

بسم الله الرحمن الرحيم

برنامه ریزی حمل و نقل ریلی

فصل ۱۱: مدل بهینه سازی برنامه ریزی تشکیل قطارها (مدل اول)

مدرس: دکتر مسعود یقینی

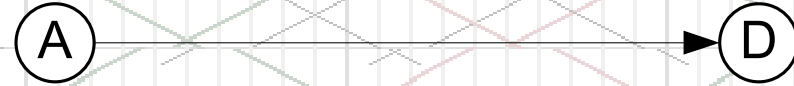
پائیز ۱۳۸۷

مفروضات مدل

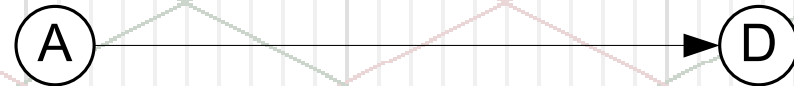
$S=1$ یک قطار بین A و D



$S=2$ دو قطار بین A و D



$S=3$ سه قطار بین A و D



حروف اختصاری مدل

k	اندیس بلاک از مبدا $O(k)$ تا مقصد $D(k)$
s	اندیس گروه قطارها از مبدا $O(s)$ تا مقصد $D(s)$
n	اندیس ایستگاهها
K	مجموعه بلاکها
N	مجموعه ایستگاهها
S	مجموعه گروه قطارها
K_s	مجموعه بلاکهایی که قطار s ام می تواند حمل کند
N_k	مجموعه ایستگاههای مبدا، مقصد و بین راهی برای بلاک k ام
f_s	هزینه ثابت تشکیل گروه قطار s ام
c_s^k	هزینه متغیر حمل بلاک k ام روی گروه قطار s ام
b^k	مقدار بلاک k ام از مبدا $O(k)$ تا مقصد $D(k)$
u_s	ظرفیت گروه قطار s ام
y_s	متغیر صفر و یک، 1: اگر گروه قطار s ام تشکیل شود، 0: در غیر اینصورت
x_s^k	متغیر صفر و یک، 1: اگر بلاک k ام بوسیله گروه قطار s ام حمل شود، 0: در غیر اینصورت

مدل ریاضی

$$\text{Min}Z = \sum_{s \in S} f_s y_s + \sum_{s \in S} \sum_{k \in K_s} c_s^k x_s^k$$

s.t :

$$\sum_{s \in S / O(s)=O(k)} x_s^k = 1, \quad \forall k \in K$$

$$\sum_{s \in S / D(s)=n} x_s^k - \sum_{s \in S / O(s)=n} x_s^k = 0, \quad \forall k \in K, n \in N_k / n \neq O(k) \& n \neq D(k)$$

$$\sum_{s \in S / D(s)=D(k)} x_s^k = 1, \quad \forall k \in K$$

$$\sum_{k \in K_s} b^k x_s^k \leq u_s y_s, \quad \forall s \in S$$

$$y_s \in \{0,1\}, \quad \forall s \in S$$

$$x_s^k \in \{0,1\}, \quad s \in S, k \in K$$

مثال

مثال: شبکه ای با ۳ ایستگاه و جدول بلاکهای زیر وجود دارد:



تعداد واگنها	مقصد	مبدأ	بلاک (k)
100	B	A	1
95	C	A	2
90	C	B	3

• هزینه ثابت تشکیل یک قطار بین ایستگاهها: (شامل هزینه نیروی انسانی و هزینه لکوموتیو)

قطار	هزینه ثابت یک قطار
A-B	150
B-C	150
A-C	300

مثال

- ظرفیت هر قطار: ۵۰ واگن
- هزینه واگن-ساعت: 3 واحد پولی
- هزینه عملیات مانور برای هر واگن (انتقال یک بلاک از یک قطار به قطار دیگر): 2.5 واحد پولی
- زمان توقف واگنها در ایستگاه مبدأ، اگر با یک قطار در روز حمل شوند ۱۲ ساعت، اگر با دو قطار حمل شوند ۶ ساعت و ...
- زمان عملیات مانور در ایستگاه B: ۴ ساعت
- زمانهای سیر بین ایستگاه ها:

مسیر	A-B	B-C
زمانهای سیر (ساعت)	۳	۳

برنامه بهینه تشکیل قطارها را تعیین کنید.

مثال

• مسیرهای قطارها و هزینه ثابت آنها: (S)

s	O	D	تعداد	f_s	u_s
1	A	B	2	300	100
2	A	B	4	600	200
3	A	C	2	600	100
4	B	C	2	300	100
5	B	C	4	600	200

مثال

- هزینه متغیر = (هزینه زمان توقف واگن در مبدا + هزینه زمان واگن در سیر قطار + هزینه توقف واگن برای عملیات مانور در ایستگاه بعدی (در صورتیکه ایستگاه بعدی بین راهی باشد) + هزینه عملیات مانور در ایستگاه بعدی (در صورتیکه ایستگاه بعدی بین راهی باشد)) X تعداد واگن

$$C_s^k$$

		زمان توقف	زمان سیر	زمان عملیات مانور در ایستگاه بین راهی	مجموع زمان تاخیر	مجموع هزینه زمان تاخیر	هزینه مانور در ایستگاه بین راهی	هزینه واحد	تعداد واگن تقاضا	C_s^k مجموع هزینه متغیر
تقاضا (k)	قطار (s)	واگنها در مبدأ	واگنها							
1	1	6	3	-	9	27	-	27	100	2700
1	2	3	3	-	6	18	-	18	100	1800
2	2	3	3	4	10	30	2.5	32.5	95	3087.5
2	3	6	6	-	12	36	-	36	95	3420
2	5	3	3	-	6	18	-	18	95	1710
3	4	6	3	-	9	27	-	27	90	2430
3	5	3	3	-	6	18	-	18	90	1620

مثال

• تابع هدف:

$$\begin{aligned} \text{Min}Z = & 300y_1 + 600y_2 + 600y_3 + 300y_4 + 600y_5 \\ & + 2700x_1^1 + 1800x_2^1 + 3087.5x_2^2 + 3420x_3^2 + 1710x_5^2 \\ & + 2430x_4^3 + 1620x_5^3 \end{aligned}$$

مثال

• محدودیت گروه اول: خروج واگن از مبدا:

$$x_1^1 + x_2^1 = 1$$

$$x_2^2 + x_3^2 = 1$$

$$x_4^3 + x_5^3 = 1$$

• محدودیت گروه دوم: ورود و خروج واگن از ایستگاههای بین راهی:

$$x_2^2 - x_5^2 = 0$$

مثال

• محدودیت گروه سوم: ورود به ایستگاه مقصد:

$$x_1^1 + x_2^1 = 1$$

$$x_3^2 + x_5^2 = 1$$

$$x_4^3 + x_5^3 = 1$$

مثال

• محدودیت گروه چهارم: ظرفیت قطارها

$$100x_1^1 \leq 100y_1$$

$$100x_2^1 + 95x_2^2 \leq 200y_2$$

$$95x_3^2 \leq 100y_3$$

$$90x_4^3 \leq 100y_4$$

$$95x_5^2 + 90x_5^3 \leq 200y_5$$

مثال

• محدودیت گروه ششم و هفتم: مقادیر صفر و یک برای متغیرهای تصمیم:

$$y_s \in \{0,1\}, \forall s \in S$$

$$x_s^k \in \{0,1\}, \forall s \in S, k \in K$$

$$S = \{1,2,3,4,5\}$$

$$K = \{1,2,3\}$$

پایان