



فاز ۱

(مدل سازی)

پروژهی درس تحقیق در عملیات ۱

استاد درس: دکتر عشقی

نام اعضای گروه:

سید محسن حسینی - حسین صالحی سیاوشانی - محمد رضا شیخ با

نیمسال تحصیلی ۱۴۰۰/۱

الف) به طور کلی سه نوع ژنراتور داریم ($i=1,2,3$). برای ژنراتور نوع ۱ مقدار j برابر ۱۲ است. برای ژنراتور نوع ۲ مقدار j برابر ۱۰ و برای ژنراتور نوع ۳ مقدار j برابر ۵ است. برای خلاصه بودن عبارت ها وقتی جمع روی این دو متغیر بسته می شود، مقدار j با توجه به i متناظر با آن در نظر گرفته می شود. به طور کلی در ادامه منظور از ژنراتور ij ، ژنراتور شماره j ام از نوع i است.

$$y_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{ژنراتور } ij \text{ در ساعت } k \text{ کار میکند} \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

$$l_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{ژنراتور } ij \text{ در ساعت } k \text{ شروع بکار میکند} \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

$$s_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{ژنراتور } ij \text{ در ساعت } k \text{ خاموش میشود} \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

$$l_{ijk} - s_{ijk} = y_{ijk} - y_{ij(k-1)}$$

با توجه به عبارت نوشته شده برای مقادیر i و s ، در صورتی که وضعیت یک نیروگاه در دو ساعت متوالی تغییر نکند، مقدار سمت راست صفر است. مقدار سمت چپ نیز باید صفر باشد. این حالت در دو حالت رخ میدهد. در حالت اول هر دو متغیر صفر هستند. در حالت دوم هر دو یک هستند که با توجه به اینکه تابع هدف از جنس کمینه سازی است، تابع هدف به مدل کمک کرده و این اتفاق نمی افتد.

میزان تولید ژنراتور ij در ساعت k ام: x_{ijk}

هزینه تولید $C_1 =$

$$C_1 = \sum_{j=1}^{12} \sum_{k=1}^{24} (1000y_{1jk} + 2(x_{1jk} - 850y_{1jk})) \\ + \sum_{j=1}^{10} \sum_{k=1}^{24} (2600y_{2jk} + 1.3(x_{2jk} - 1250y_{2jk})) + \sum_{j=1}^5 \sum_{k=1}^{24} (3000y_{3jk} \\ + 3(x_{3jk} - 1500y_{3jk}))$$

C_2 = هزینه راه‌اندازی

$$C_2 = \sum_{j=1}^{12} \sum_{k=1}^{24} 2000 l_{1jk} + \sum_{j=1}^{10} \sum_{k=1}^{24} 1000 l_{2jk} + \sum_{j=1}^5 \sum_{k=1}^{24} 500 l_{3jk}$$

TC = هزینه کل

$$TC = C_1 + C_2$$

$$\text{Min } TC = C_1 + C_2$$

$s. t.$

- محدودیت حد بالا و پایین

$$x_{1jk} \geq 850y_{1jk}$$

$$x_{1jk} \leq 2000$$

$$x_{2jk} \geq 1250y_{2jk}$$

$$x_{2jk} \leq 1750$$

$$x_{3jk} \geq 1500y_{3jk}$$

$$x_{3jk} \leq 4000$$

- محدودیت تامین تقاضا در بازه‌های مورد نظر

$$\forall k \in \{1,2,3,4,5,6\}:$$

$$\sum_i \sum_j x_{ijk} \geq 15000$$

$$\forall k \in \{7,8,9\}:$$

$$\sum_i \sum_j x_{ijk} \geq 30000$$

$$\forall k \in \{11,12,13,14,15\}:$$

$$\sum_i \sum_j x_{ijk} \geq 25000$$

$$\forall k \in \{16,17,18\}:$$

$$\sum_i \sum_j x_{ijk} \geq 40000$$

$$\forall k \in \{19,20,21,22,23,24\}:$$

$$\sum_i \sum_j x_{ijk} \geq 27000$$

- محدودیت مربوط به افزایش ۱۵٪ تقاضا

اینطور در نظر میگیریم که حداکثر ظرفیت نیروگاههایی که در مدار قرار دارند باید امکان پوشش افزایش تقاضا به میزان ۱۵ درصد را داشته باشد.

$$\forall k \in \{1,2,3,4,5,6\}:$$

$$\sum_{j=1}^{12} 2000y_{1jk} + \sum_{j=1}^{10} 1750y_{2jk} + \sum_{j=1}^5 4000y_{3jk} \geq 1.15 \times 15000$$

$$\forall k \in \{7,8,9\}:$$

$$\sum_{j=1}^{12} 2000y_{1jk} + \sum_{j=1}^{10} 1750y_{2jk} + \sum_{j=1}^5 4000y_{3jk} \geq 1.15 \times 30000$$

