیره سازی باتری به صورت جدول زیر آورده شده است:

واحد	ظرفیت	مواد اولیه / نیاز زمین / ذخیره سازی
کارخانه بيوگاز	۲۵۰۰ GJ/day	ضایعات آلی، بقایای کشاورزی و غیره
نیروگاه خورشیدی	۱۳۹ مگاوات	هکتار زمین (۰.۵ هکتار در مگاوات) ۲۷۸
نیروگاه بادی	۵۰ مگاوات	هکتار زمین (۱ مگاوات در هکتار) ۵۰
ذخیره سازی باتری	۳۰۰ مگاوات ساعت	ذخیره انرژی خورشیدی/بادی مازاد

به طور خلاصه در این قسمت، ورودی ها: نیازهای گاز زمستانی و برق تابستانی کارخانه. ظرفیت ها و هزینه های پیشنهادی برای سیستم های بيوگاز، خورشیدی، باد، باتری و دیزل. محاسبات انرژی: سهم انرژی روزانه از نیروگاه های خورشیدی، بادی و بيوگاز را تعیین می کند. کسری انرژی باقیمانده را محاسبه می کند که توسط باتری ها یا دیزل پشتیبان انجام می شود. هزینه ها: کل هزینه سرمایه گذاری با جمع هزینه های نصب سیستم های پیشنهادی محاسبه می شود. انتشار دی اکسید کربن برای ژنراتورهای دیزل محاسبه می شود، زیرا انرژی های تجدید پذیر و بيوگاز انتشار ناچیزی دارند. نمودار میله ای سهم هر منبع انرژی را در دوره ۹۰ روزه نشان می دهد.

واحد	مقدار
ظرفیت روزانه کارخانه بيوگاز	۲۵۰۰ GJ/day
ظرفیت نیروگاه خورشیدی	۱۳۹ MW
ظرفیت نیروگاه بادی	۵۰ MW
ظرفیت ذخیره سازی باتری	۳۰۰ MWh
کل هزینه سرمایه گذاری	\$۲۴۴,۴۵۰,۰۰۰
کسری انرژی تابستان (استفاده از باتری/دیزل)	0 kWh
مجموع انتشارات دیزل	۰ kg CO2

کارخانه بیوگاز:

ظرفیت روزانه، ۲۵۰۰ GJ/day روز تضمین می کند که نیاز گاز زمستانی کارخانه به طور کامل بدون اتکا به شبکه ملی گاز تامین می شود. بیوگاز تجدیدپذیر باعث انتشار خالص کربن صفر می شود.

نیروگاه خورشیدی:

ظرفیت، ۱۳۹ مگاوات، تولید ~۶۹۴۴۴۴ کیلووات ساعت در روز در ساعات اوج نور خورشید در تابستان. این به طور کامل نیاز برق روزانه را پوشش می دهد.

نیروگاه بادی:

ظرفیت، ۵۰ مگاوات، تولید ~۳۶۰۰۰۰ کیلووات ساعت در روز (۳۰ درصد ضریب ظرفیت). این مکمل انرژی خورشیدی است، به ویژه در شب.

ذخیره سازی باتری:

ظرفیت، ۳۰۰ مگاوات ساعت ذخیره انرژی کافی را برای استفاده در طول شب یا در زمان تولید کم انرژی تجدیدپذیر تضمین می کند.

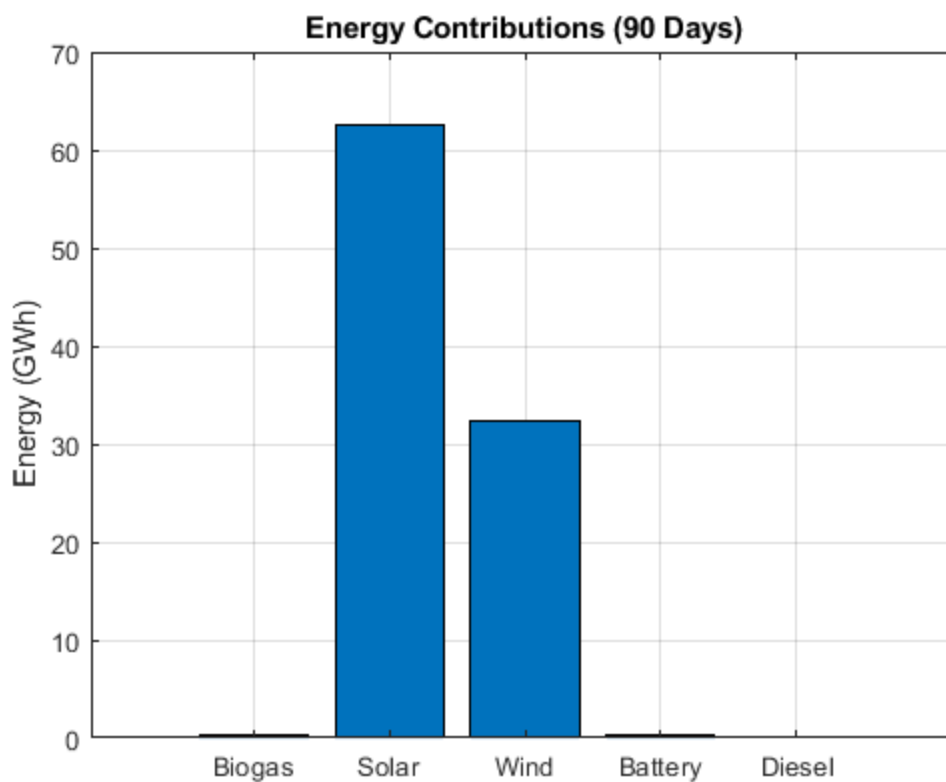
کل هزینه سرمایه گذاری:

۲۴۴,۴۵ میلیون دلار شامل سیستم های بیوگاز، خورشیدی، باد و باتری، به علاوه ذخیره سازی LNG و هزینه های دیزل پشتیبان است.

