

بسم الله الرحمن الرحيم

برنامه ریزی حمل و نقل ریلی

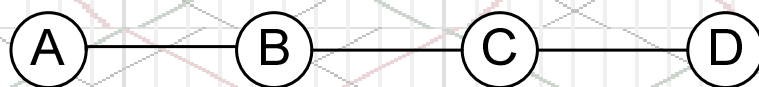
فصل ۱۰: برنامه ریزی تشکیل قطارها بر
اساس بررسی حالت‌های ممکنه

مدرس: دکتر مسعود یقینی

پائیز ۱۳۸۷

برنامه ریزی تشکیل قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه

مثال: برای شبکه فرضی زیر بلاکها و سایر پارامترهای موجود بشرح زیر است:



	A	B	C	D
A		90	60	100
B			80	120
C				100
D				

برنامه ریزی تشکیل قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه

- تعداد واگنهای هر قطار ۵۰
- ضریب تأخیر برای ایستگاه A و B برای قطارها به سایر ایستگاهها ۱۲ ساعت در نظر گرفته شود.
- متوسط زمان توقف برای عملیات مانور برای انتقال یک بلاک از یک قطار به قطار بعدی در ایستگاه B و C، ۳ ساعت است.
- ارزش هر واگن ساعت برای راه آهن ۲ واحد پولی است.
- هزینه عملیات مانور برای هر واگن در ایستگاه B و C، ۳ واحد پولی محاسبه شود.
- برنامه بهینه تشکیل قطارها را تعیین کنید.

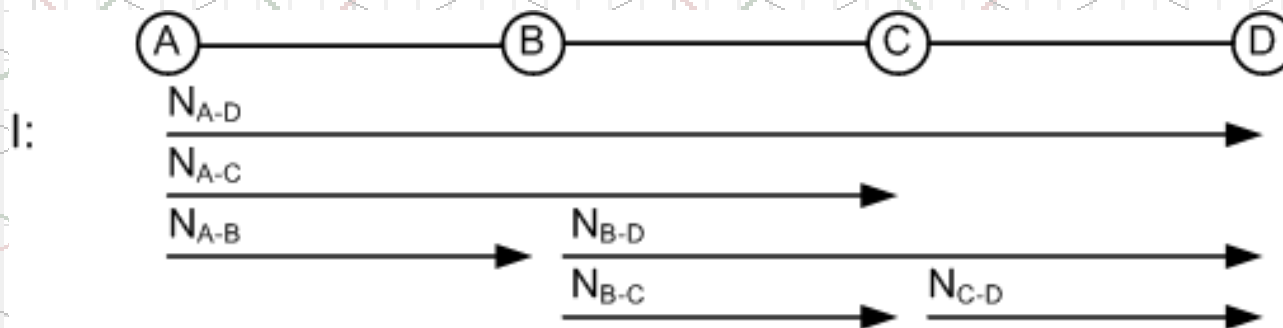
برنامه ریزی تشکیل قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه

- روش محاسبه هزینه ها:

$$\sum_{i \in I} [(k_i \cdot c \cdot m) \cdot w] + [(N_i \cdot t_i) \cdot w] + (N_i \cdot s_i)$$

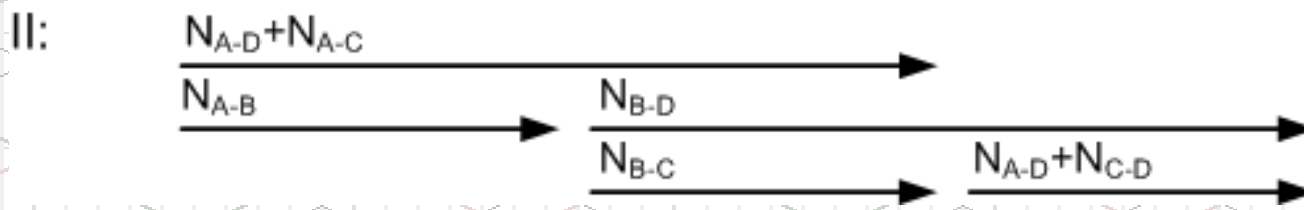
- i : اندیس ایستگاهها
- I : مجموعه ایستگاهها
- k_i : تعداد قطارهای مستقیم که در ایستگاه i ام تشکیل می شود.
- c : ضریب تأخیر تجمع
- m : تعداد واگنهای یک قطار
- w : هزینه هر واگن ساعت
- N_i : تعداد واگنهای بلاکهای بلاکهایی که در ایستگاههای بین راهی i ام روی آنها عملیات مانور انجام می شود.
- t_i : زمان مورد نیاز در ایستگاه بین راهی i ام برای عملیات مانور برای جابجایی یک بلاک از یک قطار به قطار دیگر.
- s : هزینه عملیات مانور برای جابجایی یک بلاک از یک قطار به قطار دیگر در ایستگاه بین راهی i ام

