

بسم الله الرحمن الرحيم

برنامه ریزی حرکت قطارها

فصل ۹: برنامه ریزی تشکیل قطار

مدرس: دکتر مسعود یقینی

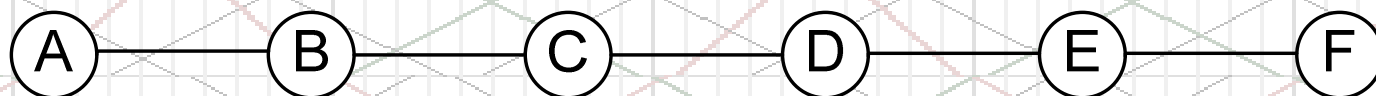
پائیز ۱۳۸۹

فهرست مطالب

- روشهای تشکیل قطارها
- زمان تأخیر برای تجمع واگنها

روشهای تشکیل قطارها

روشهای تشکیل قطارها



یک شبکه راه آهن فرضی

روشهای تشکیل قطارها

• حالت اول: حمل بلاکها توسط قطارهای مستقیم

- کلیه بلاکها توسط قطارهایی حمل شود که مبدا و مقصد قطار همان مبدا و مقصد بلاک باشد.
- مزیت: زمان و هزینه عملیات مانوری در طول مسیر وجود نخواهد داشت.
- اشکال: زمان توقف واگنها برای تجمع در مبدا طولانی می شود.

• حالت دوم: حمل بلاکها توسط قطارهای غیر مستقیم

- واگنهای کلیه بلاکها توسط قطار به ایستگاه مجاور که در مسیر مقصد بلاکها هستند ارسال می گردد.
- 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

- راه حل مناسب ترکیبی از ارسال بلاکها با قطارهای مستقیم و غیر مستقیم 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.
- برنامه تشکیل قطارها به سوالات زیر پاسخ می دهد:
 - چه نوع قطارهای تشکیل شود؟ (مستقیم یا غیر مستقیم)
 - در کجا تشکیل شوند؟
 - ترکیب بلاکهای آن چگونه باشد؟

انواع قطارهای باری

• مبدأ قطار:

- محل بارگیری و خارج از ایستگاه تشکیلاتی: واگنها بارگیری و قطار تشکیل و اعزام می شود.
- ایستگاه تشکیلاتی: واگنها در خارج از ایستگاه تشکیلاتی بارگیری می شوند و برای تشکیل قطار به ایستگاه تشکیلاتی ارسال می شوند و یا در ایستگاه تشکیلاتی بارگیری می شود.

• مقصد نهایی قطار:

- محل تخلیه بار
- ایستگاه تشکیلاتی: در ایستگاه تشکیلاتی تخلیه می شود و یا بعد از تفکیک برای تخلیه ارسال می شود.

• محدوده حرکت قطار:

- قطار محلی که مبدأ و مقصد آن در داخل یک ناحیه است.
- قطار بین نواحی است.

انواع قطارهای باری

- نظم در تشکیل قطارها:

- قطارهای باری منظم (مثلاً روزی ۲ قطار بین معدن سنگ آهن و ذوب آهن)
- قطارهای باری غیر منظم

- سرعت سیر:

- قطارهای باری سریع السیر
- قطارهای باری عادی

- ترکیب بلاکها:

- قطارهایی که واگنهای آن متعلق به یک بلاک خاص است
- قطارهایی که واگنهای آن متعلق به چند بلاک است

- تغییر آرایش در بین راه

- قطارهای باری که در بین راه تغییر آرایش دارند
- قطارهای باری که در بین راه تغییر آرایش 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.