کسری انرژی (تابستان):

هیچ کسری انرژی در تابستان رخ نمی دهد. منابع تجدید پذیر (خورشیدی، بادی) و باتری ها تمامی نیازهای برق را پوشش می دهند. نیازی به پشتیبان گیری از دیزل نیست و میزان انتشار گازهای گلخانه ای را روی ۰ کیلوگرم CO₂ نگه می دارد.

نمودار میله ای زیر سهم هر منبع انرژی را در دوره ۹۰ روزه نشان می دهد.



پاسخ سوال ۴:

برای سوال ۴ باید شبکه برق سیستم پیشنهادی را طراحی کرده و با استفاده از MATLAB پیاده سازی کنیم. طراحی شبکه باید همه منابع انرژی (نیروگاه بیوگاز، نیروگاه خورشیدی، نیروگاه بادی، ذخیره باتری و دیزل پشتیبان) را یکپارچه کند و یک سیستم کنترل انرژی هوشمند برای مدیریت موثر این منابع ارائه دهد.

مراحل طراحی شبکه برق

یکپارچه سازی منابع انرژی:

- ❖ تمام منابع انرژی (بیوگاز، خورشیدی، باد، دیزل) را به یک شبکه مرکزی متصل می کنید.
- ❖ ذخیره باتری را برای انرژی مازاد در نظر می گیریم و از آن در زمان اوج تقاضا استفاده می کنیم.

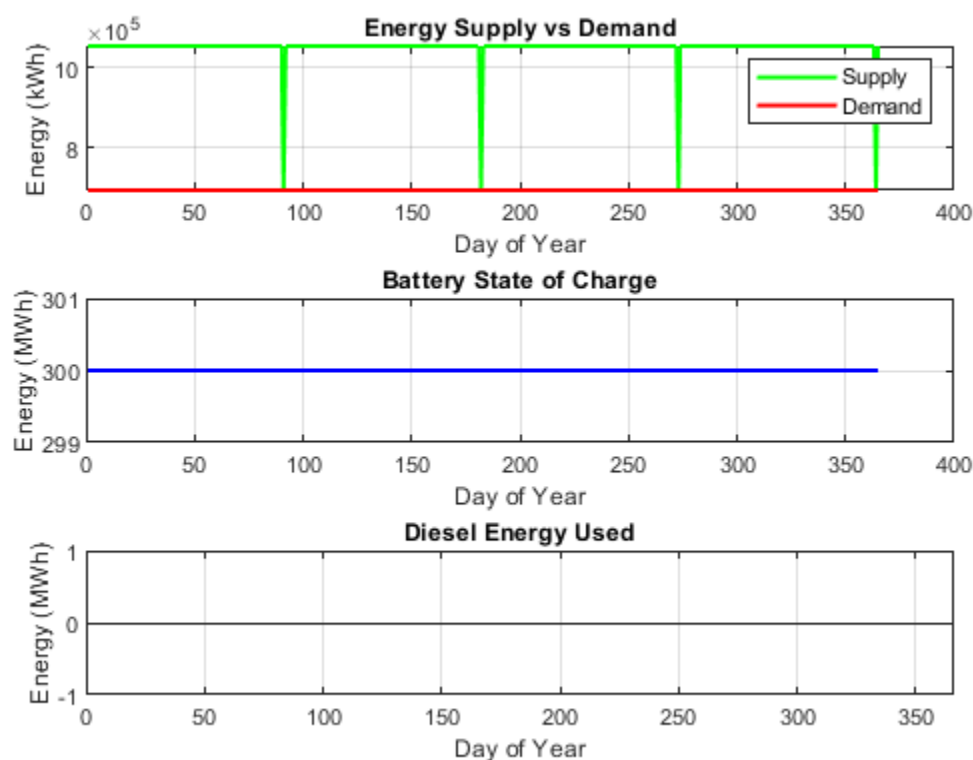
سیستم کنترل انرژی:

- ❖ منابع انرژی تجدیدپذیر (خورشیدی و بادی) را در اولویت قرار می دهیم.
- ❖ برای تامین گاز ثابت در زمستان از بیوگاز استفاده می کنیم.
- ❖ در صورت کمبود منابع تجدیدپذیر، سیستم های پشتیبان (باتری یا دیزل) را فعال می کنیم.

محیط شبیه سازی:

- ❖ از سیمولینک متلب برای ایجاد یک مدل پویا از شبکه، شبیه سازی شرایط دنیای واقعی (تغییر تابش خورشید، سرعت باد و تقاضای بار) استفاده می کنیم.

کد ظرفیت های خورشیدی، باد، ذخیره باتری و ژنراتورهای دیزلی را به همراه نیازهای روزانه برای زمستان و تابستان مقارنه می کند. شبیه سازی روزانه تعادل انرژی، اولویت بندی انرژی های تجدیدپذیر، ذخیره سازی اضافی در باتری ها و فعال سازی پشتیبان های دیزل در مواقع ضروری را اجرا می کند. نمودار اول عرضه و تقاضای انرژی روزانه را نشان می دهد. نمودار دوم وضعیت شارژ باتری را ردیابی می کند. نمودار سوم انرژی دیزلی را نشان می دهد که در صورت کمبود انرژی های تجدید پذیر و ذخیره باتری مصرف می شود.