برنامه ریزی تشکیل قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه



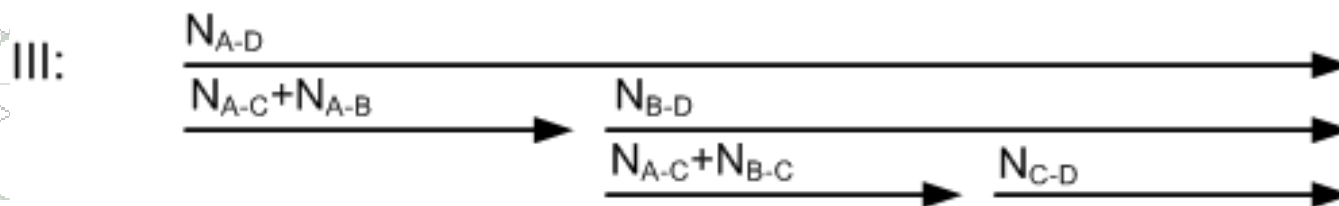
هزینه ها	جمع	C	B	A	ایستگاه
--	۶	۱	۲	۳	تعداد نوع قطاری که در هر ایستگاه تشکیل می شود
۷۲۰۰	۳۶۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰	۱۸۰۰	تاخیر واگنها برای تشکیل قطارها (واگن ساعت)
۰	۰	۰	۰	--	تعداد واگن برای عملیات مانور
۰	۰	۰	۰	--	تاخیر واگنها برای عملیات مانور (واگن ساعت)
۷۲۰۰					جمع هزینه ها

برنامه ریزی تشکیل قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه



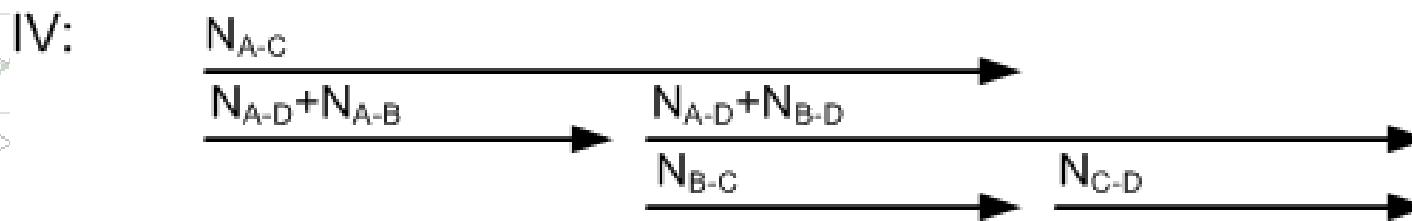
ایستگاه	A	B	C	جمع	هزینه ها
تعداد نوع قطاری که در هر ایستگاه تشکیل می شود	۲	۲	۱	۵	--
تاخیر واگنها برای تشکیل قطارها (واگن ساعت)	۱۲۰۰	۱۲۰۰	۶۰۰	۳۰۰۰	۶۰۰۰
تعداد واگن برای عملیات مانور	--	۰	۱۰۰	۱۰۰	۳۰۰
تاخیر واگنها برای عملیات مانور (واگن ساعت)	--	۰	۳۰۰	۳۰۰	۶۰۰
جمع هزینه ها					۶۹۰۰

برنامه ریزی تشکیل قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه



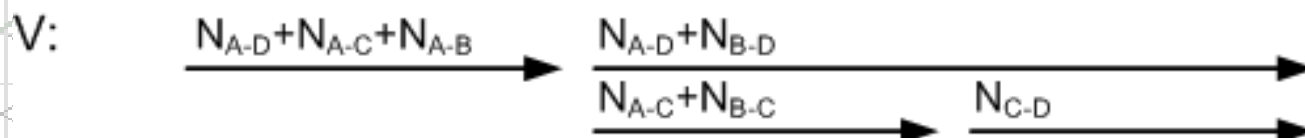
هزینه ها	جمع	C	B	A	ایستگاه
--	۵	۱	۲	۲	تعداد نوع قطاری که در هر ایستگاه تشکیل می شود
۶۰۰۰	۳۰۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰	۱۲۰۰	تاخیر واگنها برای تشکیل قطارها (واگن ساعت)
۱۸۰	۶۰	۰	۶۰	--	تعداد واگن برای عملیات مانور
۳۶۰	۱۸۰	۰	۱۸۰	--	تاخیر واگنها برای عملیات مانور (واگن ساعت)
۶۵۴۰					جمع هزینه ها

