

بسم الله الرحمن الرحيم

برنامه ریزی حرکت قطارها

فصل ۹: برنامه ریزی تشکیل قطار

مدرس: دکتر مسعود یقینی

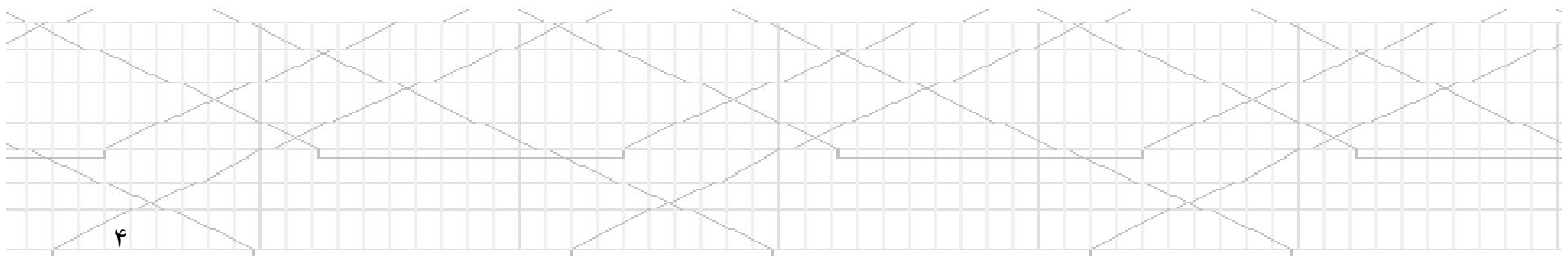
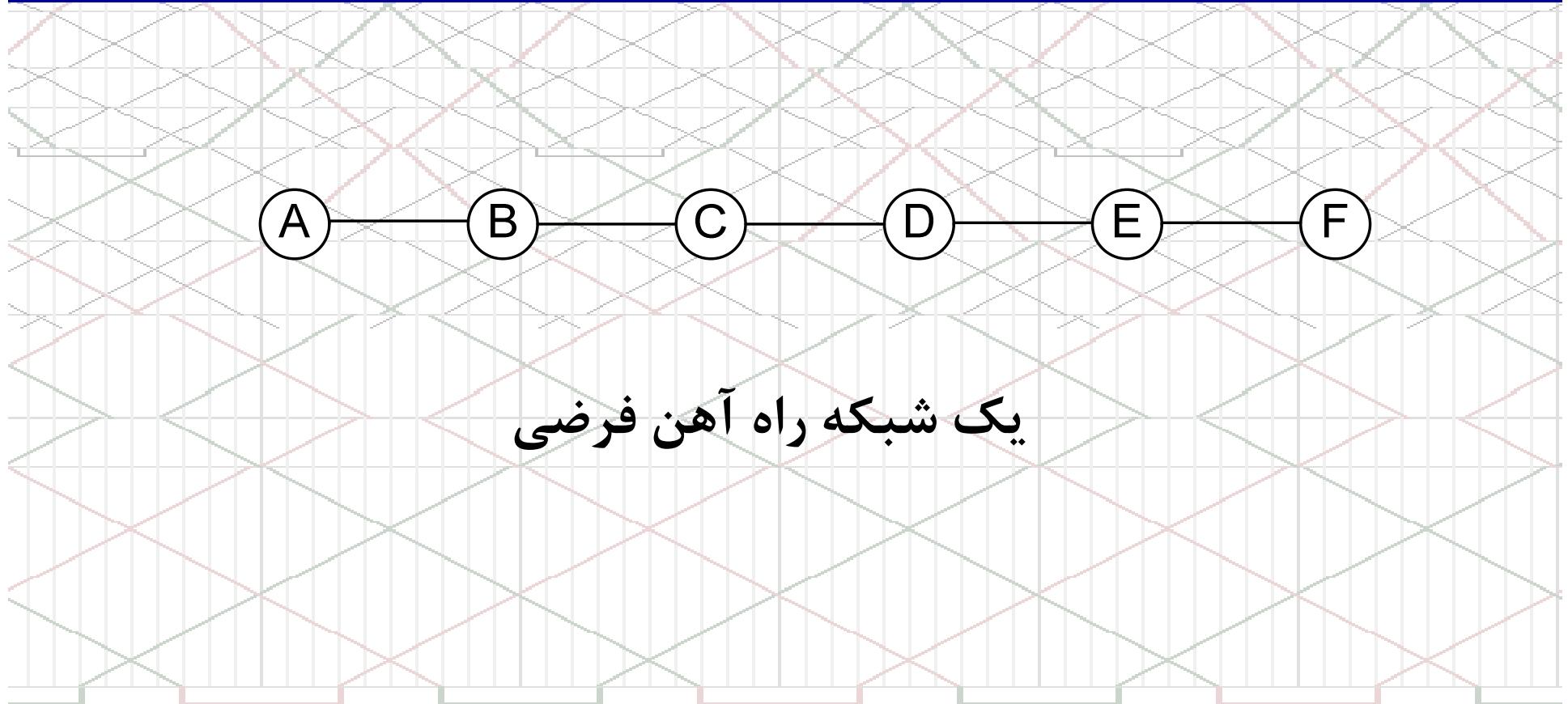
پائیز ۱۳۸۸

