

بسم الله الرحمن الرحيم

# برنامه ریزی حمل و نقل ریلی

## فصل ۱۵: زمانبندی حرکت قطارها

مدرس: دکتر مسعود یقینی

پائیز ۱۳۸۷

# فهرست مطالب

- مقدمه
- گراف قطارها
- اطلاعات ورودی برای زمانبندی حرکت قطارها
- روش زمانبندی دستی

# مقدمه

## مقدمه

- زمانبندی حرکت قطارهای مسافری:

- بصورت فصلی و ۶ ماهه و یا سالانه انجام می شود.

- در ایران چهار برنامه حرکت قطارهای مسافری داریم: نروزی، بهاری، تابستان و زمستان.

- توسط اداره کل سیر و حرکت راه آهن انجام می شود.

- زمانبندی حرکت قطارهای باری:

- بعد از برنامه ریزی تشکیل قطارها انجام می شود.

- بصورت فصلی یا ۶ ماهه.

- در ایران خیلی محدود داریم.

## مقدمه

- زمانبندی حرکت قطارها شامل تعیین:
  - زمان اعزام قطارها از ایستگاه مبدأ
  - مدت زمان سیر در بلاکها
  - زمان ورود و خروج و میزان توقف در ایستگاههای بین راهی
  - تلاقی و سبقت ها
  - زمان رسیدن به ایستگاه مقصد

## مقدمه

- اهداف زمانبندی حرکت قطارها:

- حداقل کردن زمان سیر قطارها از مبدأ به مقصد
- حداکثر کردن استفاده از ظرفیت خطوط، ایستگاهها، ناوگان و مأمورین
- تحقق بخشیدن برنامه تشکیل قطارها (برای زمانبندی قطارهای باری)
- تحقق بخشیدن به برنامه جابجایی مسافران
- رضایت بیشتر مسافران در ساعات اعزام از مبدأ و رسیدن به مقصد

## مقدمه

- خروجی زمانبندی حرکت قطارها:
  - جدول زمانبندی حرکت قطارها
  - گراف حرکت قطارها (گراف مادر)

# گراف قطارها

(Train Graph / Traffic Diagram)



## گراف حرکت قطارها

- گراف حرکت قطارها از دو محور تشکیل شده است:

- **محور مسافت:** که تقسیم بندی آن بر اساس فواصل ایستگاهها انجام می شود (ایستگاههایی که در آنها تلاقی و سبقت قطارها انجام می شود)

- **محور زمان:** که تقسیم بندی بر اساس ساعت، ۱۰ دقیقه ای و یا دو دقیقه ای انجام می شود. (در ایران ۱۰ دقیقه ای رایج است)

- گراف حرکت قطارها اولین بار در سال ۱۸۲۵ در بریتانیا بکار گرفته شد.

# گراف حرکت قطارها

• انواع گراف قطارها از نظر نوع استفاده:

– بمنظور نمایش دادن حرکت قطارها و کنترل ترافیک

– بمنظور نمایش دادن برنامه حرکت قطارها

• انواع گراف قطارها از نظر نشان دادن زمان و مسافت روی

محورها:

– محور افقی برای نشان دادن زمان و محور عمودی برای نشان دادن

مسافت (مانند ایران)

