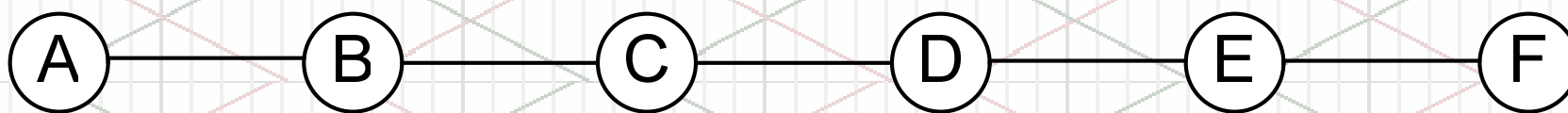


برنامه ریزی تشکیل قطارها

مدرس: دکتر مسعود یقینی

روشهای تشکیل قطارها



یک شبکه راه آهن فرضی

روشهای تشکیل قطارها

- **کلیه واگنها در ایستگاه مبدأ بارگیری می شوند و با قطار تشکیل شده مستقیم تا مقصد نهایی (محل تخلیه) حمل شوند.**

- مزیت: زمان و هزینه عملیات مانوری در طول مسیر وجود نخواهد داشت.

- اشکال: زمان توقف واگنها در مبدأ طولانی می شود. اگر مقاصد بار متنوع باشد تعداد خطوط گروه بندی واگنها باید زیاد باشد. اگر در مقصد تجهیزات کافی تخلیه و بارگیری وجود نداشته باشد واگنها مدت زیادی متوقف می مانند.

- **واگنهای کلیه مقاصد که در یک مسیر هستند در یک قطار تشکیل و اعزام شوند.**

- مزیت: زمان انتظار واگنها در ایستگاه مبدأ کاهش می یابد.

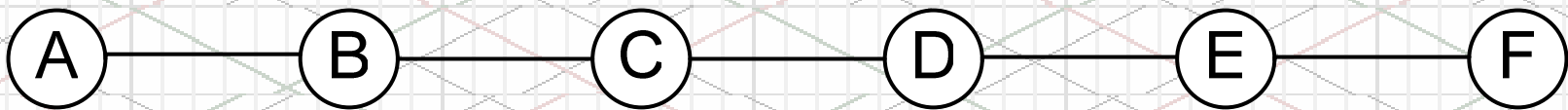
- اشکال: زمان و هزینه عملیات مانور در طول مسیر زیاد خواهد بود.

روشهای تشکیل قطارها

- کدام راه بهتر است؟
- راه مناسب در برنامه تشکیل قطارها مشخص می گردد.
- برنامه تشکیل قطارها تقسیم کار تشکیل، تغییر آرایش و تفکیک قطارها را بین ایستگاههای راه آهن مشخص می کنند.
- این برنامه در واقع مدیریت بهره برداری از واگنها را مشخص می کند.
- برنامه تشکیل قطارها مشخص می کند:
 - چه نوع قطارهای تشکیل شود. (مستقیم یا غیر مستقیم)
 - در کجا تشکیل شوند.
 - ترکیب واگنهای آن چگونه باشد.

روشهای تشکیل قطارها

مثال: برنامه تشکیل قطارها در ایستگاه A



ایستگاه مبدأ	ایستگاه مقصد	ترکیب
A	B	واگنهای B و C
A	D	تشکیل در A و تفکیک در D
A	E	بارگیری در A و تخلیه در E
A	F	واگنهای F و به بعد

حالت‌های مختلف قطارهای باری

- مبدأ محل بارگیری است و یا ایستگاه تشکیلاتی (بعد از بارگیری به ایستگاه تشکیلاتی ارسال می شود).
- مقصد نهایی محل تخلیه است و یا ایستگاه تشکیلاتی (بعد از تفکیک برای تخلیه ارسال می شود).
- قطار محلی در داخل ناحیه است (مبدأ و مقصد در ناحیه) و یا بین نواحی است.
- قطارهای باری منظم (مثلاً روزی ۲ قطار بین معدن سنگ آهن و ذوب آهن) و یا غیر منظم است.
- قطارهای باری سریع السیر و یا عادی است.
- قطارهایی که واگن‌های آن متعلق به یک مقصد است و یا متعلق به چند مقصد است.
- قطارهای باری که در بین راه تغییر آرایش دارند و یا ندارند.