فهرست مطالب

- روش‌های تشکیل قطارها
- زمان تأخیر برای تجمع واگن‌ها

روشهای تشکیل قطارها

روشهای تشکیل قطارها



روشهای تشکیل قطارها

• حالت اول: حمل بلاکها توسط قطارهای مستقیم

- کلیه بلاکها توسط قطارهایی حمل شود که مبدأ و مقصد قطار همان مبدأ و مقصد بلاک باشد.
- مزیت: زمان و هزینه عملیات مانوری در طول مسیر وجود نخواهد نداشت.
- اشکال: زمان توقف واگنها برای تجمع در مبدأ 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 کند.
- 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 نهايی 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 می‌شود.
- در صورتیکه تجهیزات تخلیه و بارگیری مناسب باشد، سرعت عملیات بالا خواهد بود، در غیر اینصورت واگنها مدت زیادی معطل می‌شوند.
- 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 می‌شوند.

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، می‌توان جابجایی واگن‌های خالی نیز در نظر گرفته شود.
 - در صورتیکه تغییرات عمدۀ ای در تقاضای حمل بار اتفاق بیافتد باید در برنامه تشکیل قطارها اعمال شود.
 - این برنامه باید یک تقسیم کار بین ایستگاه‌های راه‌آهن انجام دهد.

زمان تأخیر برای تجمع واگنها

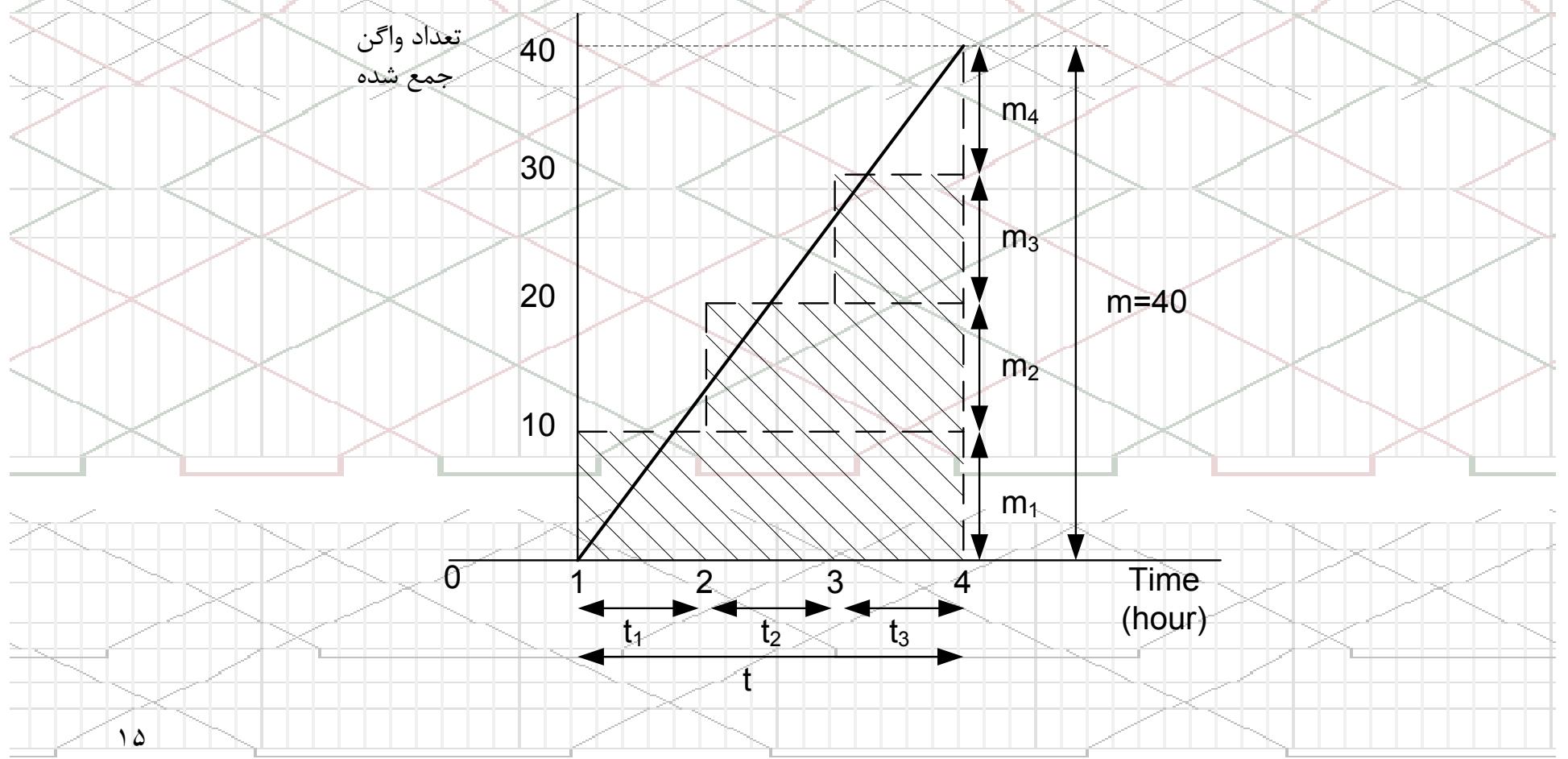
(Car Accumulation Time)