برنامه ریزی تشکیل قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه



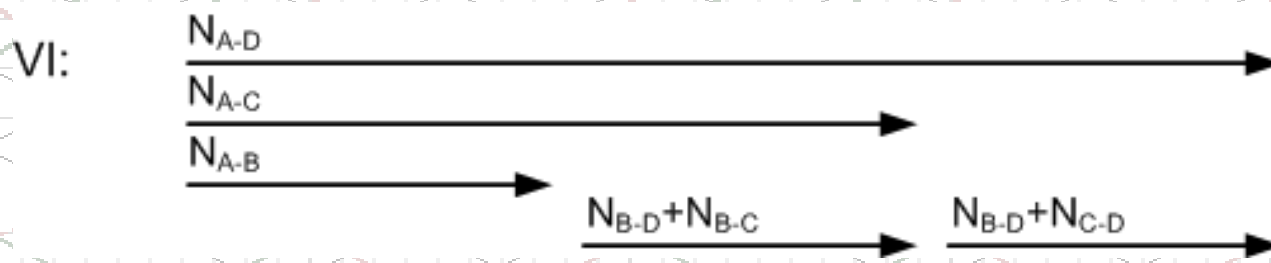
هزینه ها	جمع	C	B	A	ایستگاه
--	۵	۱	۲	۲	تعداد نوع قطاری که در هر ایستگاه تشکیل می شود
۶۰۰۰	۳۰۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰	۱۲۰۰	تاخیر واگن‌ها برای تشکیل قطارها (واگن ساعت)
۳۰۰	۱۰۰	۰	۱۰۰	--	تعداد واگن برای عملیات مانور
۶۰۰	۳۰۰	۰	۳۰۰	--	تاخیر واگن‌ها برای عملیات مانور (واگن ساعت)
۶۹۰۰					جمع هزینه ها

برنامه ریزی تشکیل قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه



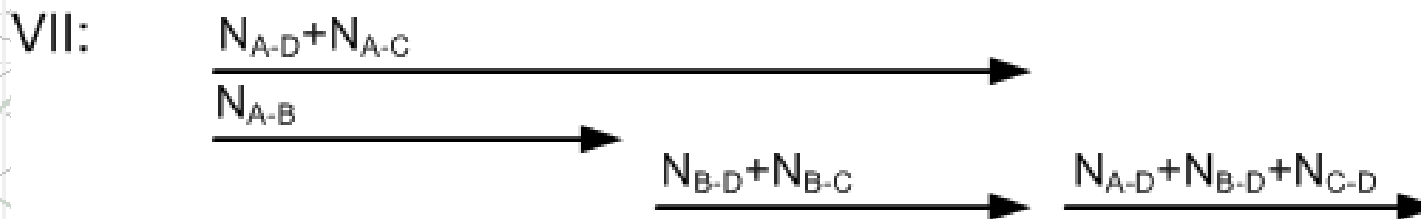
هزینه ها	جمع	C	B	A	ایستگاه
--	۴	۱	۲	۱	تعداد نوع قطاری که در هر ایستگاه تشکیل می شود
۴۸۰۰	۲۴۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰	۶۰۰	تاخیر واگنها برای تشکیل قطارها (واگن ساعت)
۴۸۰	۱۶۰	۰	۱۶۰	--	تعداد واگن برای عملیات مانور
۹۶۰	۴۸۰	۰	۴۸۰	--	تاخیر واگنها برای عملیات مانور (واگن ساعت)
۶۲۴۰					جمع هزینه ها

برنامه ریزی تشکیل قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه



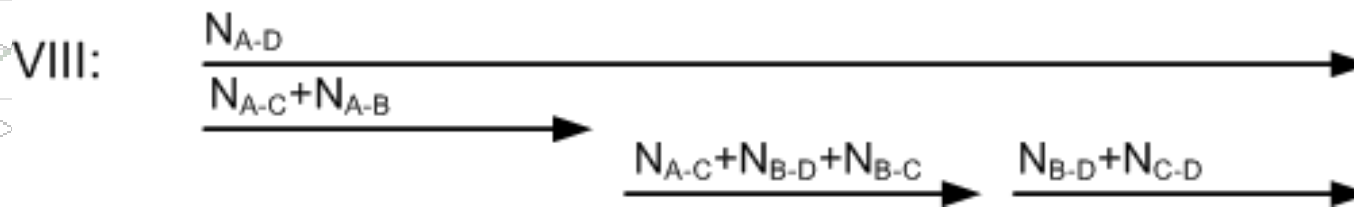
هزینه ها	جمع	C	B	A	ایستگاه
--	۵	۱	۱	۳	تعداد نوع قطاری که در هر ایستگاه تشکیل می شود
۶۰۰۰	۳۰۰۰	۶۰۰	۶۰۰	۱۸۰۰	تاخیر واگنها برای تشکیل قطارها (واگن ساعت)
۳۶۰	۱۲۰	۱۲۰	۰	--	تعداد واگن برای عملیات مانور
۷۲۰	۳۶۰	۳۶۰	۰	--	تاخیر واگنها برای عملیات مانور (واگن ساعت)
۷۰۸۰					جمع هزینه ها

