

بسم الله الرحمن الرحيم

## برنامه ریزی حرکت قطارها

### فصل ۵: تجزیه و تحلیل ظرفیت ایستگاهها

مدرس: دکتر مسعود یقینی

پائیز ۱۳۸۹

# فهرست مطالب

- مقدمه
- محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها
- محاسبه ظرفیت ظرفیت سوئیچ های ایستگاه

# مقدمه

## ظرفیت ایستگاه

- ظرفیت راه آهن براساس عامل محدود کننده ظرفیت عوامل مختلف نظیر خط، ایستگاه، لکوموتیو، واگن و یا نیروی انسانی تعیین می شود.

- ظرفیت ایستگاه شامل:

- ظرفیت خطوط قبول و اعزام: تعداد قطاری که ایستگاه می تواند در یک دوره زمانی مشخص قبول و اعزام کند.

- ظرفیت سوئیچ ها: تعداد قطاری که امکان عبور آنها از سوئیچ های ایستگاه در یک دوره زمانی مشخص وجود دارد.

- ظرفیت خطوط گروه بندی واگنها: حداکثر تعداد واگنی که امکان گروه بندی و نگهداری آنها در خطوط گروه بندی واگنها وجود داشته باشد.

# ظرفیت ایستگاه

- عواملی که بر روی ظرفیت ایستگاه تأثیر می گذارند:
  - طراحی (layout) ایستگاه
  - تعداد و طول خطوط ایستگاه
  - نوع سیستم سیگنالینگ
  - برنامه ریزی های ایستگاه

# محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

## محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

روش محاسبه ظرفیت قبول و اعزام قطارها براساس میانگین زمان اشغال:

$$N = \frac{T \cdot m}{t_a} \text{ [trains]}$$

$N$ : ظرفیت خطوط قبول و اعزام (تعداد قطار)

$T$ : دوره زمانی مرجع (دقیقه)، ۱۴۴۰ برای یکروز

$m$ : تعداد خطوط قبول و اعزام

$t_a$ : میانگین زمان اشغال توسط قطارها (دقیقه)

## محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

محاسبه میانگین زمان اشغال:

$$t_a = \frac{\sum n_i \cdot t_i}{\sum n_i} \quad [min]$$

$n_i$ : تعداد از نوع قطار  $i$  ام

$t_i$ : زمان اشغال بودن خطوط قبول و اعزام بوسیله قطار  $i$  ام (دقیقه)



## محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

روش محاسبه ظرفیت قبول و اعزام قطارها براساس میانگین زمان اشغال - با اضافه کردن زمان حائل:

$$N = \frac{T \cdot m}{t_a + t_r} \text{ [trains]}$$

$N$ : ظرفیت خطوط قبول و اعزام (تعداد قطار)

$T$ : دوره زمانی مرجع (دقیقه)، ۱۴۴۰ برای یکروز

$m$ : تعداد خطوط قبول و اعزام

$t_a$ : میانگین زمان اشغال توسط قطارها (دقیقه)

$t_r$ : زمان حائل (دقیقه)

## محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

زمان حائل  $t_r$ :

– هر قدر این زمان حائل بزرگتر گرفته شود، ظرفیت محاسبه شده کوچکتر می شود و زمانهای تاخیرات کمتر می شود.

– در صورت اشغال بودن ۷۰٪ زمان خطوط قبول و اعزام مقدار  $t_r$ :

$$t_a = 0.7T, t_r = 0.3T$$

$$t_r = r.t_a$$

$$0.3T = r(0.7T) \Rightarrow r = \frac{0.3}{0.7}$$

$$t_r = \frac{0.3}{0.7} t_a$$

$$t_r = 0.43t_a \text{ [min]}$$

## محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

روش محاسبه ظرفیت قبول و اعزام قطارها براساس میانگین زمان اشغال - با زمان حائل  
- و با فرض ثابت بودن تعداد برخی از قطارها:

$$N = \frac{T \cdot m - (t_f + t_e)}{t_a + t_r} + n_f \text{ [trains]}$$

$N$ : ظرفیت خطوط قبول و اعزام (تعداد قطار)