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 تناز 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

: تعداد واگنها برای تشکیل قطار ($m=40$)

: زمان از اولین ورود واگن تا آخرین واگن برای تشکیل قطار ($t=3$)

: 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 می‌توان 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

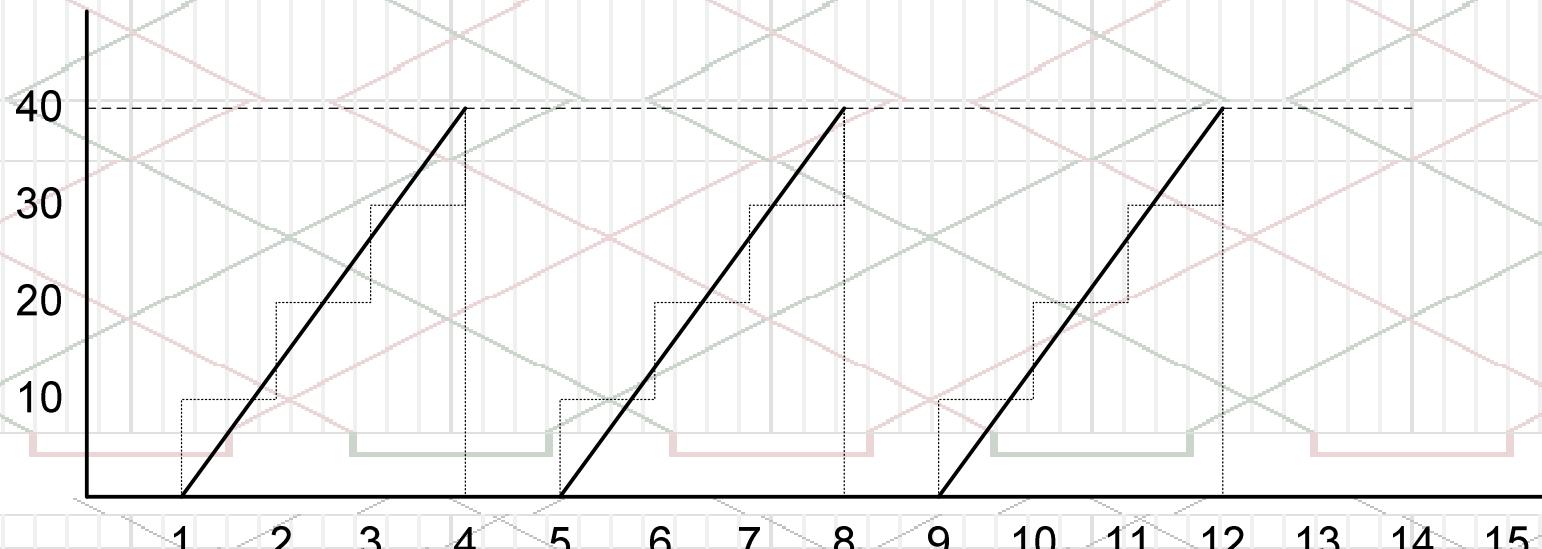
t_a : متوسط زمان توقف یک واگن برای تشکیل قطار
 $t_a = 60/40 = 1.5$