برنامه ریزی تشکیل قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه



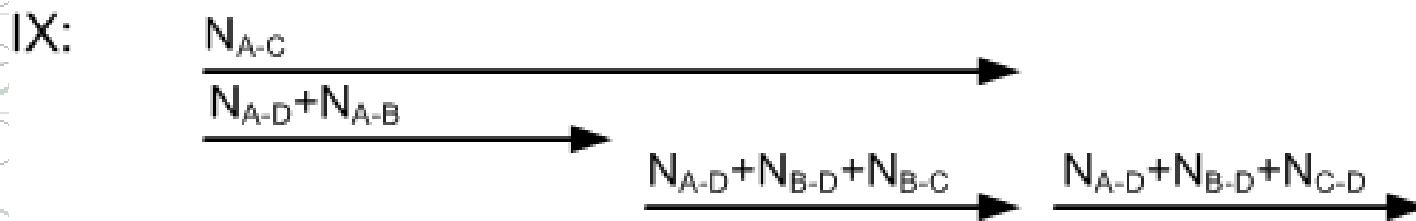
هزینه ها	جمع	C	B	A	ایستگاه
--	۴	۱	۱	۲	تعداد نوع قطاری که در هر ایستگاه تشکیل می شود
۴۸۰۰	۲۴۰۰	۶۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰	تاخیر واگنها برای تشکیل قطارها (واگن ساعت)
۶۶۰	۲۲۰	۲۲۰	۰	--	تعداد واگن برای عملیات مانور
۱۳۲۰	۶۶۰	۶۶۰	۰	--	تاخیر واگنها برای عملیات مانور (واگن ساعت)
۶۷۸۰					جمع هزینه ها

برنامه ریزی تشکیل قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه



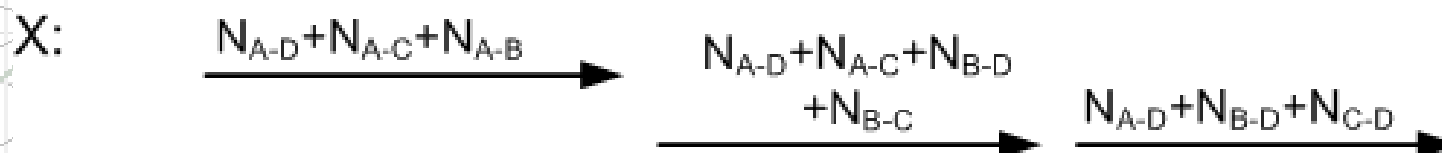
هزینه ها	جمع	C	B	A	ایستگاه
--	۴	۱	۱	۲	تعداد نوع قطاری که در هر ایستگاه تشکیل می شود
۴۸۰۰	۲۴۰۰	۶۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰	تاخیر واگنها برای تشکیل قطارها (واگن ساعت)
۵۴۰	۱۸۰	۱۲۰	۶۰	--	تعداد واگن برای عملیات مانور
۱۰۸۰	۵۴۰	۳۶۰	۱۸۰	--	تاخیر واگنها برای عملیات مانور (واگن ساعت)
۶۴۲۰					جمع هزینه ها

برنامه ریزی تشکیل قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه



هزینه ها	جمع	C	B	A	ایستگاه
--	۴	۱	۱	۲	تعداد نوع قطاری که در هر ایستگاه تشکیل می شود
۴۸۰۰	۲۴۰۰	۶۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰	تاخیر واگنها برای تشکیل قطارها (واگن ساعت)
۹۶۰	۳۲۰	۲۲۰	۱۰۰	--	تعداد واگن برای عملیات مانور
۱۹۲۰	۹۶۰	۶۶۰	۳۰۰	--	تاخیر واگنها برای عملیات مانور (واگن ساعت)
۷۶۸۰					جمع هزینه ها