اهداف تهیه برنامه تشکیل قطارها

- کاهش حجم عملیات مانور و افزایش سرعت حمل و نقل.
- تقسیم کار مناسب بین ایستگاههای تشکیلاتی برای استفاده بهینه از امکانات ایستگاهها جهت افزایش سرعت حرکت واگنها.
- استفاده بهینه از ظرفیت خطوط با تخصیص مناسب و جریان واگنها در مسیرهای مناسب.
- شناسایی حجم کار ایستگاههای مختلف و شناسایی نیاز به توسعه ایستگاههای موجود و یا احداث ایستگاههای جدید.

تشکیل قطار در نقاط بارگیری تا نقاط تخلیه

- از روشهای اقتصادی برای راه آهن این نوع قطار هاست.
- نیاز به امکانات مانور در ایستگاههای تشکیلاتی کم می شود.
- در صورتیکه تجهیزات تخلیه و بارگیری مناسب باشد، سرعت عملیات بالا خواهد بود، در غیر اینصورت واگنها مدت زیادی معطل می شوند.
- در صورت معطلی زیاد باید تشکیل قطار بین ۲ یا تعداد بیشتری نقاط بارگیری انجام شود.
- حجم زیادی از بارها در ایران از این طریق جابجا می شوند.

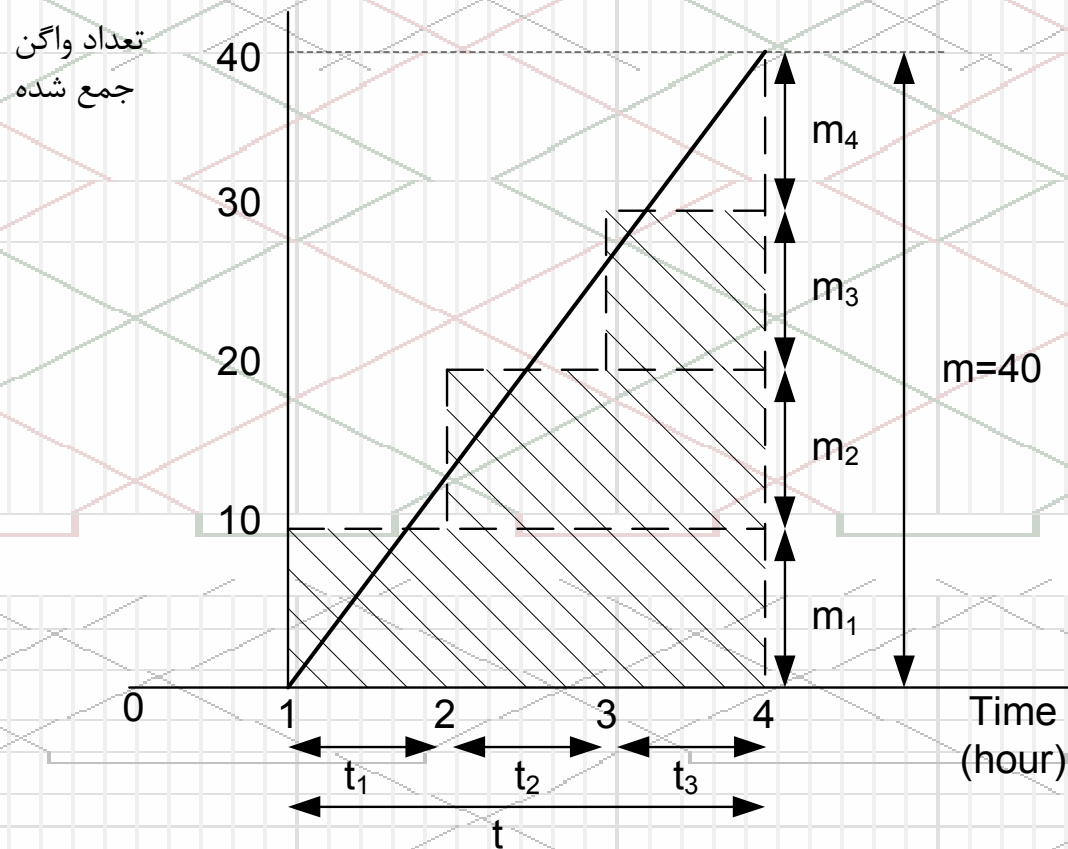
زمان تأخیر برای تجمع واگنها

Car Accumulation Time

- فرایند تجمع واگنها، یعنی فرآیندی که واگنها برای تشکیل یک قطار خاص در ایستگاه جمع می شوند.