يعنى 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 وارد 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

$$c = t / 2$$

$$B = c \cdot m$$

$$t_a = c \cdot m / N$$

$$8 \leq c \leq 12$$

- c : ضریب تجمع واگنها / ضریب تأخیر واگنها

کل زمان تأخیر واگنها

میانگین زمان تأخیر برای هر واگن

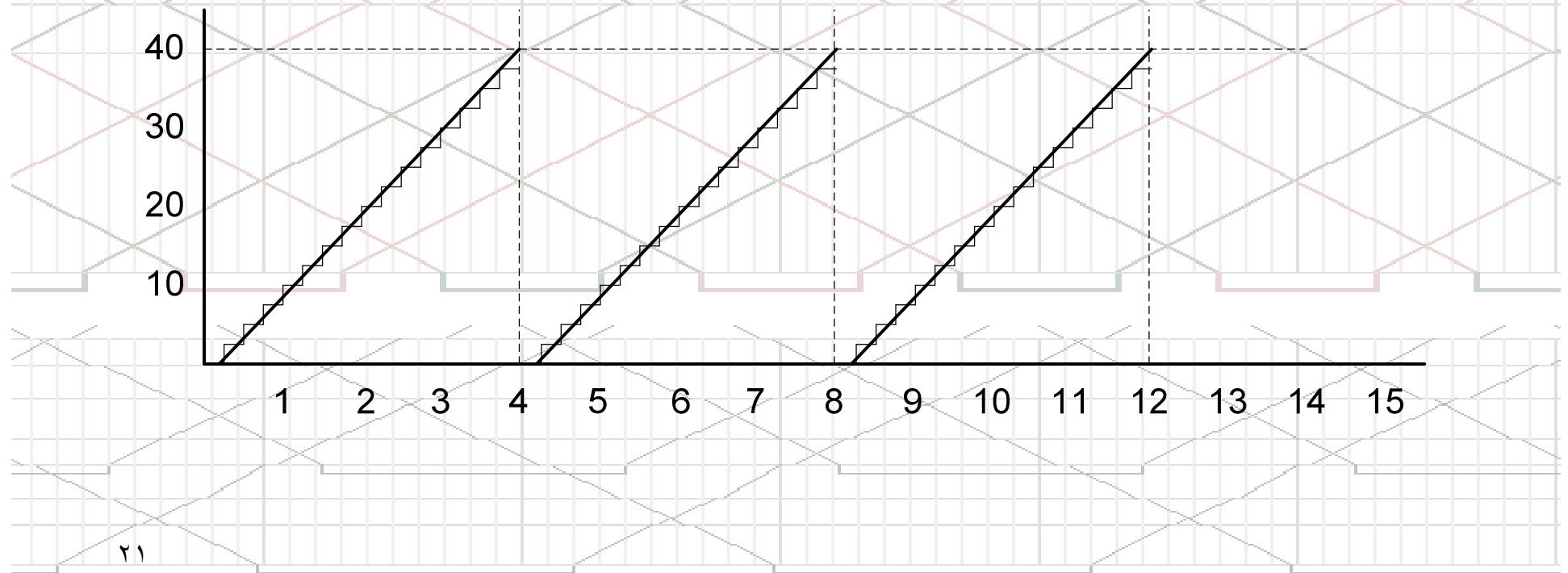
- معمولاً c را بین ۸ تا ۱۲ انتخاب می کنند. که بر اساس توزیع ورود واگنها به ایستگاه تعیین می شود:

- 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 تقریبا 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 ۱۵ تا ۶ دقیقه.