برنامه ریزی تشکیل قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه

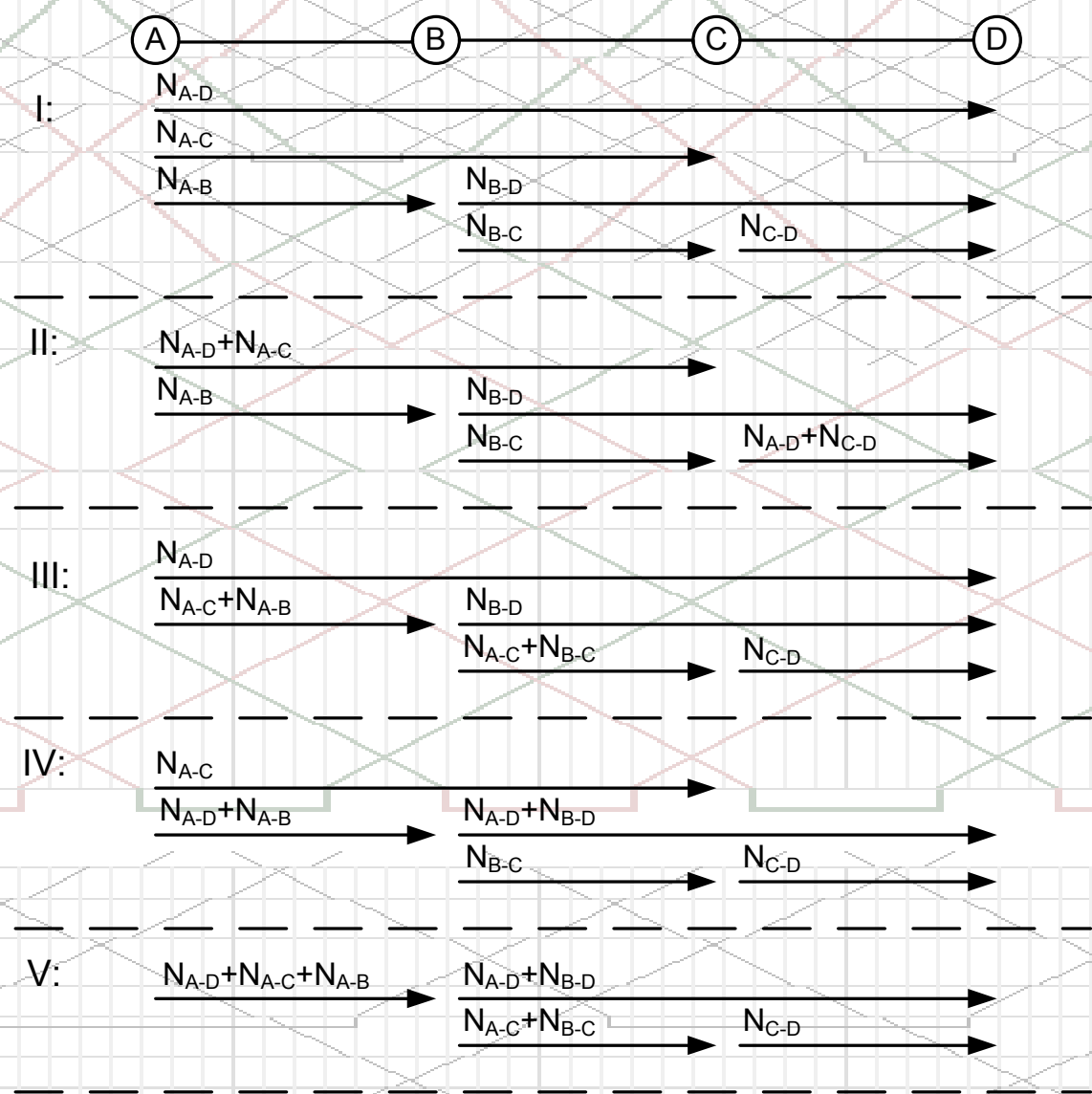


ایستگاه	A	B	C	جمع	هزینه ها
تعداد نوع قطاری که در هر ایستگاه تشکیل می شود	۱	۱	۱	۳	--
تاخیر واگنها برای تشکیل قطارها (واگن ساعت)	۶۰۰	۶۰۰	۶۰۰	۱۸۰۰	۳۶۰۰
تعداد واگن برای عملیات مانور	--	۱۶۰	۲۲۰	۳۸۰	۱۱۴۰
تاخیر واگنها برای عملیات مانور (واگن ساعت)	--	۴۸۰	۶۶۰	۱۱۴۰	۲۲۸۰
جمع هزینه ها					۷۰۲۰