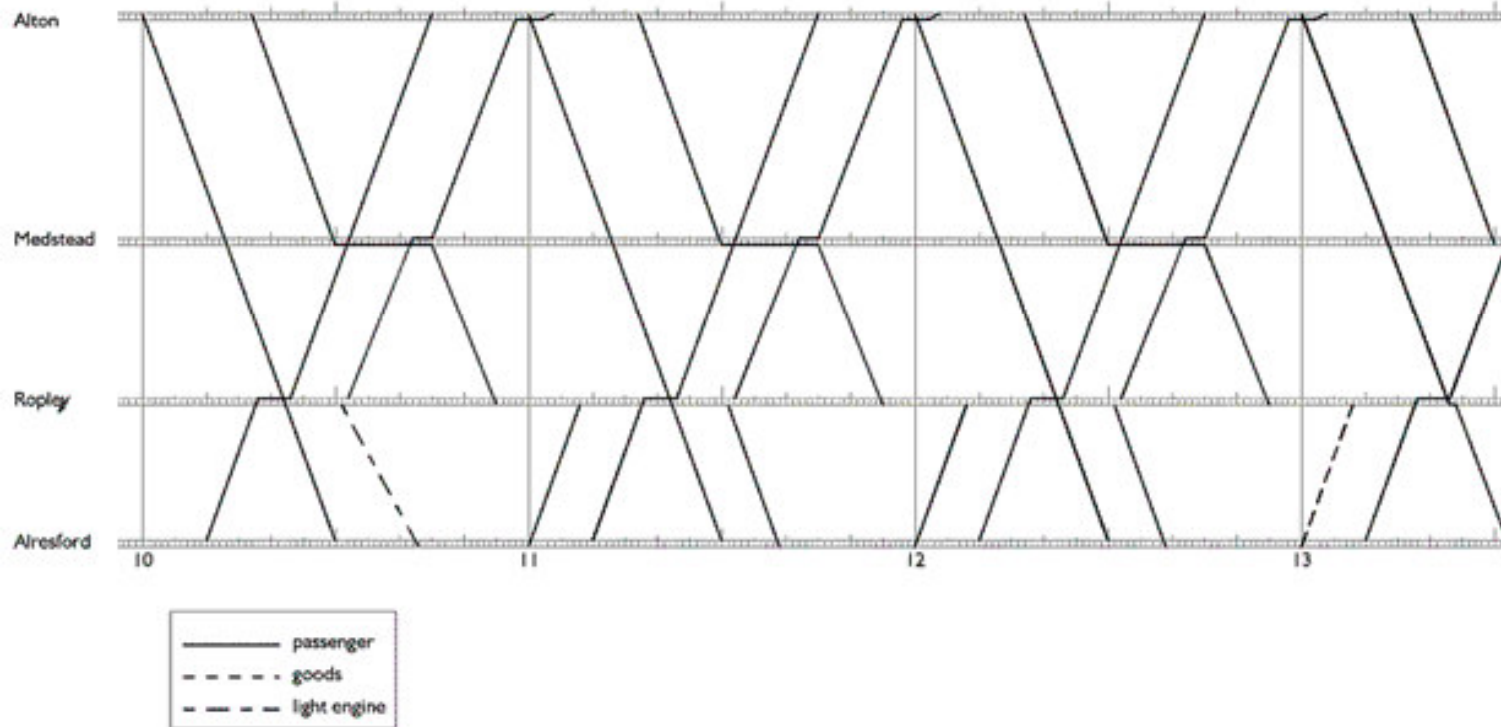
– محور افقی برای مسافت و عمودی برای زمان (کشورهای اروپایی)

# گراف حرکت قطارها

- انواع گراف قطارها براساس تعداد خطوط بلاکها:
  - یک خطه: تلاقی و سبقت در ایستگاهها انجام می شود.
  - دو خطه: سبقت در ایستگاهها انجام می شود.
  - بخشی بصورت دو خطه و بخشی یک خطه