برنامه ریزی تشکیل قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه

- اطلاعات مورد نیاز برای تهیه برنامه تشکیل قطارها:
 - برنامه کلان حمل و نقل بار- شامل تناژ بار بین مبادی و مقاصد مختلف بار.
 - ظرفیت عملیات مانور ایستگاه‌های مختلف و ظرفیت خطوط گروه بندی واگنها.
 - زمان ارسال محموله ها که باید سریع تر بروند، مثل کالاهای فاسد شدنی و یا با قابلیت انفجار.
 - مدت زمان تأخیر برای تجمع واگنها برای تشکیل قطارها در ایستگاه مبدأ و مدت زمان عملیات مانور در ایستگاه‌های مبدأ میانی و مقصد
 - هزینه عملیات مانور ایستگاهها
 - استانداردها و قوانین مرتبط با جابجایی واگنها و یا اولویت های خاص جابجایی

برنامه ریزی تشکیل قطارها بر اساس تعیین حالت‌های ممکنه

• سایر نکات برنامه ریزی تشکیل قطارها:

– در برنامه تشکیل قطارها، می توان جابجایی واگنهای خالی نیز در نظر گرفته شود.

– در صورتیکه تغییرات عمده ای در تقاضای حمل بار اتفاق بیافتد باید در برنامه تشکیل قطارها اعمال شود.

– این برنامه باید یک تقسیم کار بین ایستگاههای راه آهن انجام دهد.

زمان تأخیر برای تجمع واگنها

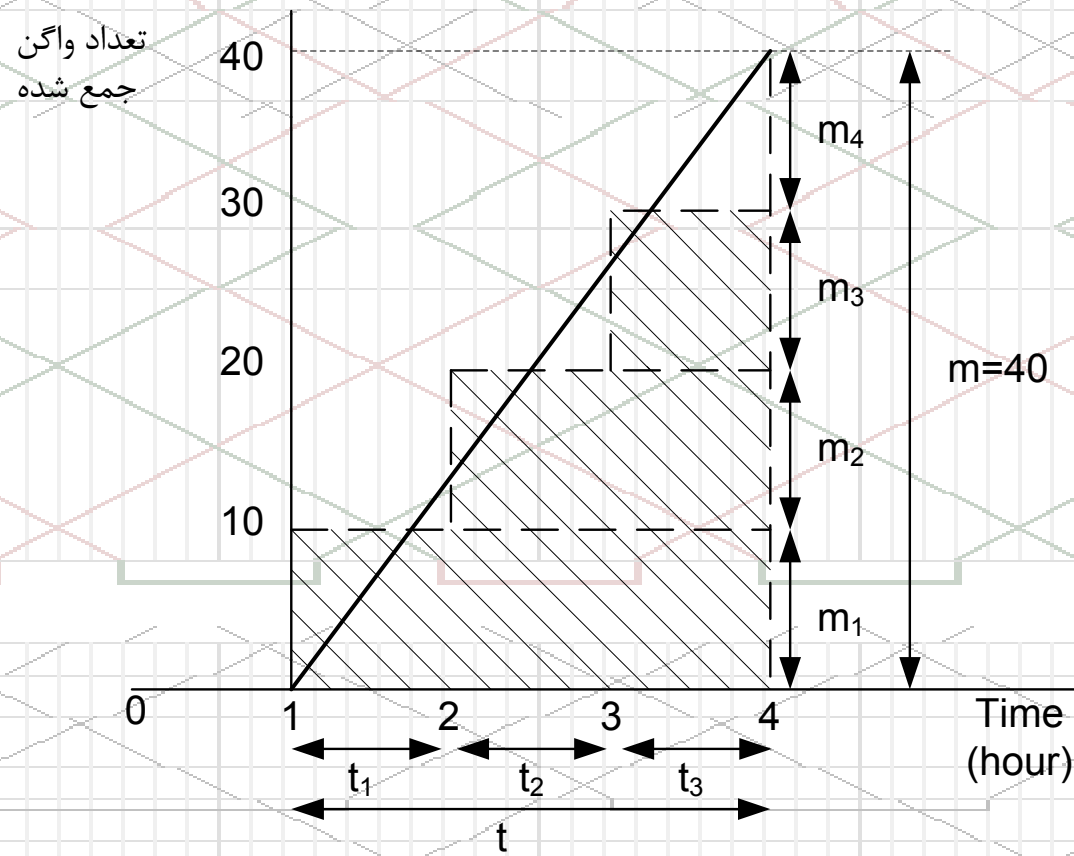
(Car Accumulation Time)

زمان تأخیر برای تجمع واگنها

- فرایند تجمع واگنها، یعنی فرآیندی که واگنها برای تشکیل یک قطار در ایستگاه جمع می شوند.
- بعد از رسیدن تعداد واگنها به تناژ و یا طول قابل قبول، قطار تشکیل و اعزام می شود.
- تجمع معمولاً 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 ۱: فرض کنید در هر ساعت ۱۰ واگن وارد ایستگاه می شود. زمانی که تعداد واگنها به ۴۰ رسید قطار تشکیل می شود.