- بعد از رسیدن تعداد واگنها به تناژ و یا طول قابل قبول قطار تشکیل و اعزام می شود.
- تجمع بصورت تدریجی اتفاق می افتد.
- معمولاً ۴۰ تا ۵۰ درصد از زمان چرخه واگنها به زمان تأخیر برای تجمع واگنها اختصاص دارد.

زمان تأخیر برای تجمع واگن‌ها

- مثال: فرض می‌کنیم در هر ساعت ۱۰ واگن وارد ایستگاه می‌شود.
- زمانی که تعداد واگن‌ها به ۴۰ رسید قطار تشکیل می‌شود. ($m=40$)



زمان تأخیر برای تجمع واگنها

- برای محاسبه مجموع زمان تأخیر واگنها (B) یا واگن - ساعت توقف باید سطح ستونها را محاسبه کنیم:

$$B = m_1(t_1+t_2+t_3) + m_2(t_2+t_3) + m_3(t_3) + m_4(0) \text{ [Car-Hours]}$$

$$B = 10(3) + 10(2) + 10(1) + 10(0) = 60 \text{ [Car-Hours]}$$

- بجای این کار می توان مستطیل را به دو مثلث تقسیم کرد و مساحت مثلث را محاسبه کرد:

$$B = t/2 * m \text{ [Car-Hours]}$$

$$B = 3/2 * 40 = 60 \text{ [واگن - ساعت]}$$

زمان تأخیر برای تجمع واگنها

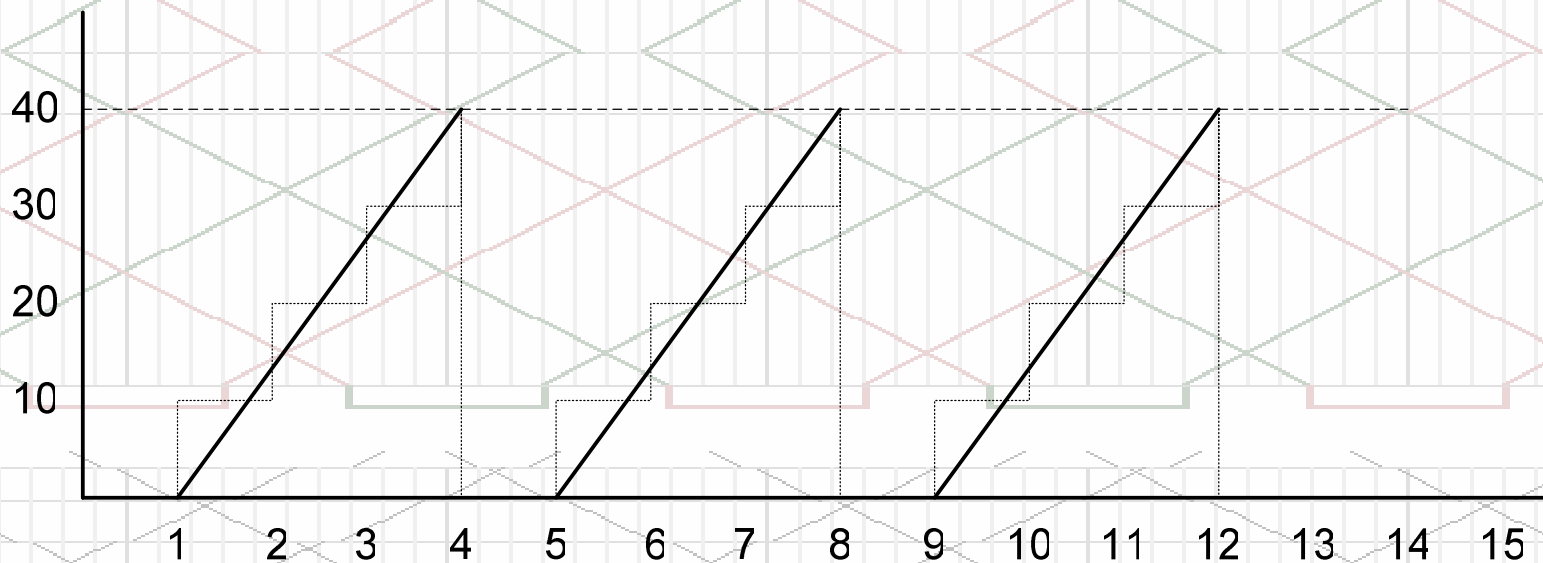
- t_a : متوسط زمان توقف یک واگن برای تشکیل قطار