# گراف حرکت قطارها

• گراف یک خطه

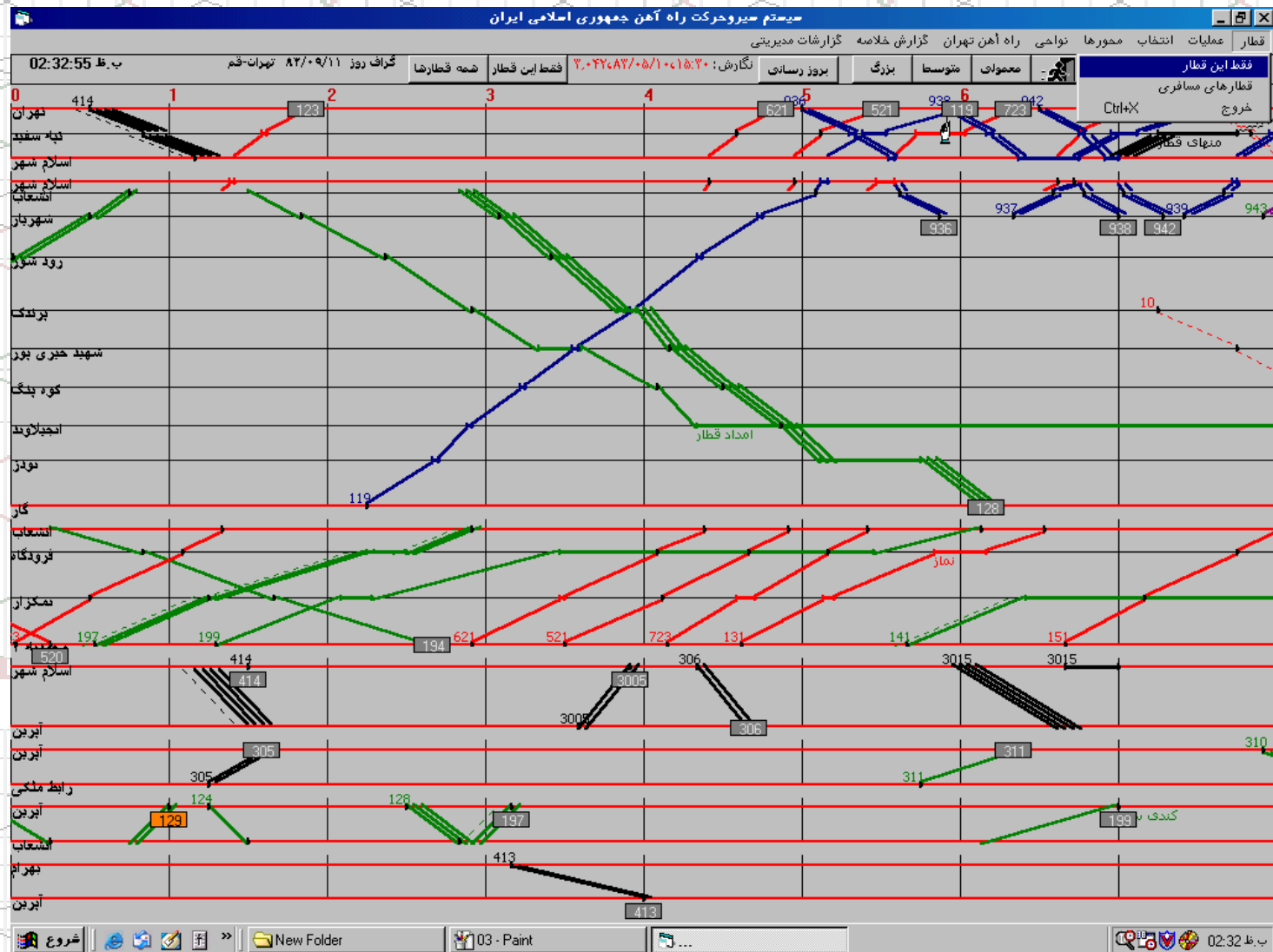


# گراف حرکت قطارها

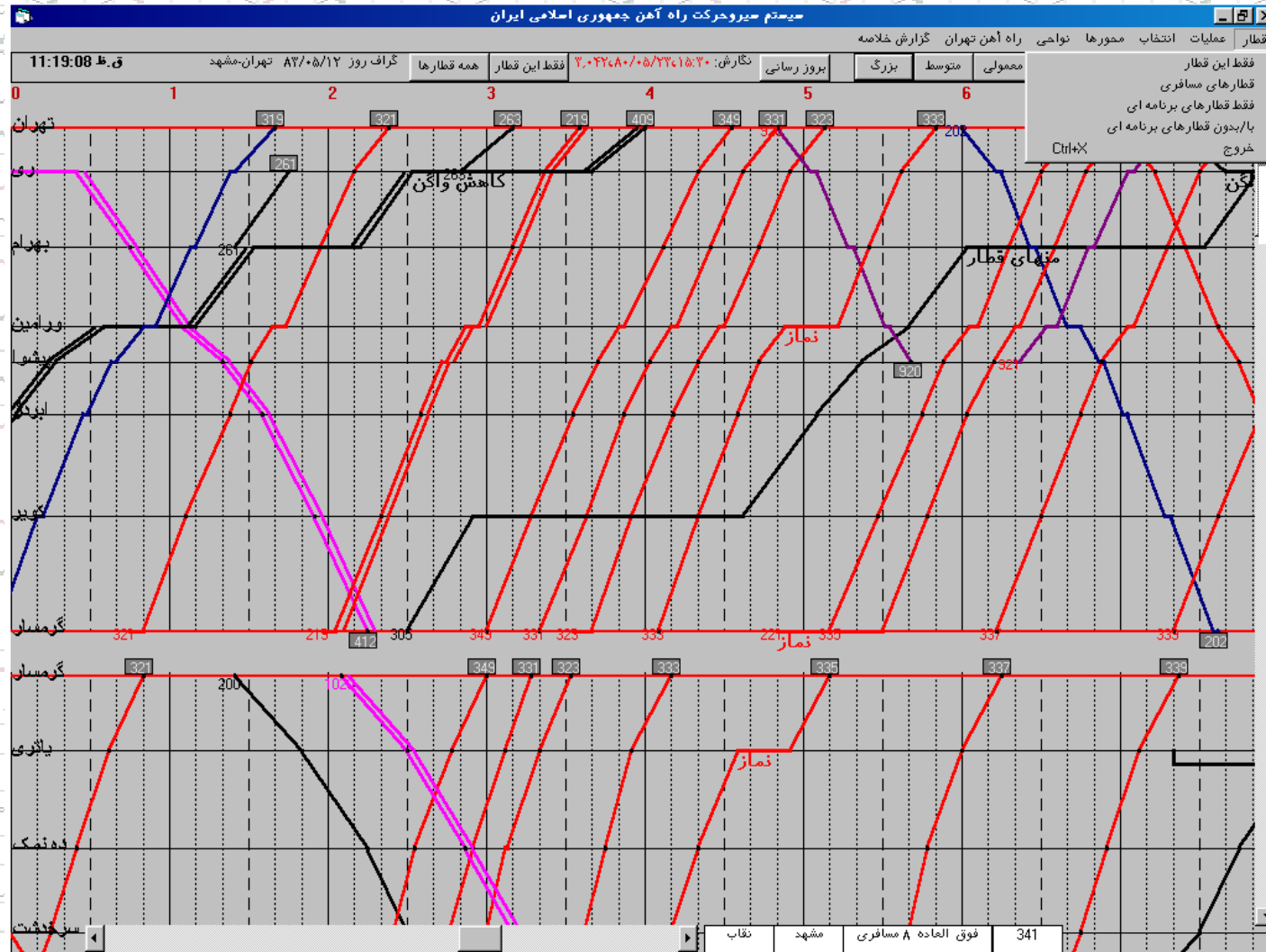
## • خطوط قطارها روی گراف:

- خط سیاه: باری ناحیه که به سایر نواحی می رود
- خط سبز: باری سایر نواحی که به ناحیه وارد می شود
- خط قرمز: قطار مسافری سریع
- خط آبی: قطار مسافری عادی
- خط \* \_\_\_\_\_ \* آبی: قطار مسافری محلی
- خط \* \_\_\_\_\_ \* سیاه: قطار باری عملیات ، قطار نجات
- خط ----- سیاه: لکوموتیو منفرد
- خط - - - - - سیاه: دیزل سرد همراه قطار
- خط ----- قرمز: درزین ، زیرکوب ، دستگاه اندازه گیر خط

# سیستم کامپیوتری گراف در ایران



# سیستم کامپیوتری گراف در ایران



# اطلاعات ورودی برای زمانبندی حرکت قطارها



# اطلاعات ورودی برای زمانبندی حرکت قطارها

• اطلاعات مورد نیاز برای زمانبندی حرکت قطارها:

۱. اطلاعات شبکه خطوط

۲. اطلاعات ایستگاهها

۳. اطلاعات قطارها

۴. هدوی و زمان حائل بین قطارها

# اطلاعات ورودی برای زمانبندی حرکت قطارها

## (۱) اطلاعات شبکه خطوط

- ترتیب ایستگاهها
- اطلاعات بلاکها
- حداکثر سرعت مجاز واگنها برای قطارهای مختلف برای بلاکها
- زمانبندی مسدودی بلاکها جهت عملیات تعمیر و نگهداری.

# اطلاعات ورودی برای زمانبندی حرکت قطارها

## ۲) اطلاعات ایستگاهها

- موقعیت ایستگاهها از مرکز و ایستگاه قبلی و بعدی
- نوع ایستگاه (تشکیلاتی - غیر تشکیلاتی)
- تعداد خطوط قبول و اعزام
- طول مفید هر یک از خطوط قبول و اعزام
- داشتن نمازخانه و گنجایش آنها
- سیستم قبول و اعزام (CTC، جواز راه آزاد، RC و میله راهنما)
- وجود یا عدم وجود پست بازدید فنی
- امکانات آگیری