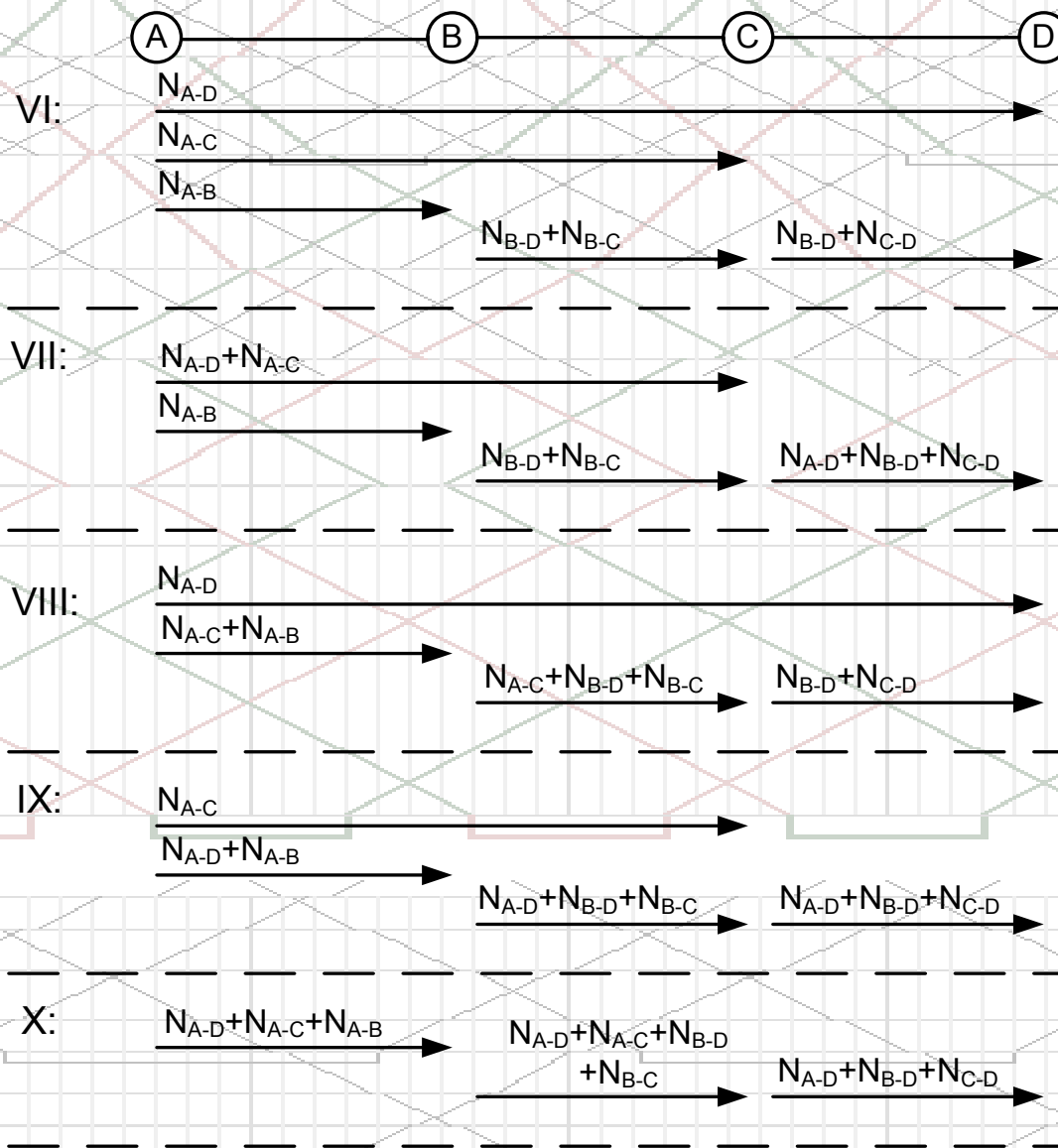
برنامه ریزی تشکیل قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه

برنامه ها	جمع هزینه ها
برنامه ۱	۷۲۰۰
برنامه ۲	۶۹۰۰
برنامه ۳	۶۵۴۰
برنامه ۴	۶۹۰۰
برنامه ۵	۶۲۴۰
برنامه ۶	۷۰۸۰
برنامه ۷	۶۷۸۰
برنامه ۸	۶۴۲۰
برنامه ۹	۷۶۸۰
برنامه ۱۰	۷۰۲۰