$$t_a = 60/40 = 1.5$$

- یعنی هر واگن بطور متوسط $1/5$ ساعت توقف داشته است.

زمان تأخیر برای تجمع واگنها

- در صورتیکه که روزانه، مجموع واگنهای وارده به ایستگاه برای تشکیل این نوع قطار ۲۴۰ واگن ($N=240$) باشد، مجموع زمان تأخیر و میانگین تأخیر برای هر واگن چقدر می شود؟



زمان تأخیر برای تجمع واگنها

- هر ۴ ساعت یک قطار تشکیل می شود بنابر تعداد ۶ قطار در روز تشکیل می شود:

$$24/4=6$$

- ۶ ساعت هم مجموع فواصل زمانی بین دو قطار است. یعنی زمانی که هیچ واگنی وجود ندارد.

- مجموع و میانگین زمان تأخیر واگنها برابر خواهد بود با:

$$t = 24 - 6 = 18$$

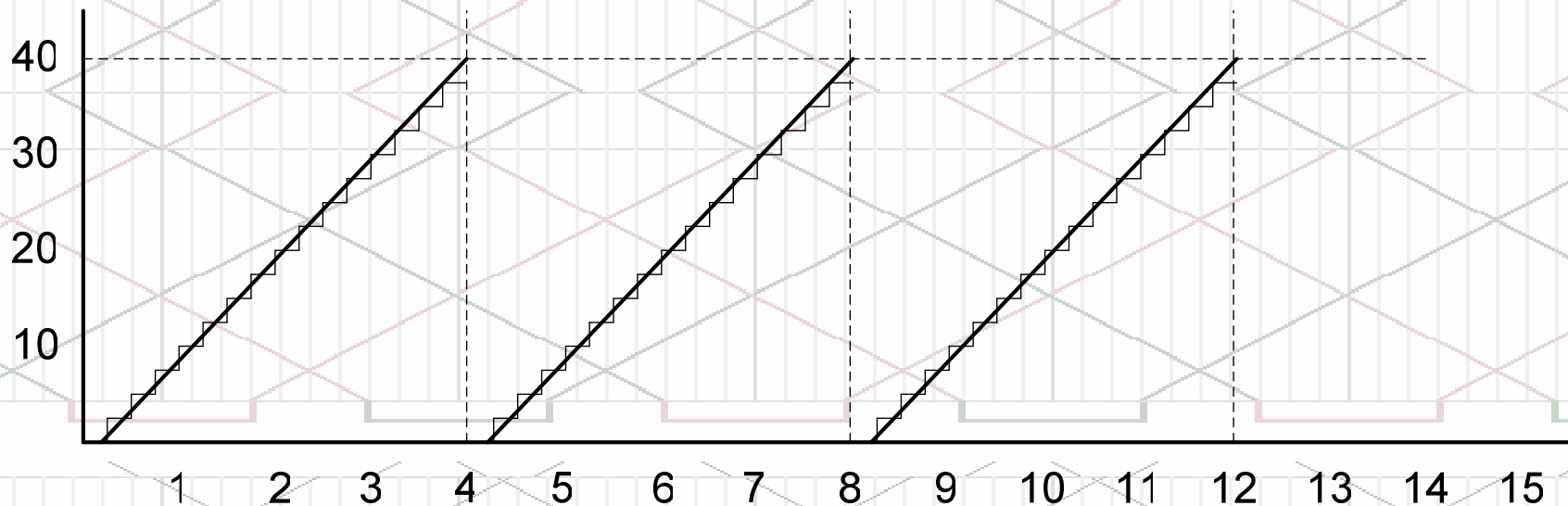
$$B = 18/2 \times m = 9 \times m$$

$$B = 9 \times 40 = 360 \quad \text{مجموع زمان تأخیر}$$

$$t_a = \frac{B}{N} = \frac{360}{240} = 1.5 \quad \text{میانگین زمان تأخیر برای هر واگن}$$

