

بسم الله الرحمن الرحيم

## برنامه ریزی حمل و نقل ریلی

# فصل ۱۶: ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

مدرس: دکتر مسعود یقینی

پائیز ۱۳۸۷

# ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

## • ملاحظاتی در زمانبندی حرکت قطارها:

۱. رعایت محدودیتهای دنیای واقعی
۲. جابجایی مسافران بین قطارها
۳. در نظر گرفتن تعداد لکوموتیو و بدنه قطار مورد نیاز
۴. جلوگیری از سبقت قطارهای با اولویت بالاتر از قطارهای با اولویت پایین تر
۵. جلوگیری از اعزام قطار با اولویت کمتر بلافاصله بعد از قطار با اولویت بالاتر
۶. تنظیم سبقتها قطارها بین کوچکترین بلاکها
۷. در نظر گرفتن زمان تعمیر و نگهداری خط در برنامه
۸. زمانبندی با توجه به بلاک محدود کننده

## ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

(۱) رعایت محدودیت های دنیای واقعی:

- توقف های اجباری نظیر سوار و پیاده کردن مسافران باید انجام شود.
- زمان های سیر درست اعمال شوند.
- اولویت قطارها در اشغال بلاکها در نظر گرفته شود.
- در یک لحظه دو قطار در یک بلاک حضور نداشته باشند.
- اولویت بندی قطارها به منظور اشغال بلاک رعایت شود.
- قطار نباید در ایستگاهی توقف داشته باشد که طول قطار از طول بلندترین خط قبول و اعزام آن ایستگاه بلندتر باشد.

## ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

- قطارها باید در محدوده افق شرعی در ایستگاههای دارای نمازخانه توقف داشته باشند.
- برای قبول تلاقی دو قطار در یک ایستگاه حتماً باید دو خط آزاد وجود داشته باشد.
- دو قطار هم زمان وارد ایستگاه نشوند. باید یک قطار وارد ایستگاه شده و متوقف شود و بعداً به قطار دیگر اجازه ورود داده شود.
- دو قطار هم زمان تلاقی نداشته باشند. باید پس از فرمان حرکت و عبور انتهای یک قطار از جلوی ایستگاه به قطار دیگر اجازه حرکت داده شود.

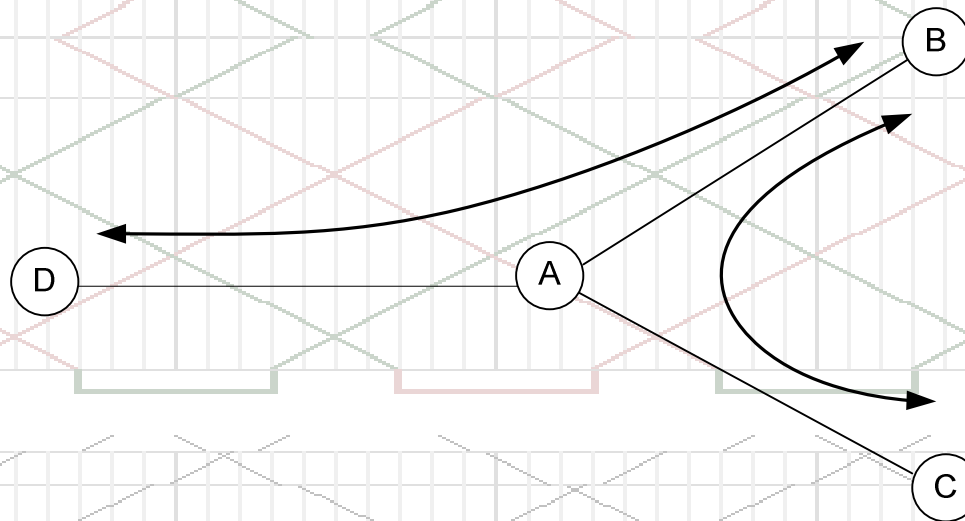
## ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

۲) جابجایی مسافران بین قطارها:

- در زمانبندی قطارهای مسافری، در محل اتصال چند خط با یکدیگر لازم است جابجایی مسافران بین قطارهای مختلف در نظر گرفته شود.