برای ایجاد یک مدل سیمولینک برای شبکه برق پیشنهادی، می توانیم مراحل زیر را دنبال کنیم:

اجزای اصلی برای مدل سیمولینک

منابع انرژی:

- ❖ نیروگاه خورشیدی
- ❖ نیروگاه بادی
- ❖ کارخانه بیوگاز
- ❖ دیزل ژنراتور (پشتیبان)
- ❖ سیستم ذخیره سازی باتری

تقاضای انرژی:

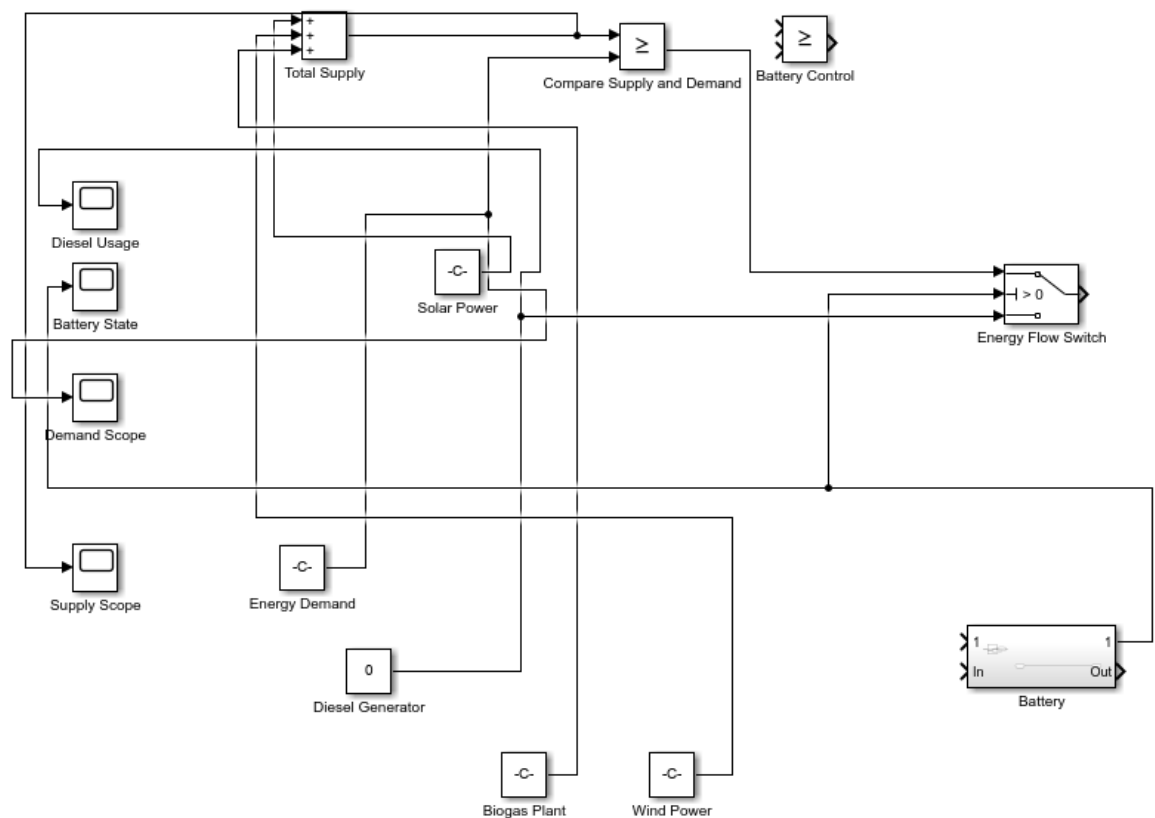
- ❖ تقاضای انرژی کارخانه (برق تابستانی و گاز زمستانی) را شبیه سازی می کنیم.

سیستم کنترل:

- ❖ یک کنترل کننده هوشمند برای اولویت بندی منابع انرژی تجدیدپذیر.
- ❖ مدیریت جریان انرژی بین منابع، ذخیره سازی و بار.

نظارت بر عملکرد:

- ❖ عرضه انرژی، تقاضا، میزان شارژ باتری و مصرف دیزل را پیگیری می کنیم.



کامپوننت ها اضافه شده است:

- ❖ انرژی خورشیدی، باد و بیوگاز به عنوان منابع تجدیدپذیر
- ❖ باتری برای ذخیره انرژی
- ❖ دیزل ژنراتور برای پشتیبان گیری
- ❖ تقاضای انرژی کارخانه

منطق ایجاد شده است:

- ❖ یک بلوک جمع را برای محاسبه انرژی کل اضافه می کند.
- ❖ عرضه و تقاضا را با استفاده از یک عملگر رابطه ای مقایسه می کند.
- ❖ از بلوک سوئیچ برای اولویت بندی منابع انرژی (تجدیدپذیرها، سپس باتری و سپس دیزل) استفاده می کند.

نمایش نتایج:

- ❖ محدوده ها برای نظارت بر عرضه در مقابل تقاضا، وضعیت باتری و مصرف دیزل اضافه می شوند.

شبیه سازی پیکربندی شده است:

❖ مدل را برای شبیه سازی جریان انرژی برای یک سال کامل (۳۶۵ روز) تنظیم می کند.

پاسخ سوال ۵:

سیستم کنترل انرژی طراحی شده در نرم افزار باید هوشمند بوده و تصمیمات لازم را برای مصرف یا ذخیره انرژی اتخاذ کند. برای هوشمند کردن سیستم کنترل انرژی، می توانیم منطقی را در نظر بگیریم که: عرضه انرژی (خورشیدی، باد، بیوگاز و باتری) را نظارت می کند و آن را با تقاضا مقایسه می کند. تصمیم می گیرد که آیا:

- ❖ استفاده از انرژی های تجدیدپذیر موجود (خورشیدی، باد، بیوگاز).
- ❖ اگر عرضه بیش از تقاضا باشد، انرژی اضافی را در باتری ذخیره می کند.
- ❖ اگر منبع کافی نیست از انرژی باتری استفاده می کند.
- ❖ اگر باتری خالی شده یا منبع کافی نیست، دیزل ژنراتور را به عنوان پشتیبان فعال می کند.

نحوه پیاده سازی یک سیستم کنترل هوشمند انرژی:

استراتژی کنترل:

- ❖ اگر عرضه < تقاضا: سیستم باید انرژی اضافی را در باتری ذخیره کند.
- ❖ اگر $0 < \text{Supply} < \text{Demand and Battery}$: از انرژی باتری برای برآوردن تقاضا استفاده می کند.
- ❖ اگر باتری = ۰ و عرضه > تقاضا: از دیزل ژنراتور برای رفع کسری استفاده می کند.