$\forall k \in \{11,12,13,14,15\}$:

$$\sum_{j=1}^{12} 2000y_{1jk} + \sum_{j=1}^{10} 1750y_{2jk} + \sum_{j=1}^5 4000y_{3jk} \geq 1.15 \times 25000$$

$\forall k \in \{16,17,18\}$:

$$\sum_{j=1}^{12} 2000y_{1jk} + \sum_{j=1}^{10} 1750y_{2jk} + \sum_{j=1}^5 4000y_{3jk} \geq 1.15 \times 40000$$

$\forall k \in \{19,20,21,22,23,24\}$:

$$\sum_{j=1}^{12} 2000y_{1jk} + \sum_{j=1}^{10} 1750y_{2jk} + \sum_{j=1}^5 4000y_{3jk} \geq 1.15 \times 27000$$

- محدودیت وابستگی x و y :

$$x_{ijk} \leq My_{ijk}$$

- محدودیت علامت

$$x_{ijk} \geq 0$$

$$y_{ijk} = 0,1, int$$

$$l_{ijk} = 0,1, int$$

$$s_{ijk} = 0,1, int$$

$i = 1 \rightarrow j = 12$ $i = 2 \rightarrow j = 10$ $i = 3 \rightarrow j = 5$ $i = 4 \rightarrow A, B$	{	$y_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{ژنراتور } ij \text{ در ساعت } k \text{ کار میکند} \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$ $l_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{ژنراتور } ij \text{ در ساعت } k \text{ شروع بکار میکند} \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$ $s_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{ژنراتور } ij \text{ در ساعت } k \text{ خاموش میشود} \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$
---	---	---

$$l_{ijk} - s_{ijk} = y_{ijk} - y_{ij(k-1)}$$

p_{ijk} : مقداری که ژنراتور ij برای پمپ کردن آب مخزن در ساعت k تولید میکند

c_{ijk} : میزان تولید ژنراتور ij در ساعت k ام برای مصرف

x_{ijk} : میزان کل تولید ژنراتور ij در ساعت k ام

$$x_{ijk} = p_{ijk} + c_{ijk}$$

C_1 = هزینه تولید

$$\begin{aligned}
 C_1 = & \sum_{j=1}^{12} \sum_{k=1}^{24} (1000y_{1jk} + 2(x_{1jk} - 850y_{1jk})) \\
 & + \sum_{j=1}^{10} \sum_{k=1}^{24} (2600y_{2jk} + 1.3(x_{2jk} - 1250y_{2jk})) + \sum_{j=1}^5 \sum_{k=1}^{24} (3000y_{3jk} \\
 & + 3(x_{3jk} - 1500y_{3jk})) + \sum_{k=1}^{24} 90y_{4AK} + \sum_{k=1}^{24} 150y_{4BK}
 \end{aligned}$$

C_2 = هزینه راه‌اندازی

$$C_2 = \sum_{j=1}^{12} \sum_{k=1}^{24} 2000 l_{1jk} + \sum_{j=1}^{10} \sum_{k=1}^{24} 1000 l_{2jk} + \sum_{j=1}^{10} \sum_{k=1}^{24} 500 l_{3jk} + \sum_{k=1}^{24} 1500 l_{4AK} \\ + \sum_{k=1}^{24} 1200 l_{4BK}$$

TC = هزینه کل

$$TC = C_1 + C_2$$

$$\text{Min } TC = C_1 + C_2$$

s.t.