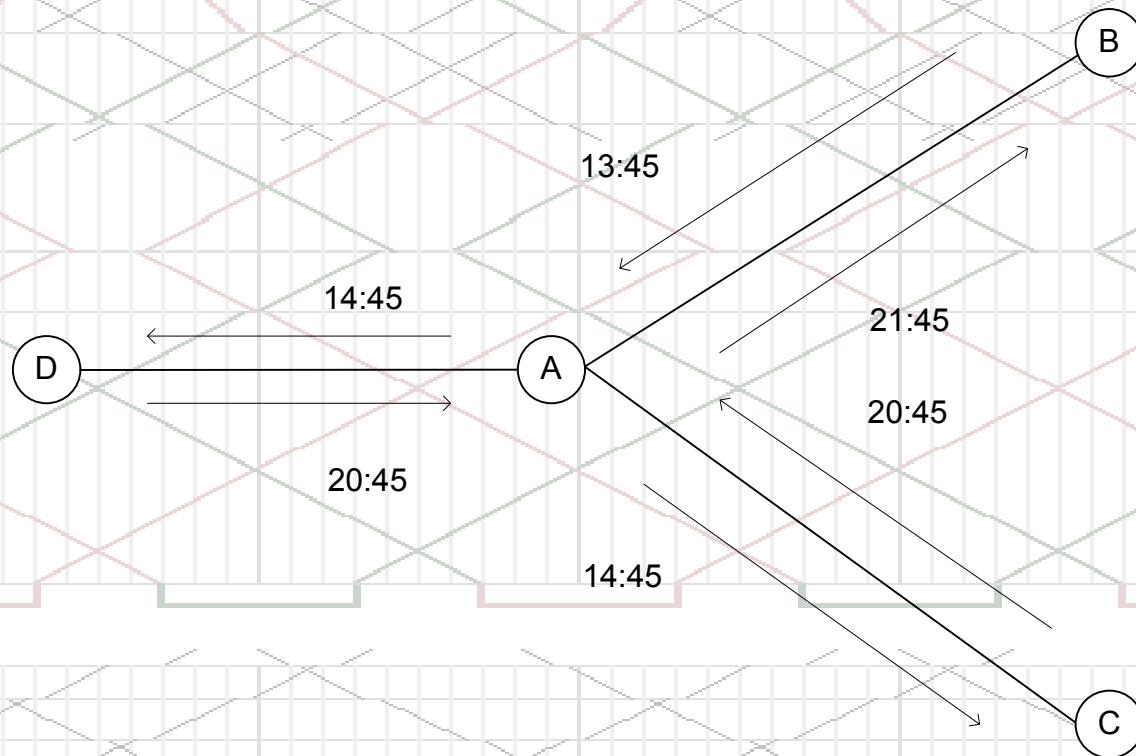
## ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

- مثال: در شبکه زیر فرض کنید، جریان اصلی مسافران از B به C و B به D وجود دارد و جریان کمتری بین C و D وجود دارد.
- اعزام روزانه یک قطار از هر یک از ایستگاههای D و B و C مورد نیاز است.



# ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

زمانهایی ورود و خروج قطارها:



## ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

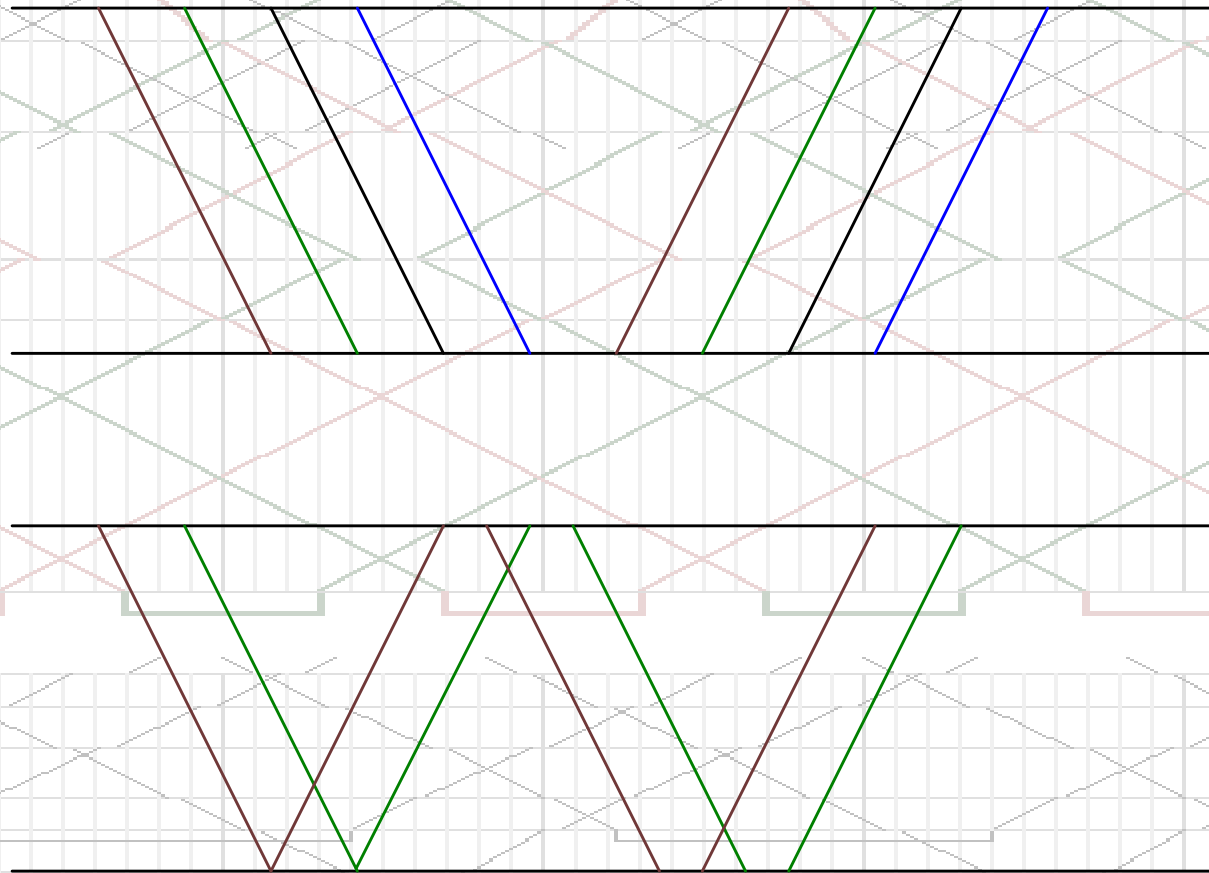
۳) در نظر گرفتن تعداد لکوموتیو و بدنه قطار مورد نیاز:

– نکته دیگری که باید در نظر گرفت مدت زمان توقف بدنه و لکوموتیو قطارهای مسافری در ایستگاههای مبدأ و مقصد هستند. باید برنامه را به نحوی تهیه کرد که ضمن راحتی مسافران حداقل لکوموتیو و بدنه قطار مورد استفاده قرار گیرد.