$T$ : دوره زمانی مرجع (دقیقه)، ۱۴۴۰ برای یکروز

$m$ : تعداد خطوط قبول و اعزام

$t_a$ : میانگین زمان اشغال توسط قطارهای غیر ثابت (دقیقه)

$t_r$ : زمان حائل (دقیقه)

$t_f$ : مدت زمان اشغال بودن خطوط قبول و اعزام در یک روز توسط قطارهای ثابت (دقیقه)

$t_e$ : زمان حائل برای قطارهای ثابت (دقیقه)

$n_f$ : تعداد قطارهای ثابت

## محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

زمان حائل  $t_e$  برای قطارهای ثابت:

- در صورت اشغال بودن ۷۰٪ زمان خطوط قبول و اعزام مقدار  $t_r$ :

$$t_e = r.t_f$$

$$t_e = 0.43t_f \text{ [min]}$$

## محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

- مفروضات این روش:

- در این روش فرض بر این است که تعداد قطارهای غیر ثابت با همین ترکیب اضافه می گردد.
- اگر خطوطی که مخصوص اعزام و قبول هستند در دو محوطه قبول و اعزام جداگانه باشد ظرفیت را باید جداگانه محاسبه کرد.
- این روش به نوع قطارهای در دست بهره برداری بستگی دارد و اگر ترکیب قطارها عوض شود، ظرفیت هم تغییر می کند.

## محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

**مثال:** در یک ایستگاه ۵ خط قبول و اعزام وجود دارد.

- تعداد قطارها و مدت زمانی که خطوط قبول و اعزام را اشغال می کند بشرح زیر است:

نوع قطار	تعداد	مدت زمان اشغال خطوط (دقیقه)
عبوری	۸	۹۴ (قبول، بازدید، اعزام)
ورودی برای تفکیک	۱۵	۷۵ (قبول، تفکیک)
تشکیل و اعزام	۱۵	۱۰۱ (تشکیل و اعزام)
قطارهای مسافری	۴	۱۰۸

• ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها را در این ایستگاه محاسبه کنید.

– محاسبه ظرفیت مطلق از روش میانگین زمان اشغالی

– با در نظر گرفتن زمان حائل با اشغالی ۷۰ درصد

– با فرض ثابت بودن تعداد قطارهای مسافری

## محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

محاسبه ظرفیت قبول و اعزام قطارها براساس میانگین زمان اشغال:

$$t_a = \frac{(8 \times 94) + (15 \times 75) + (15 \times 101) + (4 \times 108)}{(8 + 15 + 15 + 4)} = 91.05$$

$$N = \frac{1440 \times 5}{91.05} = 79$$

## محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

ظرفیت به تفکیک نوع قطارها:

ظرفیت	درصد	فعلی	نوع قطار
۱۵	۰/۱۹	۸	عبوری
۲۸	۰/۳۶	۱۵	ورودی برای تفکیک
۲۸	۰/۳۶	۱۵	تشکیل و اعزام
۸	۰/۰۹	۴	مسافری
۷۹	۱/۰۰	۴۲	جمع کل



## محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

محاسبه ظرفیت قبول و اعزام قطارها براساس میانگین زمان اشغال - با اضافه کردن زمان حائل:

$$t_a = \frac{(8 \times 94) + (15 \times 75) + (15 \times 101) + (4 \times 108)}{(8 + 15 + 15 + 4)} = 91.05$$

$$t_r = 0.43 \times 91.05 = 39.15$$

$$N = \frac{1440 \times 5}{91.05 + 39.15} = 55$$

## محاسبه ظرفیت خطوط قبول و اعزام قطارها

محاسبه ظرفیت قبول و اعزام قطارها براساس میانگین زمان اشغال - با زمان حائل - و با فرض ثابت بودن تعداد برخی از قطارها:

$$t_a = \frac{(8 \times 94) + (15 \times 75) + (15 \times 101)}{(8 + 15 + 15)} = 89.26$$

$$t_r = 0.43 \times 89.26 = 38.38$$

$$t_f = 4 \times 108 = 432$$

$$t_e = 0.43 \times 432 = 185.76$$

$$N = \frac{1440 \times 5 - (432 + 185.76)}{89.26 + 38.38} + 4 = 56$$

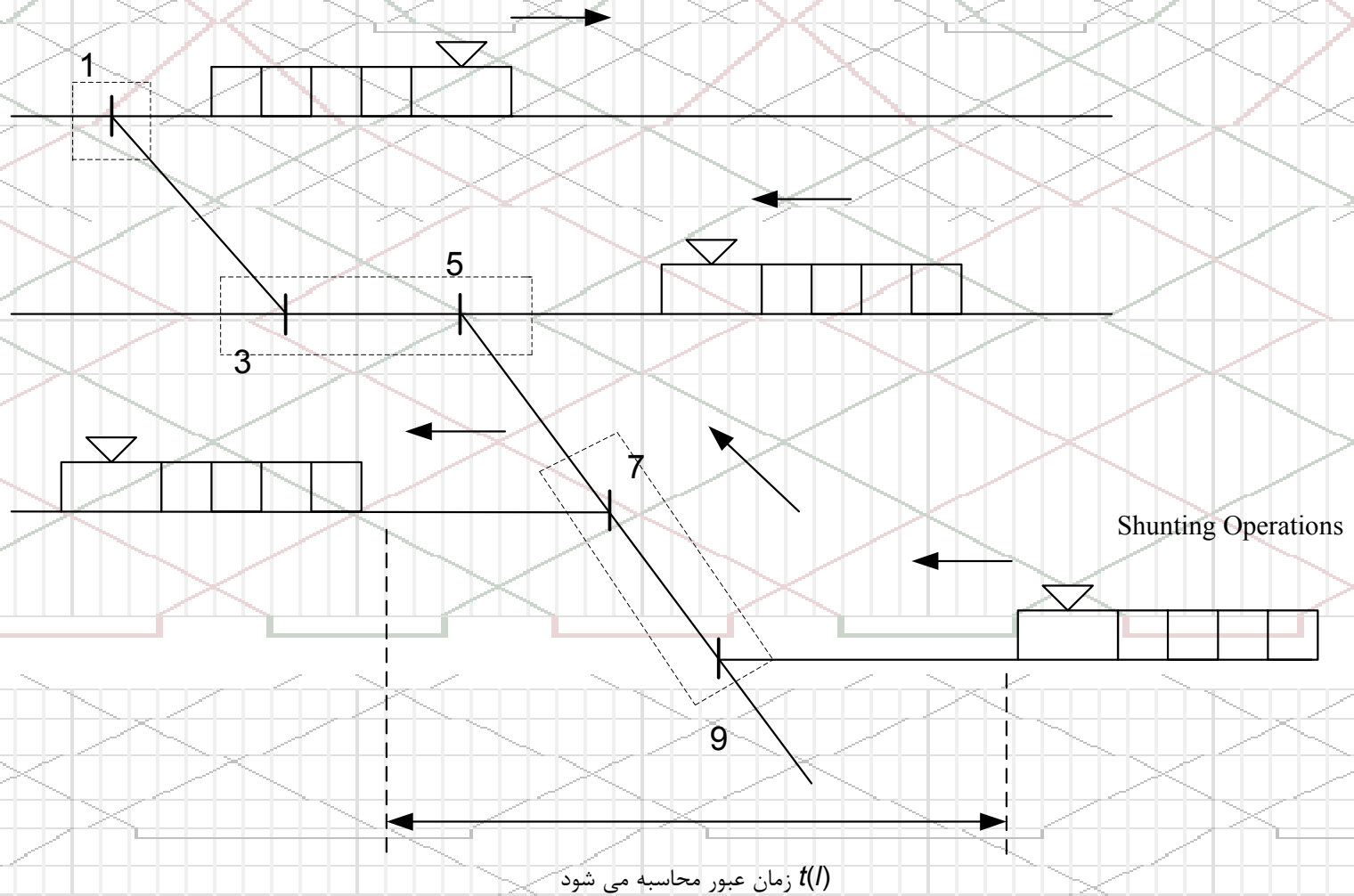
# محاسبه ظرفیت ظرفیت سوئیچ های ایستگاه

## ظرفیت سوئیچ های ایستگاه

- منظور از ظرفیت سوئیچ یعنی تعداد قطاری که امکان عبور آنها از سوئیچ های ایستگاه وجود دارد.
- برای محاسبه ظرفیت سوئیچ ابتدا باید سوئیچ های یک ایستگاه را گروه بندی کرد.
- سوئیچ هایی که نمی تواند هم زمان اشغال شوند در یک گروه قرار می گیرند.
- گروه بندی براساس مسیر حرکت قطارها و لکوموتیوها تعیین می شود.
- یک سوئیچ در دو گروه قرار نمی گیرد.

