

تعریف دقیق مسئله (Problem Definition)

تو فقط زیرچرخه تولید توان رانکین از یک سیستم CCHP مبتنی بر انرژی زمین گرمایی (SIGEN) را در نظر می گیری.

کاری به جذب، سرمایش یا بخش های دیگر نداری.

ورودی انرژی:

منبع حرارتی زمین گرمایی (مثلاً آب داغ یا بخار با دمای مشخص)

خروجی ها:

توان خالص تولیدی

راندمان حرارتی

راندمان انرژی

تخریب انرژی کل یا اجزایی

2 مدل ترمودینامیکی در EES – ثابت

این نکته خیلی مهم است:

EES > فقط برای حل معادلات ترمودینامیکی استفاده می شود، نه برای بهینه سازی

در EES شما:

معادلات جرم

انرژی

اگرژی

مدل پمپ، توربین، بویلر/مبدل حرارتی، کندانسور

را می نویسی.

خروجی هایی که EES باید بدهد:

کل یا جزء به جزء

دماها، فشارها، آنتالپی ها، آنتروپی ها

3 متغیرهای تصمیم (Decision Variables)

این ها همان چیزهایی هستند که MATLAB تغییر می دهد:

متغیرهای پیوسته:

فشار های موجود در چرخه

فشار کندانسور

دمای منبع زمین گرمایی

دبی جرمی سیال کاری

دبی جرمی سیال داغ

این متغیرها مستقیماً به EES پاس داده می شوند.

4) توابع هدف (Objective Functions)

تو دقیقاً داری یک بهینه سازی چندهدفه (Multi-objective) تعریف می کنی.

اهداف بیشینه شونده:

راندمان حرارتی

$\max \; W_{\text{net}}$

$\max \; \eta_{\text{ex}}$

اهداف کمینه شونده:

کمینه سازی تخریب انرژی کل و اجزا

$\min \; \dot{E}_{\text{dest}}$

5 قیود (Constraints)

این بخش خیلی مهم است و معمولاً مقاله‌ها همین‌جا ضعیف‌اند.

قیود ترمودینامیکی:

ورودی توربین بخار و ورودی پمپ مایع باشد

بازه‌های تغییرات متغیرهای مستقل معقول باشد

6 اتصال MATLAB و EES (Linking)

7. الگوریتم بهینه‌سازی ادامه می‌دهد

✦ EES = Solver

✦ MATLAB = Optimizer

7) الگوریتم بهینه‌سازی در (MATLAB)

Genetic Algorithm (GA)

Particle Swarm Optimization (PSO)

8) خروجی‌های نهایی (Deliverables)

دانشجو باید این‌ها را تحویل دهد:

مقادیر بهینه متغیرهای تصمیم

مقادیر بهینه:

توان خالص

راندمان حرارتی

راندمان اگزرژی

تخریب اگزرژی کل و اجزا

متغیر های مستقل بهینه شده (دماها و فشار ها و دبی ها)

نمودار Pareto

تحلیل حساسیت متغیرهای کلیدی

مقایسه با حالت پایه (Base Case)

« مدل ترمودینامیکی چرخه رانکین در EES آماده است.

باید MATLAB را به EES لینک کنی و با تغییر دما، فشار و دبی جرمی،

توان خالص و راندمان اگزرژی و حرارتی را بیشینه و تخریب اگزرژی کل و اجزا را کمینه کنی،

به طوری که قیود ترمودینامیکی و عملیاتی نقض نشوند.».

خروجی های الزامی مقاله (حداقل ها)

هر مقاله بهینه سازی چرخه رانکین حداقل باید این ها را داشته باشد:

الف) یک حالت مرجع (Base Case)

قبل از بهینه‌سازی:

مقادیر اولیه فشارها، دماها، دبی‌ها

توان خالص

راندمان حرارتی

راندمان اگزرژی

تخریب اگزرژی کل و اجزاها

این حالت مبنای مقایسه است.

2 جداول اصلی مقاله (خیلی مهم)

جدول 1 – مشخصات چرخه و فرضیات

Table 1. Thermodynamic assumptions and operating conditions

پارامتر مقدار

دمای منبع زمین گرمایی...

فشار کندانسور...

راندمان ایزنتروپیک توربین...

راندمان ایزنتروپیک پمپ...

❖ جدول 2 – بازه متغیرهای بهینه‌سازی

Table 2. Decision variables and their bounds

متغیر حد پایین حد بالا برای متغیرهای مستقل چرخه

✦ نشان می‌دهد مسئله «واقعی» تعریف شده.

❖ جدول 3 – نتایج حالت پایه و حالت بهینه

Table 3. Comparison between base case and optimized case

پارامتر Base case Optimized تغییر (%)

توان خالص (kW)

راندمان حرارتی (%)

راندمان انرژی (%)

تخریب انرژی (kW) کل و اجزاها

جدول 4 – متغیرهای تصمیم در نقطه بهینه

Table 4. Optimal values of decision variables

متغیر مقدار بهینه

جدول 5 – تخریب انرژی اجزا

Table 5. Exergy destruction in system components

جزء Base case Optimized

بویلر

توربین

کندانسور

پمپ

مبدل

3 نمودارهای کلیدی (Figures)

1. دیاگرام T-s چرخه

Figure 1. T-s diagram of the Rankine cycle

قبل و بعد از بهینه‌سازی روی یک نمودار

نقاط حالت شماره‌گذاری شده

✦ نشان می‌دهد بهینه‌سازی «فیزیکی» بوده.

2. دیاگرام h-s

Figure 2. h-s diagram of the optimized cycle

برای نشان دادن عملکرد توربین و پمپ.

3. نمودار پارتو (اگر چندهدفه)

Figure 3. Pareto front between net power and exergy efficiency

محورها:

✦ نشان می‌دهد «بهترین جواب یکتا نیست.»

4. تغییرات توان با متغیرهای کلیدی

Figure 4. Effect of turbine inlet pressure on net power

5. تغییرات راندمان اگزرژی

Figure 5. Effect of geothermal source temperature on exergy efficiency

6. نمودار میله‌ای تخریب اگزرژی اجزا

Figure 6. Exergy destruction distribution in system components

قبل و بعد از بهینه‌سازی

Bar chart

7. نمودار همگرایی الگوریتم

Figure 7. Convergence history of the optimization algorithm

مقدار تابع هدف در برابر Iteration