زمان تأخیر برای تجمع واگنها

- در صورتیکه که ورود واگنها به ایستگاه هر ۱۵ دقیقه تقریباً ۲/۵ واگن باشد، مجموع زمان تأخیر و میانگین زمان تأخیر هر واگن چقدر می شود:



زمان تأخیر برای تجمع واگنها

- فواصل بین قطارها ۱/۵ ساعت می شود. یعنی ۶ تا ۱۵ دقیقه.
- مجموع و میانگین زمان تأخیر برای واگنها برابر خواهد بود با:

$$t = 24 - 1.5 = 22.5$$

$$B = 22.5/2 \times m = 11.25 \times m$$

$$B = 11.25 \times 40 = 450 \quad \text{مجموع زمان تأخیر}$$

$$t_a = \frac{B}{N} = \frac{450}{240} = 1.88 \quad \text{میانگین زمان تأخیر برای هر واگن}$$

زمان تأخیر برای تجمع واگنها

- در صورتیکه که روزانه، مجموع واگنهای وارده به ایستگاه برای تشکیل این نوع قطار ۳۶۰ واگن ($N=360$) باشد،
- مجموع زمان تأخیر و میانگین تأخیر برای ورود واگن ها بصورت هر ۱۵ دقیقه ۳/۷۵ واگن، چقدر می شود؟

زمان تأخیر برای تجمع واگنها

- برای هر ۱۵ دقیقه ۳/۷۵ واگن:
- تعداد قطارها:

$$360/40 = 9$$

- فواصل زمانی تشکیل قطار تا ورود گروه واگن بعدی، ۹ تا ۱۵ دقیقه می شود:
- ۲:۱۵ ساعت

- مجموع و میانگین زمان تأخیر واگنها برابر خواهد بود با:

$$t = 24 - 2:15 = 21:45$$

$$B = 21:45/2 \times m = 10:52 \times m$$

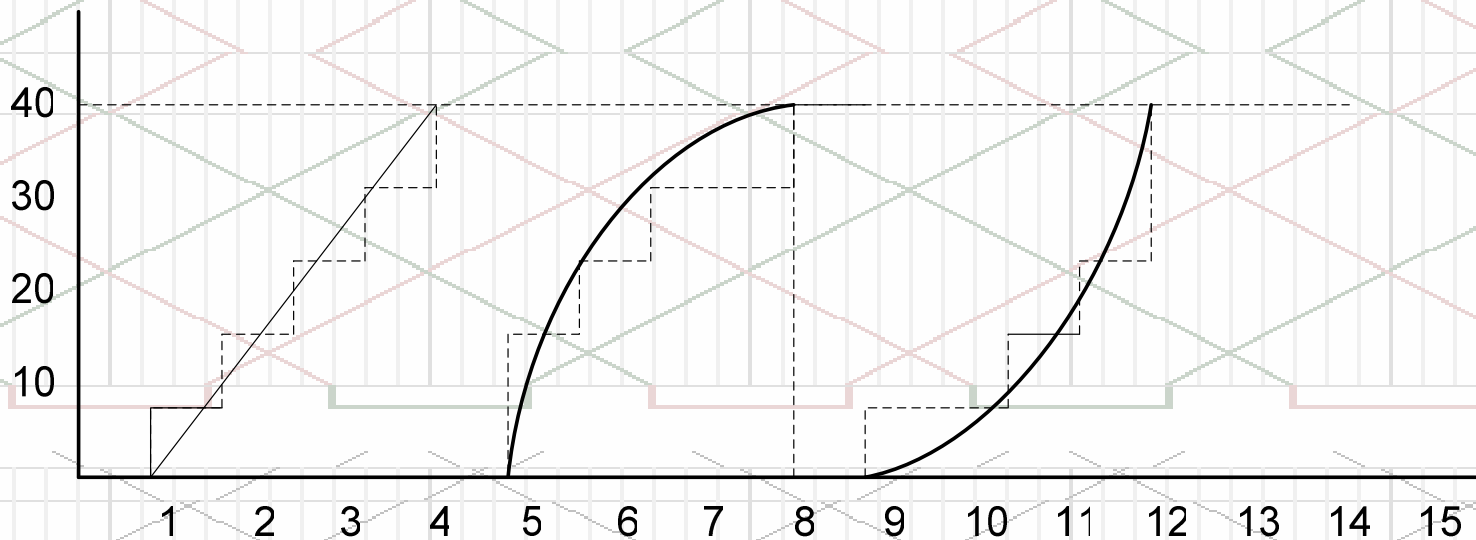
$$B = 10:52 \times 40 = 435 \quad \text{مجموع زمان تأخیر}$$