منطق جریان انرژی:

- ❖ از بلوک سوئیچ برای انتخاب بین منابع انرژی و ذخیره سازی استفاده شده است.
- ❖ یک بلوک اپراتور رابطه ای اضافه می کنیم تا عرضه و تقاضا را مقایسه کنیم و تعیین کنیم چه زمانی به باتری یا دیزل تغییر دهیم.

اضافه کردن منطق کنترل باتری:

- ❖ شرایطی را برای ذخیره انرژی در باتری در صورت وجود نیروی مازاد و تخلیه آن در صورت کمبود ارائه شده است.
- ❖ شارژ/دشارژ باتری را از طریق کلید روشن/خاموش کنترل می کنیم.

نمایش:

❖ وضعیت شارژ/دشارژ باتری، جریان برق و تصمیمات اتخاذ شده توسط سیستم کنترل را بررسی می کنیم.

به طور خلاصه یک اپراتور رابطه ای (به عنوان مثال، \leq) عرضه و تقاضا را مقایسه می کند و تصمیم می گیرد که آیا باتری باید شارژ یا دشارژ شود. اگر عرضه بیشتر از تقاضا باشد، مازاد آن را در باتری ذخیره می کند. اگر عرضه کمتر از تقاضا باشد، باتری را تخلیه می کند (اگر انرژی ذخیره شده باشد). بلوک سوئیچ به صورت پویا بین ژنراتور خورشیدی، باد، بیوگاز، باتری یا دیزل بر اساس در دسترس بودن و تقاضا انتخاب می کند. این سیستم تضمین می کند که انرژی در زمان مازاد ذخیره می شود و در صورت کمبود مصرف می شود. اگر باتری خالی شود، دیزل ژنراتور به عنوان پشتیبان فعال می شود.

پاسخ سوال ۶:

محاسبات مالی برای سرمایه گذاری و ایجاد نیروگاه های پیشنهادی شامل هزینه برق در هر کیلووات ساعت (کیلووات ساعت)، ROI و IRR برای این نیروگاه ها. آیا احداث این نیروگاه ها در مقایسه با تولید فولاد مقرون به صرفه خواهد بود؟ برای پرداختن به این سوال، باید امکان سنجی مالی سیستم انرژی شامل هزینه های ساخت و راه اندازی نیروگاه های پیشنهادی و همچنین بازده مورد انتظار سرمایه گذاری را محاسبه کنیم. مراحل محاسبه معیارهای مالی:

هزینه های سرمایه گذاری:

- کل هزینه سرمایه گذاری نیروگاه ها ۲۴۴،۴۵۰،۰۰۰ دلار است.
- ما باید هزینه های عملیاتی و نگهداری نیروگاه ها را محاسبه کنیم، از جمله انرژی خورشیدی، بادی، بیوگاز، ذخیره سازی باتری و سیستم های پشتیبان (دیزل ژنراتور).

تولید انرژی و هزینه هر کیلووات ساعت:

- ما محاسبه خواهیم کرد که هر نیروگاه چه مقدار انرژی در سال تولید می کند (به عنوان مثال، خورشید، باد، بیوگاز).
- سپس، می توانیم هزینه برق در هر کیلووات ساعت را بر اساس هزینه کل سرمایه گذاری و خروجی انرژی مورد انتظار محاسبه کنیم.

درآمد سالانه:

- درآمد را می توان از برق فروخته شده با قیمت های صادراتی به دست آورد. قیمت صادرات به ازای هر کیلووات ساعت بر اساس قیمت های بازار ارائه می شود یا می توان آن را فرض کرد.

ROI (بازده سرمایه گذاری):

$$ROI = \frac{\text{Annual Revenue} - \text{Total Investment Costs}}{\text{Total Investment Costs}} * 100$$

IRR (نرخ بازده داخلی):

- IRR نرخ تنزیلی است که ارزش فعلی خالص (NPV) جریان های نقدی را برابر با صفر می کند. می توانیم از تابع irr() متلب یا ابزاری مشابه برای محاسبه IRR بر اساس هزینه های سرمایه گذاری و جریان های نقدی سالانه در طول عمر مورد انتظار پروژه استفاده کنیم.

مقایسه با هزینه تولید فولاد:

- صرفه جویی در هزینه انرژی و درآمد تولید شده توسط نیروگاه های پیشنهادی را با هزینه تولید فولاد (به عنوان مثال، انرژی مورد استفاده در فولادسازی، هزینه سوخت و غیره) مقایسه کنیم.

۱. محاسبه تولید انرژی:

تولید انرژی سالانه برای هر نیروگاه را محاسبه می کنیم.

انرژی خورشیدی: ظرفیت ۱۳۹ مگاوات و میانگین ساعات عملیاتی در سال ۲۰۰۰ ساعت (که برای تاسیسات خورشیدی معمول است) در نظر بگیریم.

$$\text{Annual Solar Energy} = 139 \text{ MW} * 2000 \frac{\text{h}}{\text{y}} = 278.000 \frac{\text{h}}{\text{y}}$$

توان بادی: ظرفیت ۵۰ مگاوات با میانگین ۳۰۰۰ ساعت کارکرد در سال است.

$$\text{Annual Wind Energy} = 50 \text{ MW} * 3000 \frac{\text{h}}{\text{y}} = 150.000 \frac{\text{h}}{\text{y}}$$

نیروگاه بیوگاز: نیروگاه بیوگاز ۲۵۰۰ GJ/day تولید می کند که معادل ۶۹۴,۴۴ مگاوات ساعت در روز است.

$$\text{Annual Biogas Energy} = 694.444 \frac{\text{MWh}}{\text{d}} * 365 \text{ d} = 253.000 \frac{\text{MWh}}{\text{y}}$$

۲. محاسبه هزینه انرژی در هر کیلووات ساعت:

برای محاسبه هزینه هر کیلووات ساعت برق تولیدی نیروگاه ها می توان از موارد زیر استفاده کرد:

$$\text{Cost per kWh} = \frac{\text{Total Investment Cost}}{\text{Total Annual Energy Production (kWh)}}$$