زمان تأخیر برای تجمع واگنها

- m : تعداد واگنها برای تشکیل قطار ($m=40$)
- t : زمان از اولین ورود واگن تا آخرین واگن برای تشکیل قطار ($t=3$)
- B : مجموع زمان تأخیر برای تجمع واگنها
- محاسبه مجموع زمان تأخیر واگنها (B):
$$B = m_1(t_1+t_2+t_3) + m_2(t_2+t_3) + m_3(t_3) + m_4(0) \quad [Car-Hours]$$
$$B = 10(3) + 10(2) + 10(1) + 10(0) = 60 \quad [Car-Hours]$$
- بجای این کار می توان مستطیل را به دو مثلث تقسیم کرد و مساحت مثلث را محاسبه کرد:

$$B = t/2 * m \quad [Car-Hours]$$
$$B = 3/2 * 40 = 60 \quad [Car-Hours]$$

زمان تأخیر برای تجمع واگنها

- t_a : متوسط زمان توقف یک واگن برای تشکیل قطار

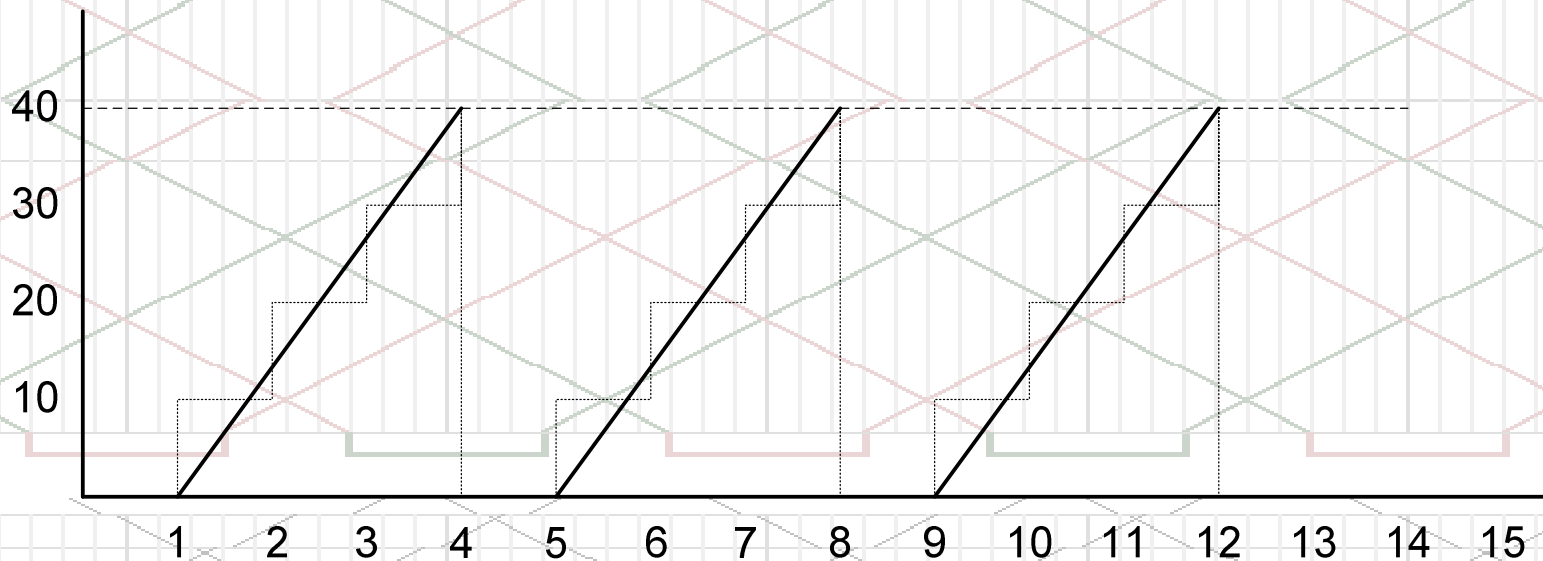
$$t_a = 60/40 = 1.5$$

- یعنی هر واگن بطور متوسط 1.5 ساعت توقف داشته است.