$$t_a = \frac{B}{N} = \frac{435}{360} = 1.21$$

میانگین زمان تأخیر برای هر واگن

زمان تأخیر برای تجمع واگنها

- بعلت این که ورود واگنها به ایستگاه به صورت یک اندازه و در فواصل زمانی ثابت نیست، بعد از تشکیل قطار هم بلافاصله قطار تشکیل نمی شود.



زمان تأخیر برای تجمع واگنها

- c : ضریب تجمع واگنها / ضریب تأخیر واگنها
- این پارامتر مستقل از تعداد کل واگن وارده برای تشکیل یک نوع قطار خاص است.

$$B = c.m$$

کل زمان تأخیر واگنها

$$t_a = c.m / N$$

میانگین زمان تأخیر برای هر واگن

- معمولاً c را بین ۸ تا ۱۲ انتخاب می کنند. که بر اساس توزیع ورود واگنها به ایستگاه تعیین می شود:

$$8 \leq c \leq 12$$

- این مقدار براساس آمار ایستگاهها برای تشکیل قطارها در گذشته تعیین می شود و عامل اصلی در تعیین آن توزیع ورود واگنها به ایستگاه است.

زمان تأخیر برای تجمع واگنها

• برای هر ایستگاه و مقصدی یک پارامتر C باید محاسبه شود:

ایستگاه	قطار	c
A	A-B	8.5
A	A-C	9

زمان تأخیر برای تجمع واگنها

- در صورتیکه مقدار ضریب تأخیر (c) را ۱۰ و ۱۲ در نظر گرفته شود.
- ظرفیت قطار از ۳۰، ۴۰ و ۵۰ در نظر گرفته شود.
- تعداد واگن ورودی ۲۴۰ و ۳۶۰ واگن در نظر گرفته شود.
- رابطه t_a و m و N بصورت جدول زیر می شود:

زمان تأخیر برای تجمع واگنها

رابطه t_a و m و N

c	m	N	تعداد قطار	$B = c.m$ (car-hours)	$t_a = c.m/N$ (hours)
12	30	240	8	360	1.5
12	40	240	6	480	2
12	50	240	5	600	2.5
10	30	240	8	300	1.25
10	40	240	6	400	1.67
10	50	240	5	500	2.08
10	30	360	12	300	0.83
10	40	360	9	400	1.11
10	50	360	7	500	1.89

زمان تأخیر برای تجمع واگنها

- بین تعداد کل واگنها (N) و مجموع زمان توقف واگنها (B) رابطه ای وجود ندارد.
- بین تعداد کل واگنها (N) و میانگین زمان توقف واگنها (t_a) رابطه معکوس وجود دارد.
- بین تعداد واگنهای هر قطار (m) و مجموع و میانگین زمان تاخیرات رابطه مستقیم وجود دارد.
- هدف راه آهن کاهش t_a است.

زمان تأخیر برای تجمع واگنها

روشهای کاهش t_a :

- برنامه ای کردن قطارهای باری - موجب سازمان دادن ورود واگنها به ایستگاههای میانی می شود.
- تجهیزات مناسب تخلیه و بارگیری برای منظم و سریع انجام شدن عملیات تخلیه و بارگیری.
- ظرفیت محوطه مانوری برای تشکیل و تفکیک قطار در یک ساعت \leq حداکثر تعداد قطاری که باید تشکیل و تفکیک شود در طی یکساعت.
- زمان مورد نیاز برای انجام عملیات تشکیل و یا تفکیک قطار (دقیقه) \geq حداقل فواصل زمانی قبول و اعزام قطارها (دقیقه) \times تعداد تیم و لکوموتیو مانور.

برنامه ریزی تشکیل قطارها