# اطلاعات ورودی برای زمانبندی حرکت قطارها

## ۳) اطلاعات قطارها

- مبدأ و مقصد قطارها
- تعداد قطار پیش بینی شده برای هر مبدأ و مقصد (قطار باری براساس برنامه تشکیل و قطار مسافری براساس پیش بینی تقاضا)
- بازه زمانی مورد نظر برای اعزام قطارها
- اولویت تردد قطارها (قطار مسافری سریع السیر، قطار مسافری عادی، باری مستقیم، باری عادی یا محلی)
- زمان سیر قطارها در بلاکها
- حداکثر سرعت مجاز قطارها

# اطلاعات ورودی برای زمانبندی حرکت قطارها

## ۲) اطلاعات قطارها (ادامه)

### – توقف های برنامه ای

- توقف جهت ادای فریضه نماز- باید در افق شرعی و ایستگاههایی که دارای نمازخانه باشند- گنجایش کافی داشته باشد. (معمولاً ۲۰ دقیقه در نظر گرفته می شود)
- سوار و پیاده شدن مسافران- تغییر آرایش قطار باری
- بازدید فنی
- آبگیری- (در فصل زمستان برای گرمایش قطارهای مسافری)
- کم یا اضافه کردن دیزل ( در ناحیه شمال برای بلاکهای دارای فراز زیاد انجام می شود)
- تغییر خدمه قطارها

### – طول قطارها

## اطلاعات ورودی برای زمانبندی حرکت قطارها

- روشهای محاسبه زمان سیر قطارها در بلاکها:

- آماری: بر اساس آمار زمان سیر گذشته

- شبیه سازی: این زمان شامل موارد زیر می شود:

- کوتاه ترین زمان سیر

- به اضافه زمان جبرانی (Recovery Time): که به دو روش بدست می آید:

- درصدی از زمان محاسباتی (در آلمان ۳ تا ۷ درصد)

- یک عدد ثابت برای هر بلاک.

- نکته: زمان سیر برای رفت و برگشت بلاک ممکن است بر اساس

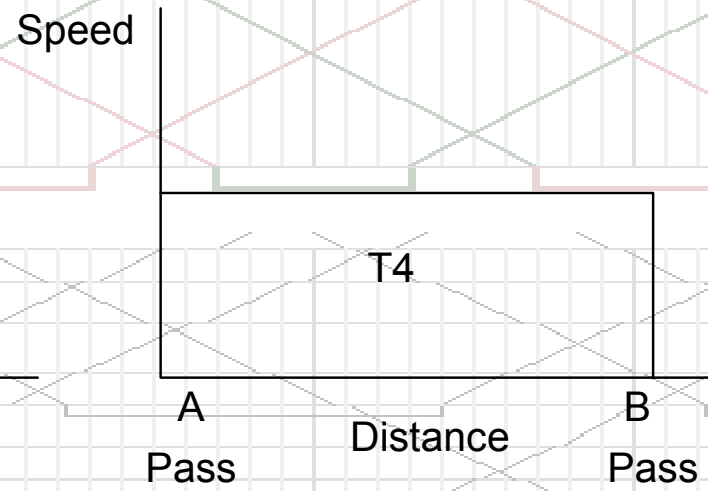
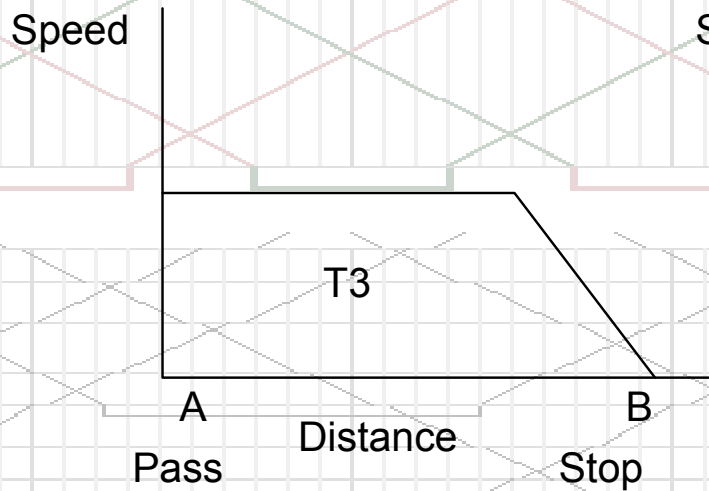
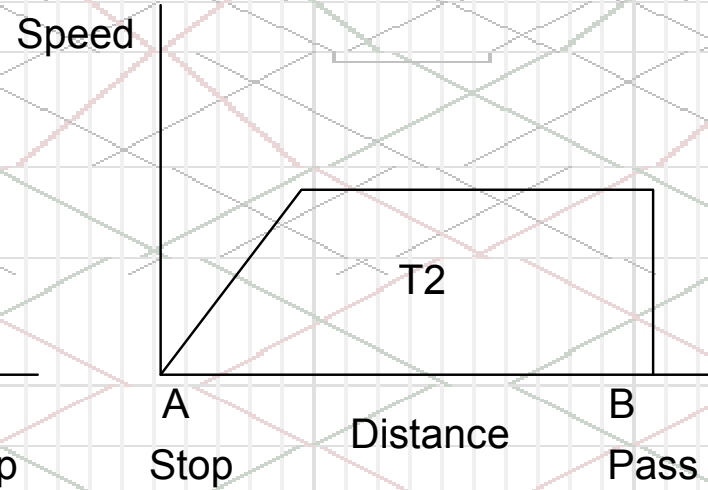
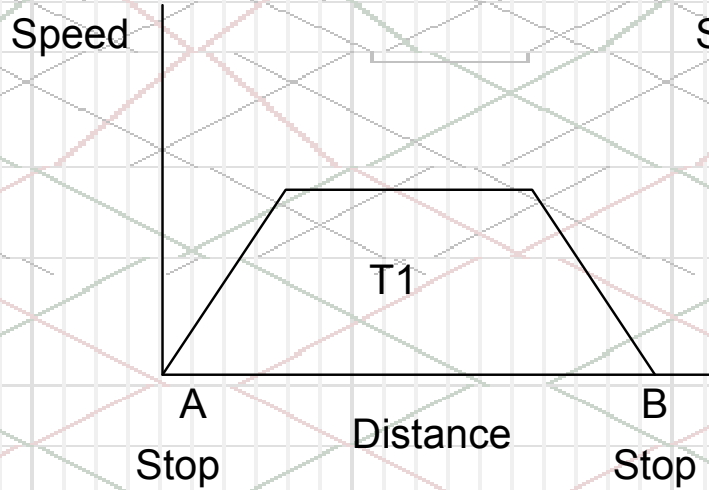
شیب و فراز فرق کند.