برنامه ریزی قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه



برنامه ریزی قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه



برنامه ریزی تشکیل قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه



از مبدأ A	از مبدأ B	از مبدأ C
$N_{A-D}, N_{A-C}, N_{A-B}$	N_{B-D}, N_{B-C}	N_{C-D}
$N_{A-D} + N_{A-C}, N_{A-B}$	$N_{B-D} + N_{B-C}$	
$N_{A-C} + N_{A-B}, N_{A-D}$		
$N_{A-D} + N_{A-B}, N_{A-C}$		
$N_{A-D} + N_{A-C} + N_{A-B}$		

$$5 \times 2 \times 1 = 10$$

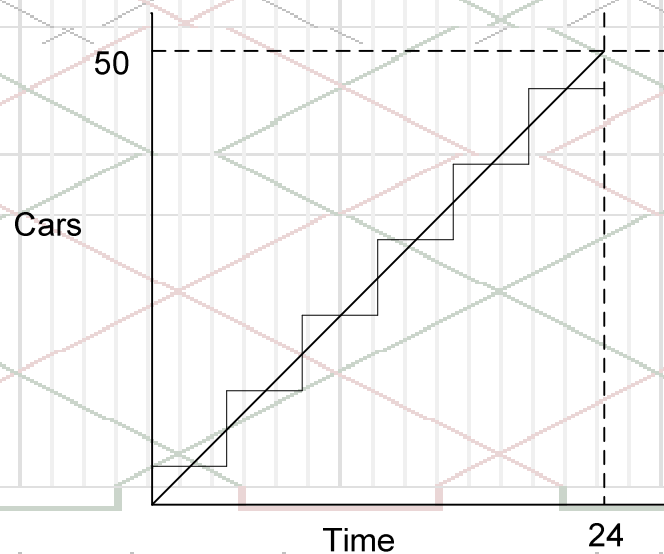
برنامه ریزی تشکیل قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه

- س: همانطور که ملاحظه می شود اگر ما بخواهیم برای یک مسیر مستقیم قطار داشته باشیم (مثلاً برای مسیر A به C) مقدار c.m را به مجموع زمانهای تاخیر واگنها برای تشکیل قطارها اضافه می کنیم، ولی اگر قطار مستقیم اعزام نشود و غیر مستقیم بخواهیم واگنهای آن مسیر را ارسال کنیم باید واگنها برای تشکیل قطار توقف داشته باشند ولی چرا این زمان را اضافه نمی کنیم؟

برنامه ریزی تشکیل قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه

- مثلاً فرض کنیم که ۵۰ واگن از A-B اعزام می شود.

$$B = 24/2 * 50 = 12 * 50 = 600 \quad \text{Car/Hours}$$

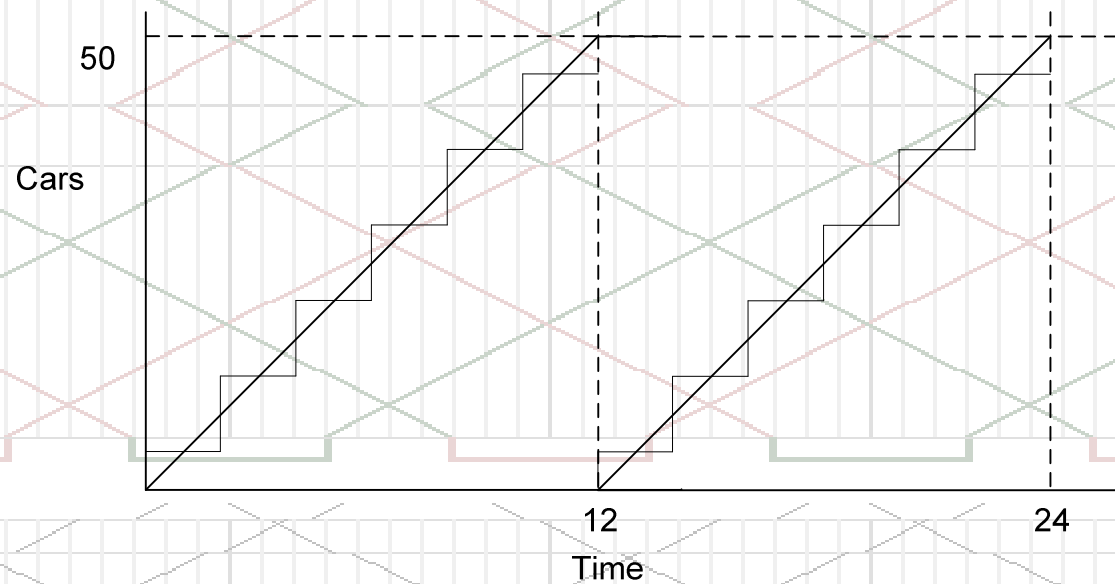


برنامه ریزی تشکیل قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه

- فرض کنیم ۵۰ به ۱۰۰ می‌رسد:

$$B = 12/2 * 50 + 12/2 * 50 = (6+6) * 50 = 12 * 50 = 600$$

Car/Hours



برنامه ریزی تشکیل قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه

- چرا زمان و هزینه عملیات مانور را در مبداء و مقصد در نظر نمی گیریم؟

- چرا زمانی که واگنهای A به C وارد ایستگاه B می شود ما فقط زمان عملیات مانور را در نظر می گیریم و زمان تاخیر برای تجمع برای رفتن از B به C را در نظر نمی گیریم؟

برنامه ریزی تشکیل قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه

• جدول حالت ممکنه برای ۲ تا ۹ ایستگاه:

تعداد ایستگاه	تعداد حالات مختلف
2	1
3	2
4	10
5	150
6	7,800
7	1,583,400
8	$1.39 \cdot 10^9$
9	$5.7 \cdot 10^{12}$

برنامه ریزی تشکیل قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه

- $q(n)$: تعداد حالات مختلف
- $f(n)$: تعداد اضافه شده به ازای یک ایستگاه اضافی
- n : تعداد ایستگاه

$$q(n) = f(n).q(n-1)$$

$$f(n) = \sum_{i=0}^{n-2} C_{n-2}^i f[(n-1)-i] \quad \forall n \geq 3$$

$$f(2), f(1) = 1$$

برنامه ریزی تشکیل قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه

• برای ۳ ایستگاه:

$$n = 3$$

$$q(3) = f(3).q(3-1)$$

$$f(3) = \sum_{i=0}^{3-2} C_{3-2}^i f[(3-1)-i]$$

$$f(3) = \sum_{i=0}^1 C_1^i f(2-i) = C_1^0 f(2) + C_1^1 f(1) = 2$$

$$q(3) = q(2) \times f(3) = 1 \times 2 = 2$$

برنامه ریزی تشکیل قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه

• برای ۴ ایستگاه:

$$n = 4$$

$$f(4) = \sum_{i=0}^2 C_2^i f(3-i)$$

$$= C_2^0 f(3) + C_2^1 f(2) + C_2^2 f(1) = 5$$

$$q(4) = q(3) \times f(4) = 2 \times 5 = 10$$

برنامه ریزی تشکیل قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه

• برای ۵ ایستگاه:

$$n = 5$$

$$f(5) = \sum_{i=0}^3 C_3^i f(4-i)$$

$$= C_3^0 f(4) + C_3^1 f(3) + C_3^2 f(2) + C_3^3 f(1) = 15$$

$$q(5) = q(4) \times f(5) = 10 \times 15 = 150$$

برنامه ریزی تشکیل قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه

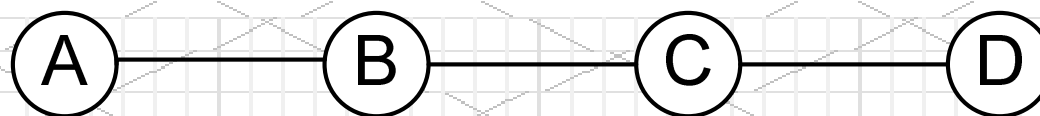
• جدول حالت ممکنه برای ۲ تا ۹ ایستگاه:

تعداد ایستگاه n	$f(n)$	تعداد حالات مختلف $q(n)$
2	1	1
3	2	2
4	5	10
5	15	150
6	52	7,800
7	203	1,583,400
8	877	$1.39 \cdot 10^9$
9	4,140	$5.7 \cdot 10^{12}$

تمرین

برای شبکه فرضی زیر میزان تقاضا و سایر پارامترهای موجود بشرح زیر است:

	A	B	C	D
A		115	185	120
B			95	90
C				100
D				



تمرین

- تعداد واگنهای هر قطار ۵۰
- ضریب تأخیر برای ایستگاه A و B برای قطارها به سایر ایستگاهها ۱۲ ساعت در نظر گرفته شود.
- متوسط زمان توقف برای عملیات مانور در ایستگاهها ۳ ساعت است.
- ارزش هر واگن ساعت برای راه آهن ۲ واحد پولی است.
- هزینه عملیات مانور برای هر واگن در ایستگاه B و C، ۳ واحد پولی محاسبه شود. (S)
- ضمن بررسی کلیه حالت‌های ممکن برنامه بهینه تشکیل قطارها را تعیین کنید.

پایان