زمان تأخیر برای تجمع واگنها

• مثال ۲: افزایش کل تعداد واگنها

– فرض کنید 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

• k: تعداد قطار روزانه

• ۶ قطار ($k = 6$) در روز باید تشکیل شود یعنی هر ۴ ساعت یک قطار تشکیل می شود.

$$B = k * (t/2 * m)$$

$$B = ((k * t) / 2) * m$$

$$B = ((6 * 3) / 2) * 40 = 360$$

$$B = 9 * 40 = 360 \quad [Car-Hours]$$

$$t_a = \frac{B}{N} = \frac{360}{240} = 1.5$$

میانگین زمان تأخیر برای هر واگن

زمان تأخیر برای تجمع واگنها

- c : ضریب تجمع واگنها / ضریب تأخیر واگنها

$$c = T / 2$$

- T : مجموع زمان حضور واگنها در ایستگاه

- این پارامتر مستقل از تعداد کل واگنهای 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

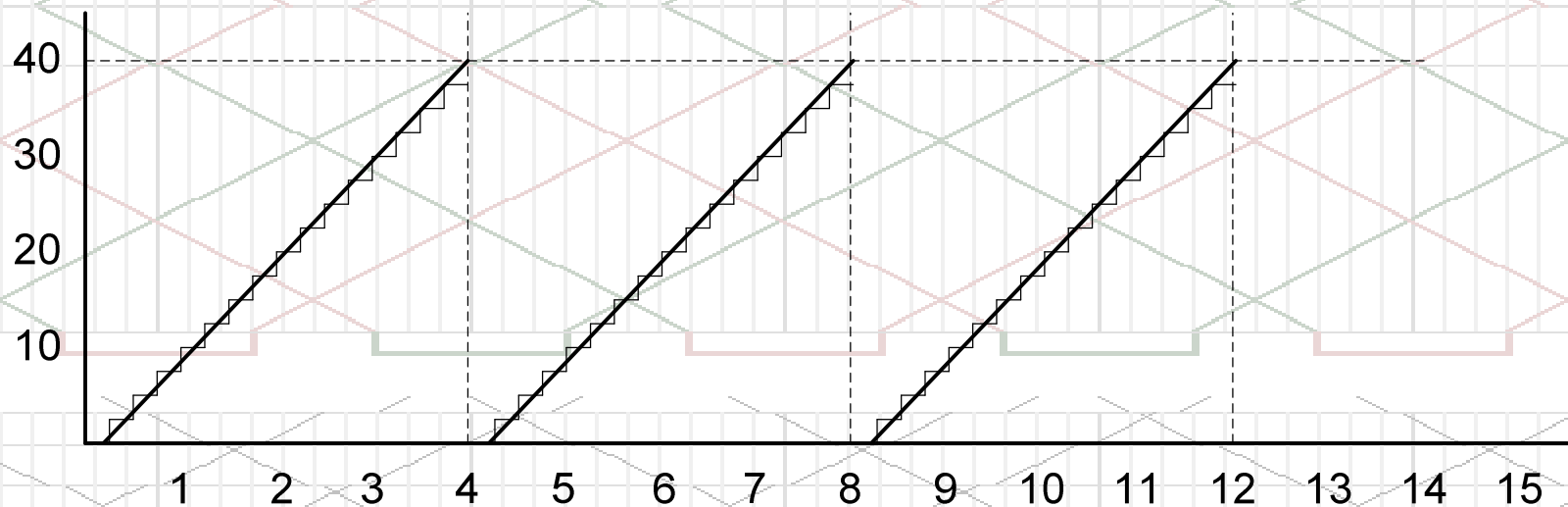
واگنها به ایستگاه تعیین می شود: $8 \leq c \leq 12$