- محدودیت حد بالا و پایین

$$x_{1jk} \geq 850 y_{1jk}, x_{1jk} \leq 2000$$

$$x_{2jk} \geq 1250 y_{2jk}, x_{2jk} \leq 1750$$

$$x_{3jk} \geq 1500 y_{3jk}, x_{3jk} \leq 4000$$

- محدودیت تقاضا در بازه‌های مورد نظر

$$\forall k \in \{1,2,3,4,5,6\}:$$

$$\sum_i \sum_j (c_{ijk} + 900 y_{4Ak} + 1400 y_{4Bk}) \geq 15000$$

$$\forall k \in \{7,8,9\}:$$

$$\sum_i \sum_j (c_{ijk} + 900 y_{4Ak} + 1400 y_{4Bk}) \geq 30000$$

$$\forall k \in \{11,12,13,14,15\}:$$

$$\sum_i \sum_j (c_{ijk} + 900y_{4Ak} + 1400y_{4Bk}) \geq 25000$$

$$\forall k \in \{16,17,18\}:$$

$$\sum_i \sum_j (c_{ijk} + 900y_{4Ak} + 1400y_{4Bk}) \geq 40000$$

$$\forall k \in \{19,20,21,22,23,24\}:$$

$$\sum_i \sum_j (c_{ijk} + 900y_{4Ak} + 1400y_{4Bk}) \geq 27000$$

- محدودیت سطح آب

t_k : سطح آب در ساعت k

$$t_k = t_{k-1} - y_{4Ak} \times 0.31 - y_{4Bk} \times 0.47 + \frac{\sum_i \sum_j p_{ijk}}{3000}$$

$$t_{24} = 16$$

$$t_k \geq 15, \quad t_k \leq 20$$

- محدودیت مربوط به افزایش ۱۵٪ تقاضا

اینطور در نظر میگیریم که حداکثر توان برق تولیدی توسط نیروگاههای حرارتی میتواند برای مصرف در نظر گرفته شود و به طور کلی پمپ نداشته باشیم. از طرفی نیروگاههای آبی نیز در هر لحظه میتوانند به سیستم اضافه شده و مجموعاً به اندازه ۲۳۰۰ مگاوات به ظرفیت تولید اضافه کنند. در اصل این محدودیت را اضافه میکنیم که اگر همه نیروگاههای حرارتی در مدار، در حداکثر ظرفیت خود تولید کنند و همینطور توان نیروگاههای آبی را نیز داشته باشیم، این میزان تولید که حداکثر تولید است باید از وضعیت اضافه بار بیشتر شود.

$\forall k \in \{1,2,3,4,5,6\}$:

$$\sum_{j=1}^{12} 2000y_{1jk} + \sum_{j=1}^{10} 1750y_{2jk} + \sum_{j=1}^5 4000y_{3jk} + 900 + 1400 \\ \geq 1.15 \times 15000$$

$\forall k \in \{7,8,9\}$:

$$\sum_{j=1}^{12} 2000y_{1jk} + \sum_{j=1}^{10} 1750y_{2jk} + \sum_{j=1}^5 4000y_{3jk} + 900 + 1400 \\ \geq 1.15 \times 30000$$

$\forall k \in \{11,12,13,14,15\}$:

$$\sum_{j=1}^{12} 2000y_{1jk} + \sum_{j=1}^{10} 1750y_{2jk} + \sum_{j=1}^5 4000y_{3jk} + 900 + 1400 \\ \geq 1.15 \times 25000$$

$\forall k \in \{16,17,18\}$:

$$\sum_{j=1}^{12} 2000y_{1jk} + \sum_{j=1}^{10} 1750y_{2jk} + \sum_{j=1}^5 4000y_{3jk} + 900 + 1400 \\ \geq 1.15 \times 40000$$

$\forall k \in \{19,20,21,22,23,24\}$:

$$\sum_{j=1}^{12} 2000y_{1jk} + \sum_{j=1}^{10} 1750y_{2jk} + \sum_{j=1}^5 4000y_{3jk} + 900 + 1400 \\ \geq 1.15 \times 27000$$

- محدودیت وابستگی x و y :

$$x_{ijk} \leq My_{ijk}$$

- محدودیت علامت:

$$x_{ijk} \geq 0$$

$$p_{ijk} \geq 0$$

$$c_{ijk} \geq 0$$

$$t_k \geq 0$$

$$y_{ijk} = 0,1, int$$

$$l_{ijk} = 0,1, int$$

$$s_{ijk} = 0,1, int$$

پایان مدل سازی

**** نکته:**

این نسخه، نسخه‌ی نهایی و اصلاح‌شده‌ی مدل‌سازی در فاز ۱ است که نسبت به نسخه‌ی قبلی، دو تغییر جزئی در آن به‌وجود آمده است که این تغییرات عبارتند از:

۱- در هر دو بخش "الف" و "ب"، در قسمت هزینه‌ی تولید، متغیری که در هزینه‌ی هر ساعت در حالت کمینه ضرب می‌شود، متغیر V_{ijk} است. در نسخه‌ی اول به اشتباه این متغیر، X_{ijk} ثبت شده بود.

۲- در بخش "ب"، در قسمت محدودیت سطح آب، متغیری که ثبت شده بود C_{ijk} بود که مربوط به میزان تولید ژنراتورها برای مصرف است در حالی که در این مورد باید متغیر P_{ijk} که مربوط به میزان تولید ژنراتورها برای پمپ کردن است در نظر گرفته شود که در این نسخه اصلاح شده است.