## اطلاعات ورودی برای زمانبندی حرکت قطارها

- وضعیت قطار در شروع و پایان بلاک می تواند:
  - در صورت حرکت از حالت توقف یک زمان شتاب گیری اضافه می گردد.
  - در صورت توقف در ایستگاه پایان بلاک زمان ترمز گیری نیز اضافه می گردد.

# اطلاعات ورودی برای زمانبندی حرکت قطارها

$$T1 > T2, T3 > T4$$





## اطلاعات ورودی برای زمانبندی حرکت قطارها

۴) هدوی و زمان حائل بین قطارها:

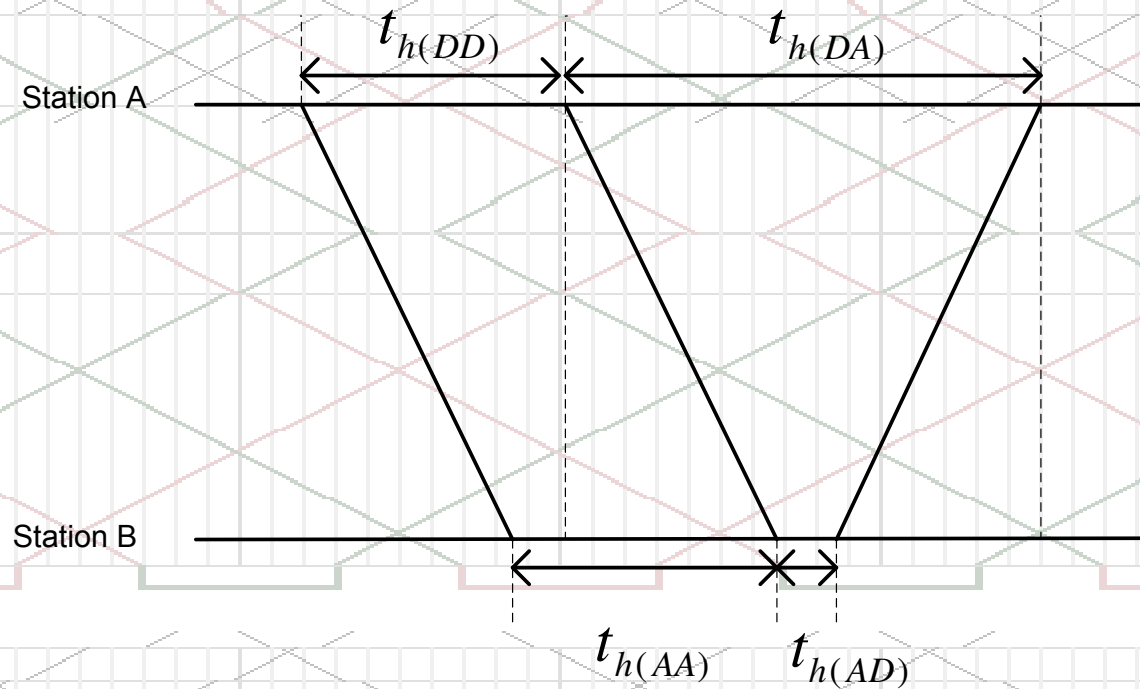
– هدوی قطارها (Headway): حداقل فاصله زمانی اعزام و یا قبول قطارها از یک بلاک و یا به یک بلاک