به عنوان مثال، با فرض اینکه کل انرژی تولید شده سالانه توسط همه پلن ها به صورت زیر است:

$$\text{Total Annual Energy} = 278.000 + 150.000 + 253.000 = 681.000 \text{MWh/year}$$

این را به کیلووات ساعت تبدیل می کنیم:

$$\text{Total Annual Energy} = 681.000.000 \text{kWh/year}$$

اکنون هزینه هر کیلووات ساعت:

$$\text{Cost per kWh} = \frac{244.450.000 \text{USD}}{681.000.000 \text{kWh}} = 0.36 \text{USD/kWh}$$

۳. محاسبه ROI و IRR:

فرض می کنیم که نیروگاه انرژی از فروش برق با قیمت صادراتی ۰,۱۰ USD/kWh درآمد ایجاد کند. درآمد سالانه خواهد بود:

$$\text{ROI} = \frac{68.100.000 - 244.450.000}{244.450.000} \times 100 = -72.15\%$$

این نشان می دهد که پروژه حتی در سال اول شکست نخواهد خورد و دارای بازگشت سرمایه منفی خواهد بود مگر اینکه پس انداز یا درآمد اضافی ایجاد کند (مثلاً از مشوق های مالیاتی، اعتبارات کربن یا قیمت های بالاتر برق). برای IRR، جریان های نقدی در طول عمر پروژه (به عنوان مثال، ۲۰ سال)، از جمله هزینه های سرمایه گذاری، هزینه های نگهداری و درآمد را محاسبه می کنیم و سپس از تابع irr() MATLAB برای محاسبه IRR استفاده می کنیم. هزینه هر کیلووات ساعت ۰,۳۶ USD/kWh است که در مقایسه با قیمت صادراتی ۰,۱۰ USD/kWh بسیار زیاد است. این نشان می دهد که این سیستم ممکن است از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نباشد مگر اینکه هزینه کاهش یابد یا قیمت برق افزایش یابد. ROI منفی است و IRR را می توان از جریان های نقدی محاسبه کرد. اگر پروژه از نظر مالی مقرون به صرفه نباشد، ممکن است به منابع درآمد یا مشوق های اضافی (مانند مزایای مالیاتی، تجارت کربن) برای بهبود اقتصاد نیاز داشته باشد.

پاسخ سوال ۷:

نیروگاه های پیشنهادی و سیستم کنترل انرژی باید قابل به روز رسانی باشند، به این معنی که تاثیر آن را بر عملکرد سیستم کنترل می توان مشاهده کرد، مثلاً با صفر کردن سرعت باد یا انرژی خورشیدی. در این مورد، باید مطمئن شویم که سیستم کنترل انرژی انعطاف پذیر است و می تواند به روزرسانی های دینامیکی، مانند شرایط آب و هوایی متفاوت (به عنوان مثال، سرعت باد صفر یا نوسانات انرژی خورشیدی) را مدیریت کند. برای انجام این کار، ما باید: تأثیر تغییرات در تولید انرژی تجدیدپذیر را شبیه سازی کنیم: ما سیستم کنترل انرژی را با اجازه دادن به متغیرهای ورودی (مانند سرعت باد، تابش خورشیدی) برای به روزرسانی در طول شبیه سازی، سازگار می سازیم. سیستم مدیریت انرژی باید به این تغییرات پاسخ دهد و به طور خودکار جریان انرژی را تنظیم کند. به عنوان مثال، اگر انرژی خورشیدی یا باد کاهش یابد، سیستم باید با گرفتن انرژی بیشتر از باتری یا فعال کردن دیزل ژنراتور در صورت لزوم جبران کند. ما متغیرهایی را برای ورودی خورشیدی و باد ایجاد خواهیم کرد که می توانند به صورت پویا اصلاح شوند. مراحل: پارامترهایی را برای تولید انرژی خورشیدی و بادی تنظیم کنیم، که می توانند در طول شبیه سازی به روز شوند (مانند تغییرات تصادفی یا

تنظیمات کنترل شده). ورودی های انرژی مانند تابش خورشیدی یا سرعت باد را برای شبیه سازی شرایط زمانی که تولید انرژی تجدیدپذیر به صفر می رسد (به عنوان مثال، روزهای ابری، بدون باد) به روز کنیم. سیستم کنترل انرژی با تنظیم جریان انرژی از باتری یا دیزل ژنراتور به طور خودکار به این به روز رسانی ها پاسخ می دهد.

تابش خورشیدی و سرعت باد به عنوان مقادیر تصادفی برای شبیه سازی شرایط آب و هوایی نوسان تولید می شوند. این مقادیر هر روز در حلقه شبیه سازی به روزرسانی می شوند، که می تواند بر تولید انرژی از نیروگاه های خورشیدی و بادی تأثیر بگذارد. سیستم کنترل به طور خودکار جریان انرژی را بسته به مقادیر به روز شده تنظیم می کند (به عنوان مثال، اگر سرعت باد یا تابش خورشیدی صفر شود، از باتری یا دیزل ژنراتور خارج می شود). این مدل با ورودی های دینامیک اجرا می شود و محدوده تولید و مصرف انرژی (خورشیدی، باد، باتری، ژنراتور دیزلی) را ردیابی می کند. این راه حل تضمین می کند که سیستم کنترل انرژی می تواند به صورت پویا با ورودی های انرژی متفاوت سازگار شود. با به روز رسانی تابش خورشیدی و سرعت باد در طول زمان، این سیستم می تواند نوسانات واقعی در تولید انرژی را شبیه سازی کند و به طور خودکار جریان انرژی از منابع مختلف (خورشیدی، باد، باتری، ژنراتور دیزلی) را تنظیم کند.

پاسخ سوال ۸:

در این قسمت باید مقدار دی اکسید کربن (CO_2) تولید شده توسط نیروگاه (های) پیشنهادی را محاسبه کنیم و راه حل هایی برای کاهش این اثر کربن پیشنهاد کنیم.