- 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

• مثال ۳: کاهش فواصل ورود واگنها به ایستگاه

• 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

- مجموع فواصل بین قطارها 1.5 ساعت می شود. یعنی ۶ تا ۱۵ دقیقه.
- مجموع و میانگین زمان تأخیر واگنها برابر خواهد بود با:

$$T = 24 - 1.5 = 22.5$$

$$c = 22.5 / 2 = 11.25$$

$$B = c * m$$

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

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

زمان تأخیر برای تجمع واگنها

• مثال ۴: افزایش تعداد 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 3.75 واگن، چقدر می شود؟

زمان تأخیر برای تجمع واگنها

- برای هر ۱۵ دقیقه 3.75 واگن:

- تعداد قطارها:

$$360/40 = 9$$

- فواصل زمانی تشکیل قطار تا ورود گروه واگن بعدی، $9 * 15$ دقیقه می شود:

2.25 ساعت

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

$$T = 24 - 2.25 = 21.75$$

$$B = 21.75 / 2 * m = 10.875 * m$$

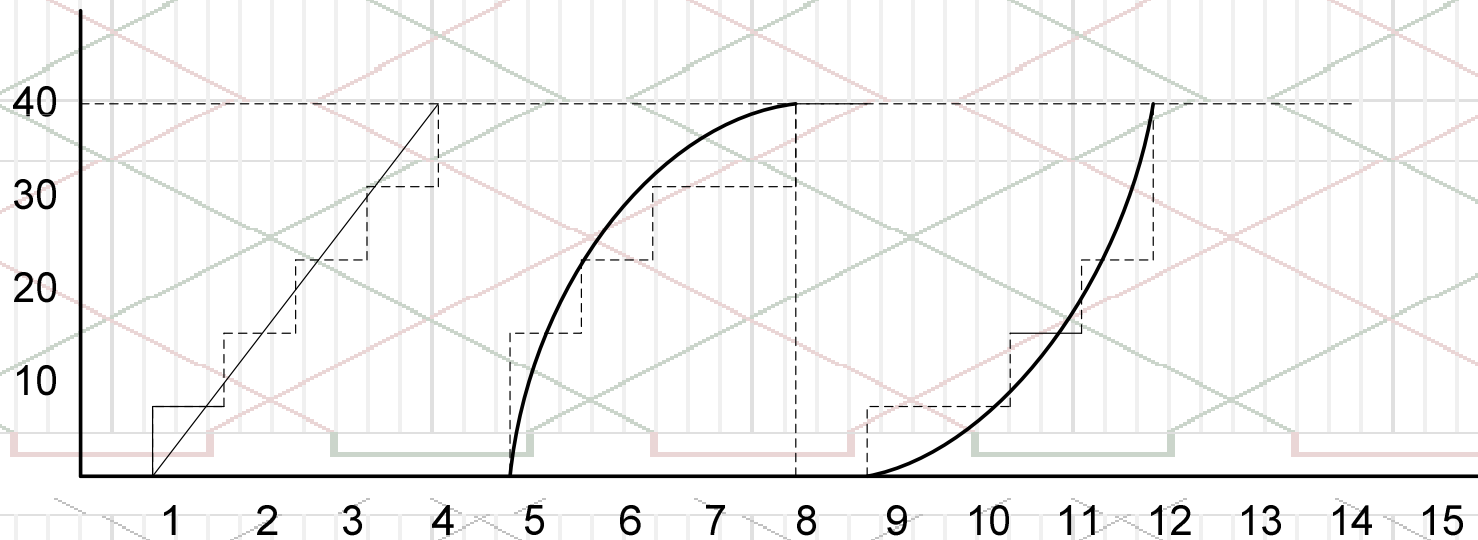
$$B = 10.875 * 40 = 435 \quad \text{مجموع زمان تأخیر}$$

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

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

• 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

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

- 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.

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) از (حداقل فواصل زمانی قبول و اعزام قطارها (دقیقه) * تعداد تیم و لکوموتیو مانور) کمتر باشد.

پایان