• هدوی قطارها را می توان به چهار نوع تقسیم کرد:

	قطار اول	قطار دوم
(a)	اعزام به بلاک	اعزام به بلاک از مسیر یکسان قطار اول
(b)	قبول از بلاک	قبول از بلاک از مسیر یکسان قطار اول
(c)	قبول از بلاک	اعزام به بلاک در مسیر مخالف قطار اول
(d)	اعزام به بلاک	قبول از بلاک از مسیر مخالف قطار اول

# اطلاعات ورودی برای زمانبندی حرکت قطارها

• هدوی قطارها:



# اطلاعات ورودی برای زمانبندی حرکت قطارها

- زمان حائل بین قطارها:

– برای اطمینان از اجرای برنامه ای که براساس هدوی قطارها تنظیم می شود یک زمانی به هدوی قطارها اضافه می گردد بنام زمان حائل (Buffer Time)

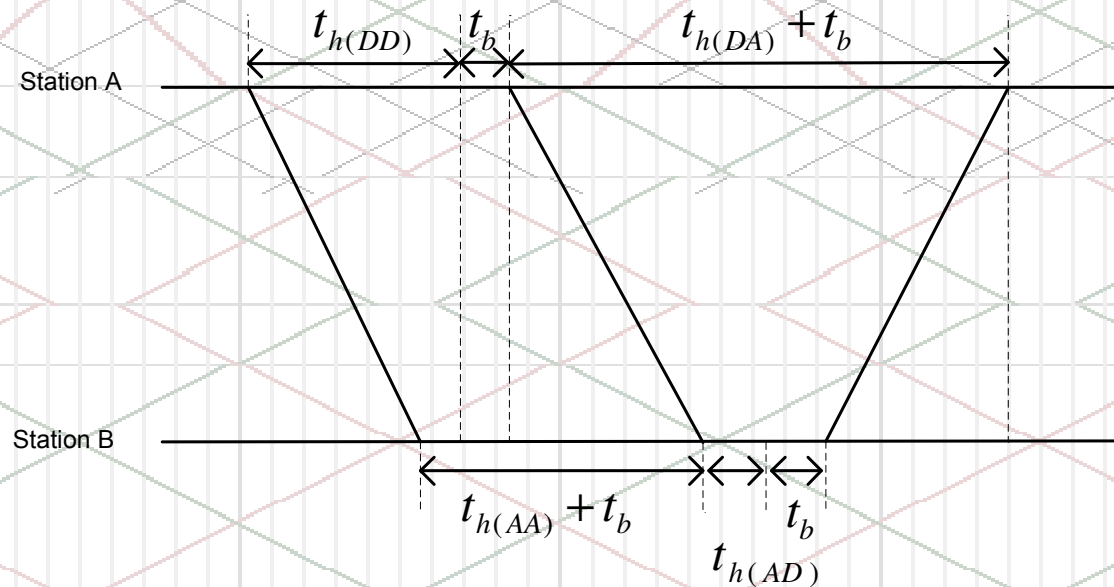
– هدوی در واقع حداقل فاصله زمانی دو قطار بصورت فنی است که در عمل ممکن است به وقوع نپیوندد.