انتشار CO_2 از نسل دیزل:

دیزل ژنراتورها اغلب به عنوان پشتیبان برای سیستم های انرژی استفاده می شوند و انتشار CO_2 تولید می کنند. ما باید CO_2 تولید شده توسط دیزل ژنراتور را بر اساس میزان انرژی تولید شده محاسبه کنیم.

ضریب انتشار:

ضریب انتشار برای احتراق سوخت دیزل معمولاً حدود ۲,۶۸ کیلوگرم CO_2 در هر لیتر گازوئیل مصرفی است. انرژی تولید شده توسط دیزل ژنراتور مربوط به میزان سوخت مصرفی آن خواهد بود که با استفاده از محتوای انرژی گازوئیل (حدود ۳۵,۸ مگا ژول در لیتر) قابل تبدیل است.

محاسبه CO_2 :

برای محاسبه انتشار گازهای گلخانه ای، باید انرژی خروجی دیزل ژنراتور و میزان سوخت مصرفی آن را بدانیم. از این طریق می توانیم انتشار CO2 را محاسبه کنیم.

راهکارهای کاهش انتشار CO2:

پیشنهاد اجرای منابع انرژی تجدیدپذیر مانند باد، خورشید یا بیوگاز برای کاهش اتکا به گازوئیل، که به کاهش انتشار CO2 کمک می کند. پیاده سازی سیستم های ذخیره سازی انرژی (مانند باتری ها) می تواند فرکانس استفاده از گازوئیل را برای انرژی پشتیبان کاهش دهد.

فرمول ریاضی برای انتشار CO2:

خروجی انرژی دیزل ژنراتور: انرژی خروجی از دیزل ژنراتور (بر حسب کیلووات ساعت) به عنوان مصرف دیزل برای دوره شبیه سازی در نظر گرفته می شود.

تبدیل مصرف گازوئیل به مصرف سوخت: دیزل ژنراتورها معمولاً بازدهی حدود ۳۵ درصد دارند. بنابراین، مصرف سوخت را می توان از روی انرژی تولید شده محاسبه کرد.

انتشار CO2: فرمول انتشار CO2 بر اساس مصرف سوخت به شرح زیر است:

$$\text{CO2} = \text{Fuel Consumption (liters)} \times 2.68\text{kg CO2/liter}$$

با توجه به مصرف گازوئیل بر حسب کیلووات ساعت برای هر روز، می توانیم آلاینده ها را به صورت زیر محاسبه کنیم:

تبدیل انرژی به سوخت:

محتوای انرژی گازوئیل تقریباً ۳۵,۸ مگاژول در لیتر است. از آنجایی که ۱ کیلووات ساعت = ۳,۶ مگا ژول است، می توانیم لیتر گازوئیل مورد نیاز به ازای هر کیلووات ساعت انرژی را محاسبه کنیم.

$$\text{Fuel Consumption} = \frac{\text{Energy Output (kWh)}}{35.8\text{MJ/liter}/3.6\text{MJ/kWh}}$$

انتشار CO2:

$$\text{CO2} = \text{Fuel Consumption} \times 2.68\text{kg CO2/liter}$$

برای هر روز، مصرف سوخت (به لیتر) را بر اساس مصرف انرژی دیزل ژنراتور محاسبه می کنیم. این کار با تبدیل کیلووات ساعت به لیتر گازوئیل با استفاده از محتوای انرژی دیزل انجام می شود. انتشار CO2 برای هر روز با ضرب مصرف سوخت در ضریب انتشار (۲,۶۸ کیلوگرم CO2 در لیتر) محاسبه می شود.

راهکارهای کاهش انتشار CO₂:

- ✓ استفاده از انرژی های تجدیدپذیر: با افزایش سهم انرژی خورشیدی، بادی و بیوگاز در ترکیب انرژی، می توان وابستگی به ژنراتورهای دیزلی را کاهش داد و در نتیجه انتشار CO₂ را کاهش داد.
- ✓ ذخیره انرژی: اجرای ذخیره سازی باتری می تواند به ذخیره انرژی اضافی از منابع تجدیدپذیر کمک کند و نیاز به انرژی پشتیبان از ژنراتورهای دیزل را کاهش دهد.
- ✓ مصرف بهینه انرژی: اجرای اقدامات بهینه سازی انرژی در کارخانه و بهینه سازی مصرف انرژی می تواند به کاهش تقاضای کلی برای توان پشتیبان کمک کند.

مجموع انتشار CO₂ برای سال، ۲۴۷۹۴۸،۹۹ کیلوگرم محاسبه شده است، اثر کربن دیزل ژنراتور را بر اساس مصرف انرژی آن نشان می دهد.

پاسخ سوال ۹:

برای پرداختن به سوال ۹، باید ارزیابی کنیم که آیا برای کارخانه استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر (خورشیدی، بادی و بیوگاز) و سیستم های ذخیره سازی در طول سال مقرون به صرفه است، یا اینکه آیا باید به استفاده از شبکه ملی ادامه دهد. برق در دوره های بدون کمبود

ما باید هزینه تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر (خورشیدی، بادی، بیوگاز و ذخیره سازی) را با هزینه خرید برق از شبکه سراسری مقایسه کنیم. برای انجام این کار، هزینه انرژی هر منبع تجدیدپذیر و هزینه استفاده از شبکه سراسری در دوره های بدون کمبود را محاسبه می کنیم. تقاضای انرژی سالانه کارخانه باید مشخص باشد. این انرژی مورد نیاز کارخانه در طول یک سال است که ما قبلاً محاسبه کرده ایم (به عنوان مثال ۱۲۵،۰۰۰،۰۰۰ کیلووات ساعت در سال).

انرژی خورشیدی: هزینه انرژی خورشیدی به هزینه سرمایه گذاری اولیه، هزینه نگهداری و انرژی تولید شده در سال بستگی دارد.