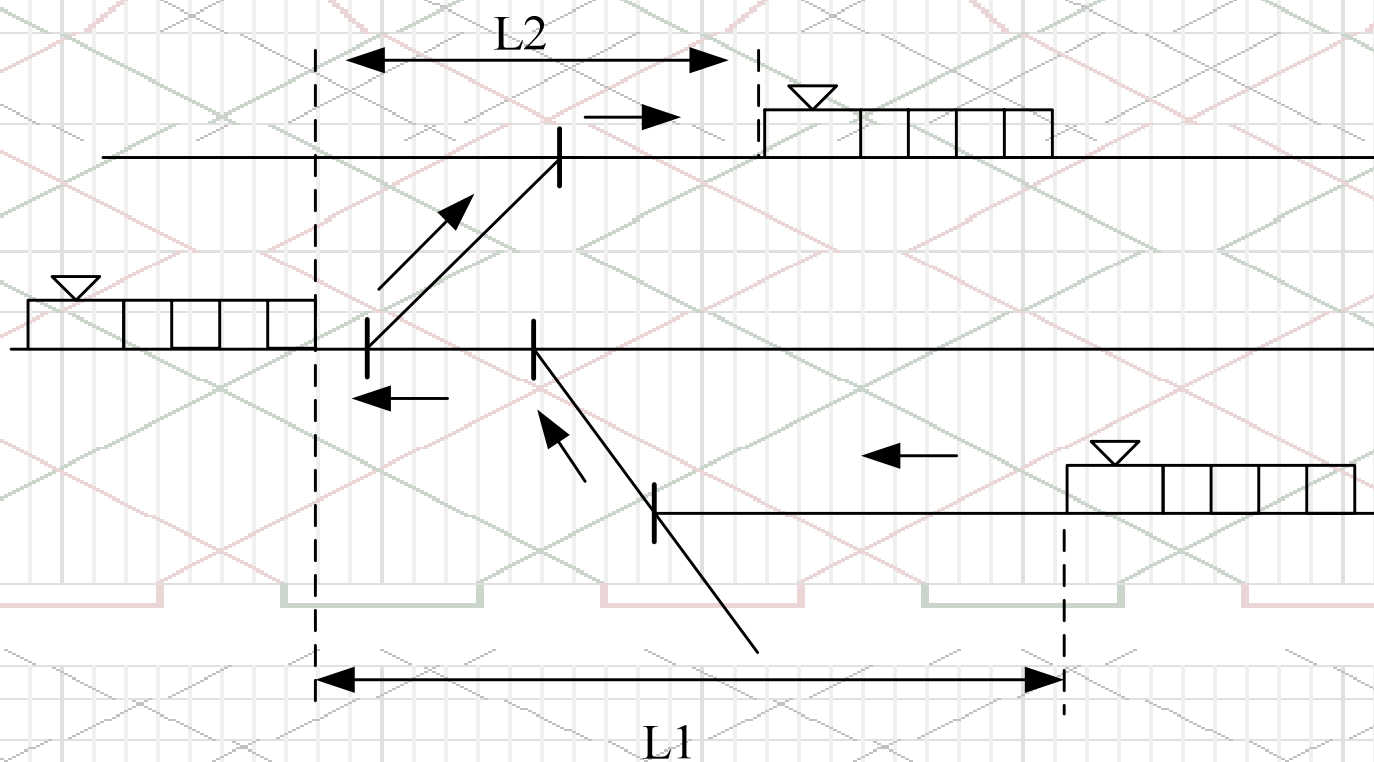
# ظرفیت سوئیچ های ایستگاه

## مثال ۱: عملیات مانور



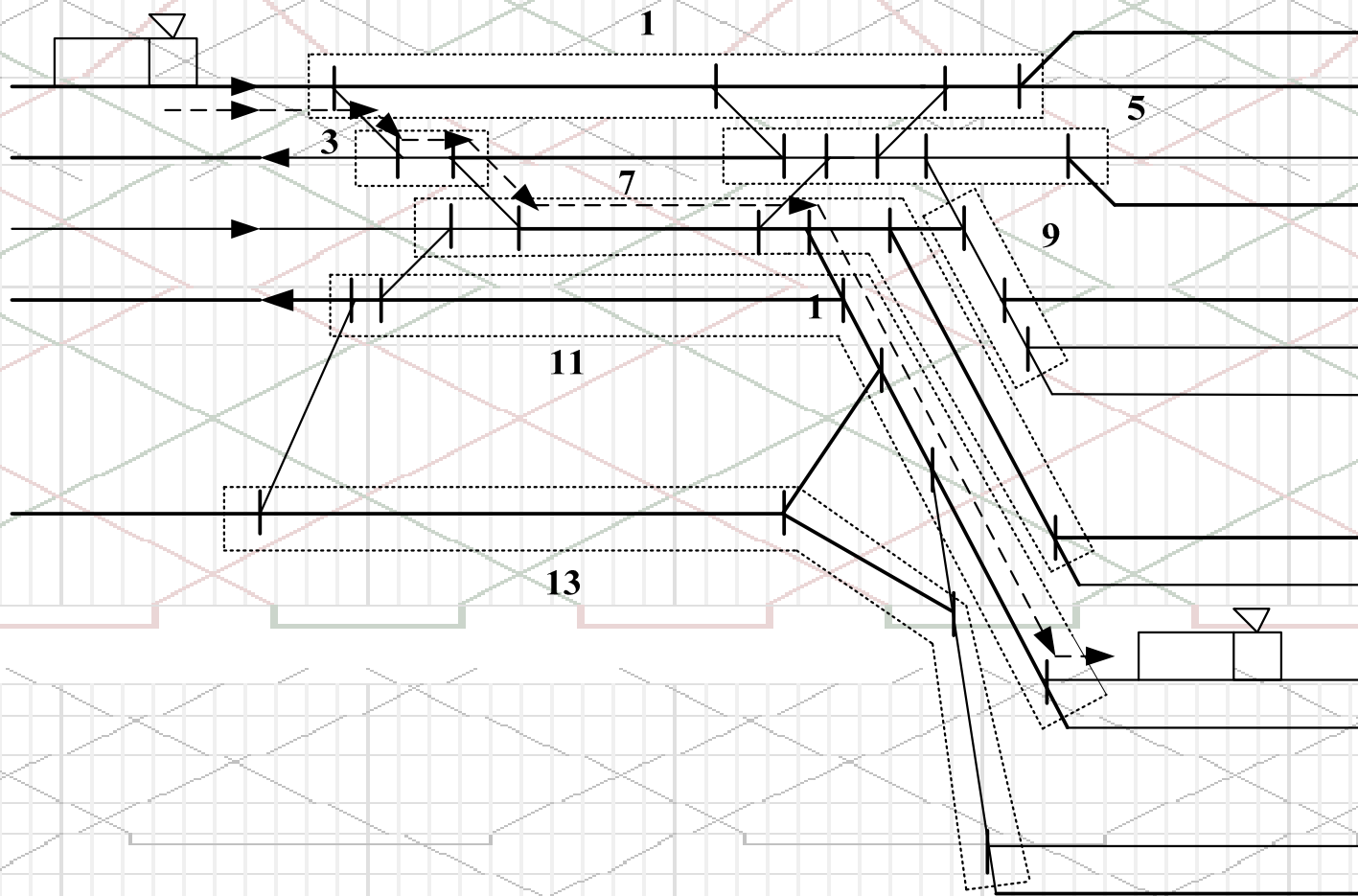
# ظرفیت سوئیچ های ایستگاه

• مثال ۲: تغییر خط



# ظرفیت سوئیچ های ایستگاه

• مثال ۳: مانور و تغییر خط:



## ظرفیت سوئیچ های ایستگاه

محاسبه ظرفیت یک گروه از سوئیچ ها:

$$N = \frac{T}{t_a + t_r} \text{ [trains]}$$

$$t_a = \frac{\sum n_i \cdot t_i}{\sum n_i} \text{ [min]}$$

$N$ : ظرفیت سوئیچ های ایستگاه (تعداد قطار)