– بنابراین در عمل هدوی واقعی بصورت زیر در نظر گرفته می شود:

$$t_h \text{ (Minimum Headway)} + t_b \text{ (Buffer Time)}$$

# اطلاعات ورودی برای زمانبندی حرکت قطارها

## • زمان حائل بین قطارها:



## • زمان حائل:

- اگر قطار دوم اولویت بالاتری داشته باشد  $t_b$  را بزرگ می گیرند. (در آلمان ۳ دقیقه)
- اگر قطار دوم اولویت یکسان با قطار اول داشته باشد  $t_b$  در حد متوسط. (در آلمان ۲ دقیقه)
- اگر قطار دوم اولویت کمتری داشته باشد  $t_b$  را کوچکتر می گیریم. (در آلمان ۱ دقیقه)

# روش زمانبندی دستی

## روش زمانبندی دستی

• زمانبندی حرکت قطارها به روش دستی به دو صورت انجام می شود:

۱. ابتدا قطارها با هر اولویتی را از دو طرف مسیر به سمت هم اعزام کرده تا جایی که با یکدیگر تلاقی نمایند، و در زمان تلاقی با توجه به اولویت ها و رعایت حداقل توقف قطارها در هنگام تلاقی، برنامه تلاقی ها تنظیم گردد.

۲. ابتدا قطارهای با اولویت بالاتر را از دو سمت اعزام کرده و تلاقی آنها با هم تنظیم گردد. سپس قطارهای با اولویت کمتر را تنظیم می کنیم. در اینجا قطارهای با اولویت کمتر از برنامه قطارهای با اولویت بیشتر تبعیت می کند. (مثلاً قطارهای باری / قطارهای مسافری عادی)

## روش زمانبندی دستی

### • نکاتی در روش زمانبندی دستی:

- در مورد توقف نماز باید با توجه به افق شرعی منطقه و ایستگاههای دارای امکانات اقامه نماز، ایستگاهی مناسب انتخاب گردد. چنانچه بتوان بیش از یک ایستگاه برای اقامه نماز در نظر گرفت محلی که کمترین بهم ریختگی در برنامه دیگر قطارها را دارا باشد یا همزمانی با توقفهای برنامه ای دیگر امکان پذیر باشد، مناسب است.
- به دلیل آنکه حالات متعددی از لحاظ تلاقی قطارها امکانپذیر است. یافتن بهترین آنها محتاج به تجربه و ابتکار در امر برنامه ریزی است.

## روش زمانبندی دستی

### • نکاتی در روش زمانبندی دستی: (ادامه)

– برای رسیدن به یک برنامه خوب از روش سعی و خطا استفاده می شود. یعنی ممکن است در اولین گام برنامه ریزی، نحوه تلاقی قطارها با توقفهای زیاد همراه باشد و شاخص های برنامه را بخوبی رعایت ننماید. در چنین مواردی برنامه قطارهایی که باعث به هم ریختگی برنامه می گردند، به صورت بازگشتی تصحیح می گردند و مجدداً برنامه مورد ارزیابی قرار می گیرد. این عمل تا جایی ادامه می یابد تا به یک برنامه نسبتاً بهینه دست یابیم.

– برنامه ریزی محورهای یک خطه بسیار مشکل تر و پیچیده تر است.

– برنامه ریزی ابتدا بر روی گراف انجام می شود. و پس از اتمام برنامه ریزی گراف مادر (گراف برنامه ای) جدول زمانبندی تهیه می شود.



## روش زمانبندی دستی

• نکاتی در روش زمانبندی دستی: (ادامه)

– معمولاً گراف نهایی روی گراف های با فواصل زمانی ۱۰ دقیقه ای تهیه می شوند.

– معمولاً زمان اعزام قطارهای مسافری ترجیحاً قبل از ۱۲ شب و زمان رسیدن به ایستگاه مقصد بعد از ساعت ۶ است.

– برای زمانبندی قطارها، ابتدا می توان قطارهای مسافری را برنامه ریزی کرد و سپس قطارهای باری. و یا اینکه قطارهای باری و مسافری را با هم برنامه ریزی نمود.

– زمان زمانبندی حرکت قطارهای مسافری، باید حرکت قطارهای باری را در نظر بگیریم. یعنی بتوان در فواصل قطارهای مسافری قطار باری اعزام نمود.

پایان