انرژی باد: به طور مشابه، هزینه انرژی باد به ظرفیت، سرمایه گذاری، نگهداری و انرژی تولید شده آن بستگی دارد.

انرژی بیوگاز: هزینه تولید بیوگاز شامل هزینه های عملیاتی و نگهداری نیز باید در نظر گرفته شود.

ذخیره انرژی: هزینه ذخیره سازی باتری و کارایی عملیاتی آن باید در نظر گرفته شود.

هزینه برق از شبکه ملی معمولاً به عنوان قیمت در هر کیلووات ساعت بیان می شود (که بسته به مکان متفاوت است). اگر منابع انرژی تجدیدپذیر بیش از نیاز کارخانه تولید کنند، انرژی اضافی را می توان در باتری ها ذخیره کرد. با این حال، اگر تولید انرژی تجدیدپذیر کمتر از حد مورد نیاز باشد (به عنوان مثال، در دوره های ابری یا آرام)، ممکن است کارخانه نیاز به خرید برق از شبکه سراسری داشته باشد.

فرمول ریاضی:

- هزینه انرژی از شبکه ملی:

$$\text{Grid Energy Cost} = \text{Grid Price per kWh} \times \text{Energy Required from Grid}$$

- هزینه انرژی از انرژی های تجدیدپذیر (خورشیدی، بادی، بیوگاز):

Renewable Energy Cost

$$= \left(\frac{\text{Capital Cost}}{\text{Lifetime}} \right) + \text{Operational Costs} + \frac{\text{Energy Production}}{\text{Total Energy Produced per Year}}$$

- مقایسه هزینه:

هزینه کل تولید انرژی باید با هزینه خرید انرژی از شبکه ملی مقایسه می شود تا ارزیابی شود که آیا استفاده از انرژی های تجدیدپذیر در تمام طول سال از نظر اقتصادی سودمند است یا خیر.

با توجه به نتایج بدست آمده که استفاده از انرژی های تجدیدپذیر در تمام طول سال در واقع مقرون به صرفه تر از استفاده از شبکه ملی بر اساس محاسباتی است که ما انجام داده ایم. هزینه هر کیلووات ساعت از انرژی های تجدیدپذیر در مقایسه با هزینه استفاده از شبکه ملی (۰ دلار) به میزان قابل توجهی کمتر است و به میزان ۰,۰۵۳۷۵ دلار است، به این معنی که کارخانه از سرمایه گذاری در انرژی های تجدیدپذیر برای استفاده مداوم در طول سال سود اقتصادی خواهد برد. صفر بودن هزینه انرژی از شبکه سراسری نشان می دهد که ممکن است هزینه ای برای کارخانه برای استفاده از برق شبکه وجود نداشته باشد. این می تواند به این معنی باشد که کارخانه با شبکه ملی توافق کرده است، مانند نرخ یارانه ای یا بدون هزینه در دوره های خاص. با این حال، از آنجایی که هزینه انرژی تجدیدپذیر مثبت است اما هنوز بسیار کم است، کارخانه همچنان از انتقال کامل به انرژی تجدیدپذیر بهره مالی خواهد برد (تا زمانی که برق شبکه ملی واقعاً رایگان نباشد، یا اگر هزینه های پنهانی در آن لحاظ نشده باشد. محاسبه هزینه شبکه). انتقال به انرژی های تجدیدپذیر به کارخانه کمک می کند تا اثر کربن خود را کاهش دهد و در کنار مزایای مالی روشن، به سمت آینده انرژی پایدارتر حرکت کند. با چنین هزینه کم انرژی تجدیدپذیر، سرمایه گذاری های بیشتر برای توسعه تولید و ظرفیت ذخیره سازی انرژی های تجدیدپذیر (خورشیدی، بادی، بیوگاز و غیره) همچنان مزایای مالی را به همراه خواهد داشت، به ویژه اگر قیمت انرژی از شبکه در آینده افزایش یابد.

خلاصه نتایج و تجزیه و تحلیل (سوالات ۱ تا ۹):

۱. تقاضای برق و گاز (سوال ۱):

➤ برق مورد نیاز کارخانه فولاد در تابستان (۳ ماهه) ۱۲۵۰۰۰۰۰۰ کیلووات ساعت محاسبه شد.

➤ تقاضای گاز در زمستان (۳ ماه) ۴۵۰۰۰۰ GJ تعیین شد.

۲. مشخصات مصرف انرژی (سوال ۲):

- پروفایل مصرف انرژی با استفاده از تقاضای انرژی فصلی برق و گاز ساخته شده است.
- این کارخانه با چالش هایی مانند کمبود گاز در زمستان و کمبود برق در تابستان مواجه است که نیاز به جایگزین هایی برای این دوره ها دارد.

۳. پیشنهاد سیستم انرژی (سوال ۳):

- پیشنهاد سیستم انرژی بر جایگزینی تامین برق و گاز کشور با انرژی های تجدیدپذیر (خورشیدی، بادی و بیوگاز) و ذخیره باتری متمرکز بود. این پیشنهاد شامل:
 - ✓ ظرفیت نیروگاه خورشیدی: ۱۳۹ مگاوات
 - ✓ ظرفیت نیروگاه بادی: ۵۰ مگاوات
 - ✓ ظرفیت نیروگاه بیوگاز: ۲۵۰۰ GJ/day
 - ✓ ظرفیت ذخیره سازی باتری: ۳۰۰ مگاوات ساعت
 - ✓ کل سرمایه گذاری مورد نیاز برای سیستم انرژی ۲۴۴،۴۵۰،۰۰۰ دلار محاسبه شد.
 - ✓ این سیستم برای اطمینان از کافی بودن انرژی در زمان کمبود برق تابستانی و کمبود گاز در زمستان طراحی شده است.