مجموع و میانگین زمان تأخیر واگنها برابر خواهد بود با:

$$t = 24 - 1.5 = 22.5$$

$$c = 22.5 / 2 = 11.25$$

$$B = c * m$$

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

$$t_a = \frac{B}{N} = \frac{450}{240} = 1.88$$

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 واگن‌ها بصورت هر ۱۵ دقیقه ۳.۷۵ واگن، چقدر می‌شود؟

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، $9 * 15$ دقیقه می شود:

۲.۲۵ ساعت

مجموع و میانگین زمان تأخیر واگنها برابر خواهد بود با:

$$t = 24 - 2.25 = 21.75$$

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

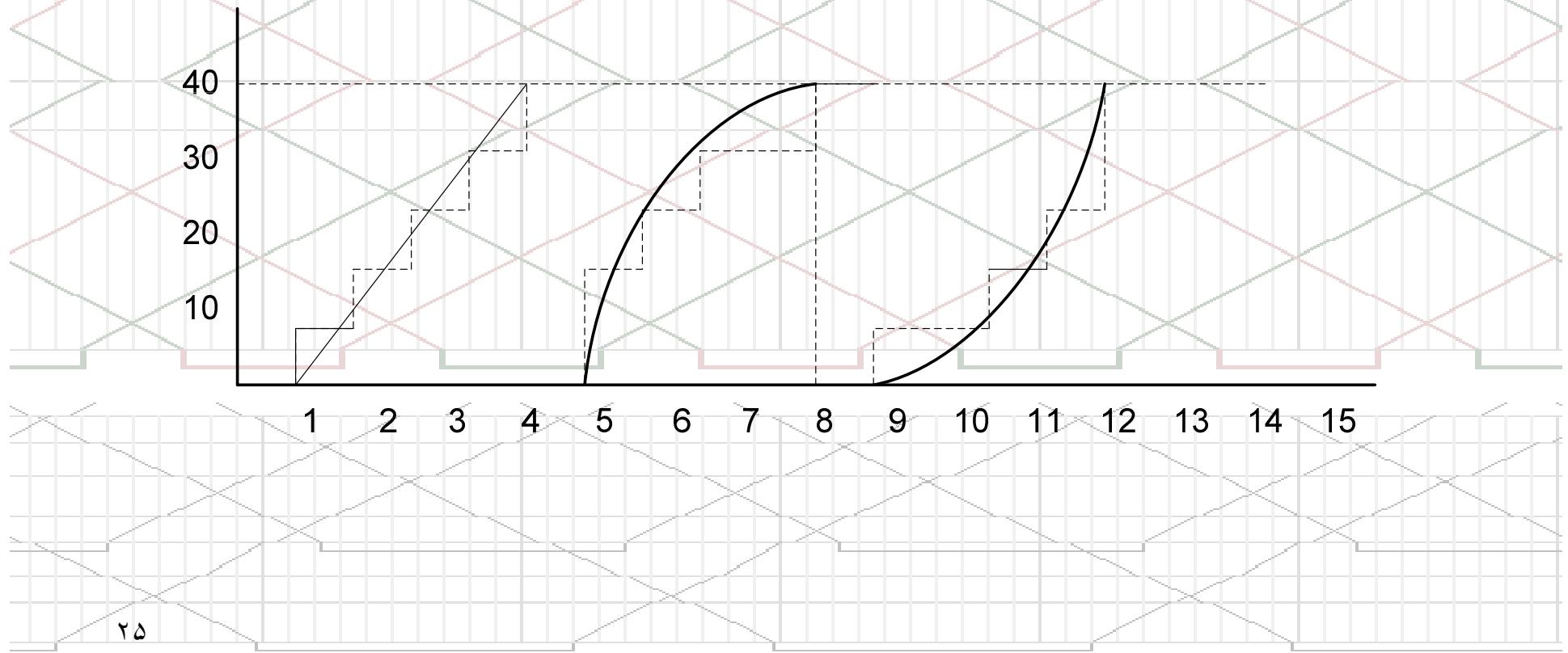
$$B = 10.875 * 40 = 435$$

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

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 و اگنها

- 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 می‌شود:

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 روابطه 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 حداقل تعداد قطاری که باید تشکیل و تفکیک شود در طی یک ساعت.
- زمان مورد نیاز برای انجام عملیات تشکیل و یا تفکیک قطار (دقیقه) \geq حداقل فواصل زمانی قبول و اعزام قطارها (دقیقه) * تعداد تیم و لکوموتیو مانور.

پایان