$T$ : دوره زمانی مرجع (دقیقه)، ۱۴۴۰ برای یکروز

$t_a$ : میانگین زمان اشغالی سوپیچ ها توسط قطارها (دقیقه)

$t_r$ : زمان حائل (دقیقه)

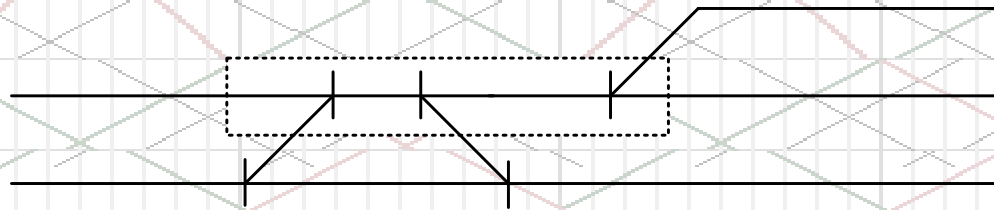
$n_i$ : تعداد از نوع قطار  $i$  ام

$t_i$ : زمان اشغال بودن سوئیچ ها بوسیله قطار نوع  $i$  ام (دقیقه)



## ظرفیت سوئیچ های ایستگاه

- مثال: یک گروه از سوئیچ های یک ایستگاه دارای سه سوئیچ بصورت زیر است:



- زمان اشغالی سوئیچ ها برای عملیات قطارهای مختلف بشرح زیر است:

جمع زمان (دقیقه)	زمان عملیات (دقیقه)	تعداد	عملیات
۱۴۰	۷	۲۰	قطارهای باری وارده به ایستگاه
۱۲۰	۶	۲۰	قطارهای باری اعزامی از ایستگاه
۲۴۰	۱۰	۲۴	قطارهای ثابت مسافری
۵۰۰	جمع	۶۴	

## ظرفیت سوئیچ های ایستگاه

- زمان اشغالی سوئیچ ها را ۷۰ درصد در نظر بگیرید.
- جمعاً تا چند قطار می توانند از این ایستگاه استفاده کند؟

## ظرفیت سوئیچ های ایستگاه

محاسبه ظرفیت یک گروه از سوئیچ ها:

$$t_a = \frac{500}{64} = 7.81 \text{ [min]}$$

$$t_a = 0.43 \cdot 7.81 = 3.36 \text{ [min]}$$

$$N = \frac{1440}{7.81 + 3.36} = 128 \text{ [trains]}$$

پایان