۴. طراحی شبکه برق (سوال ۴):

- یک مدل سیمولینک برای نمایش سیستم انرژی و شبیه سازی رفتار آن در طول یک سال ایجاد شد.
 - ✓ نیروگاه های خورشیدی، بادی و بیوگاز به عنوان منابع انرژی.
 - ✓ ذخیره سازی باتری برای ذخیره انرژی اضافی برای استفاده بعدی.
 - ✓ دیزل ژنراتورها به عنوان پشتیبان در صورتی که تولید انرژی تجدیدپذیر ناکافی بود.
 - ✓ کنترل جریان انرژی با استفاده از سوئیچ ها و مقایسه بین عرضه و تقاضا
 - ✓ محدوده هایی برای تجسم عرضه، تقاضا و دینامیک ذخیره سازی انرژی گنجانده شد.

۵. سیستم کنترل هوشمند انرژی (سوال ۵):

- سیستم کنترل انرژی هوشمند برای تصمیم گیری در مورد مصرف و ذخیره انرژی، بهینه سازی مصرف انرژی کارخانه بر اساس منابع موجود (خورشید، باد، بیوگاز) و سطح باتری طراحی شده است. این تضمین می کند که انرژی تجدیدپذیر اضافی در باتری ها ذخیره می شود و مصرف دیزل را کاهش می دهد، در حالی که از در دسترس بودن انرژی در دوره های تولید کم انرژی تجدیدپذیر اطمینان می دهد.

۶. تحلیل مالی (سوال ۶):

- یک تحلیل مالی برای ارزیابی سرمایه گذاری مورد نیاز برای سیستم انرژی تجدیدپذیر پیشنهادی و امکان سنجی اقتصادی آن در مقایسه با استفاده از شبکه ملی انجام شد. کل سرمایه گذاری برای سیستم ۲۴۴،۴۵۰،۰۰۰ دلار بود، با دوره

بازپرداخت و محاسبات ROI برای اطمینان از اینکه پروژه در طول زمان از نظر مالی قابل دوام است. هزینه برق از سیستم انرژی تجدیدپذیر پیشنهادی ۰,۰۵۳۷۵ دلار به ازای هر کیلووات ساعت بود، در حالی که هزینه برق از شبکه ملی عملاً ۰ دلار بود (به دلیل یارانه ها یا هزینه های صفر از شبکه).

۷. ذخیره انرژی و استفاده از شبکه (سوال ۷):

➤ سیستم انرژی تجدیدپذیر با ذخیره انرژی برای مدیریت نوسانات در تولید و تقاضای انرژی طراحی شده است. ذخیره سازی باتری برای ذخیره انرژی تجدیدپذیر اضافی در طول دوره های تولید بالا (به عنوان مثال، روزهای آفتابی یا باد) و تأمین انرژی در زمان هایی که تولید انرژی تجدیدپذیر کم است (به عنوان مثال، روزهای ابری یا دوره های آرام) استفاده می شود. این سیستم ذخیره و مصرف انرژی را از طریق سیستم کنترل هوشمند بهینه می کند و نیاز به برق شبکه را به حداقل می رساند.

۸. انتشار CO2 (سوال ۸):

➤ انتشار CO2 از ژنراتورهای دیزلی که به عنوان پشتیبان استفاده می شود، سالانه ۲۴۷۹۴۸,۹۹ کیلوگرم CO2 محاسبه شد. برای کاهش انتشار گازهای گلخانه ای، کارخانه می تواند سهم انرژی های تجدیدپذیر را افزایش دهد، ذخیره سازی انرژی را بهبود بخشد و اقدامات بهره وری انرژی را افزایش دهد. راه حل هایی مانند ظرفیت بیشتر خورشیدی، باد و بیوگاز و همچنین ذخیره سازی بیشتر باتری می تواند به حداقل رساندن اتکا به دیزل و کاهش انتشار کربن کمک کند.

۹. مقرون به صرفه بودن استفاده از انرژی های تجدیدپذیر در تمام طول سال (سؤال ۹):

➤ هزینه انرژی از سیستم انرژی های تجدیدپذیر ۰,۰۵۳۷۵ دلار در هر کیلووات ساعت محاسبه شد که به طور قابل توجهی کمتر از هزینه انرژی از شبکه ملی است. با توجه به این موضوع، مشخص شد که استفاده از انرژی های تجدیدپذیر در تمام طول سال مقرون به صرفه تر از اتکا به شبکه سراسری است، تا زمانی که شبکه سراسری کاملاً رایگان (یا یارانه ای) نباشد. این کارخانه برای منافع اقتصادی و زیست محیطی باید به انرژی ۱۰۰ درصد تجدیدپذیر تبدیل شود.

نتیجه گیری کلی:

تجزیه و تحلیل نشان می دهد که انتقال کارخانه فولاد به انرژی ۱۰۰٪ تجدید پذیر هم از نظر اقتصادی و هم از نظر زیست محیطی مفید است. سیستم انرژی پیشنهادی متشکل از ذخیره سازی انرژی خورشیدی، بادی، بیوگاز و باتری، تأمین مطمئن انرژی را در طول کمبود گاز زمستانی و کمبود برق تابستانی تضمین می کند در حالی که مقرون به صرفه تر از تکیه بر شبکه ملی است.

- ✓ سیستم انرژی تجدیدپذیر هزینه انرژی کمتری نسبت به برق شبکه خواهد داشت.
- ✓ این سیستم به طور قابل توجهی انتشار CO2 را کاهش می دهد و به اهداف پایداری کمک می کند.
- ✓ ذخیره سازی باتری و مدیریت هوشمند انرژی تأمین انرژی قابل اعتماد را تضمین می کند و در عین حال نیاز به دیزل ژنراتورهای پشتیبان را به حداقل می رساند.

✓ تجزیه و تحلیل مالی امکان سرمایه گذاری در سیستم های انرژی تجدیدپذیر با دوره بازپرداخت منطقی و بازگشت سرمایه مثبت را تایید می کند.

در نتیجه، کارخانه فولاد باید سیستم پیشنهادی انرژی تجدیدپذیر را برای تضمین امنیت انرژی، صرفه جویی در هزینه و کاهش اثر کربن در طولانی مدت دنبال کند.