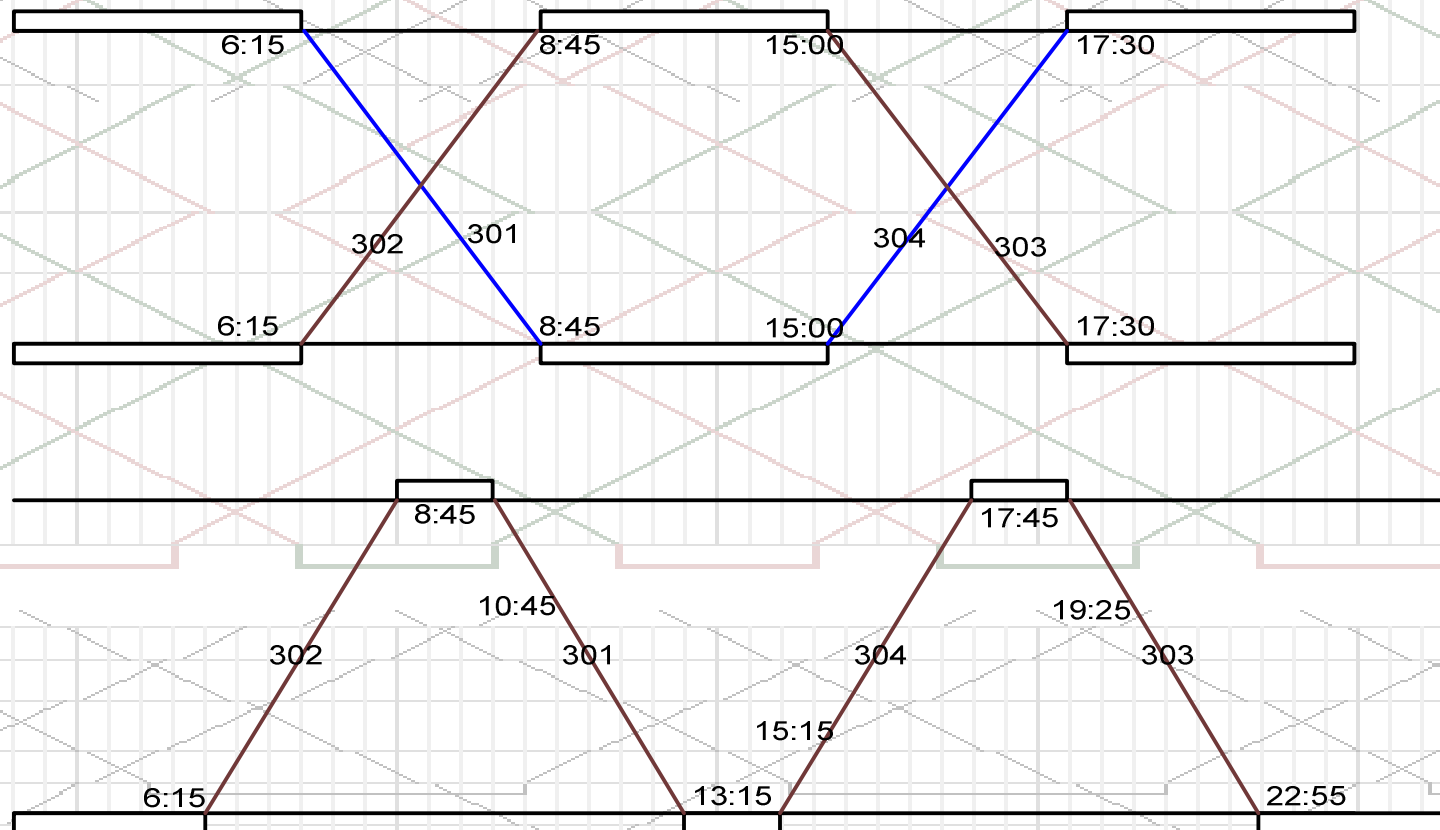
# ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

• در نظر گرفتن تعداد لکوموتیو و بدنه قطار مورد نیاز:



# ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

• در نظر گرفتن تعداد لکوموتیو و بدنه قطار مورد نیاز



## ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

۴) تا حد امکان جلوگیری از سبقت قطارهای با اولویت بالاتر از قطارهای با اولویت پایین تر

• مثال: شبکه فرضی زیر را در نظر بگیرید:



# ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

• زمانبندی قطارها بشرح زیر است: (قطارها دارای توقف برنامه ای نیستند)

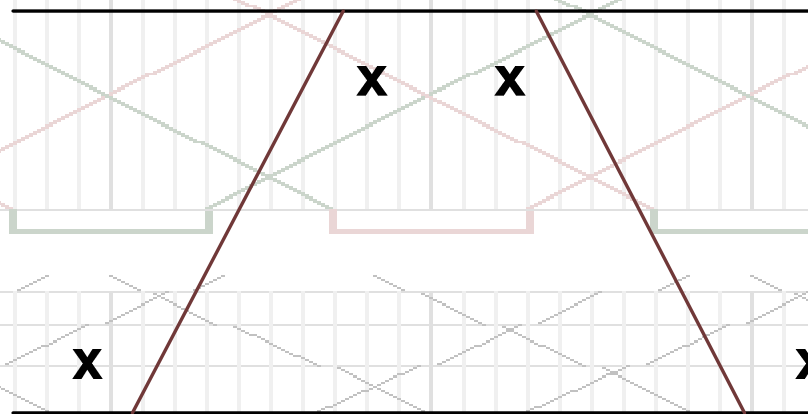
زمان سیر در بلاک C-D/D-C (دقیقه)	زمان سیر در بلاک B-C/C-B (دقیقه)	زمان سیر در بلاک A-B/B-A (دقیقه)	زمان اعزام از مبدا	مبدا و مقصد	اولویت قطار	شماره قطار
20	17	20	1:20	A-D	2	1311
14	13	13	1:50	A-D	1	85
20	17	20	2:26	A-D	2	2211
20	15	15	1:00	D-A	2	2212
20	15	15	1:50	D-A	2	1312

## ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

• محل درج زمانها در گراف:

- زمان ورود قطار به بلاک سمت چپ و زمان خروج قطار از بلاک در سمت راست نوشته می شود.

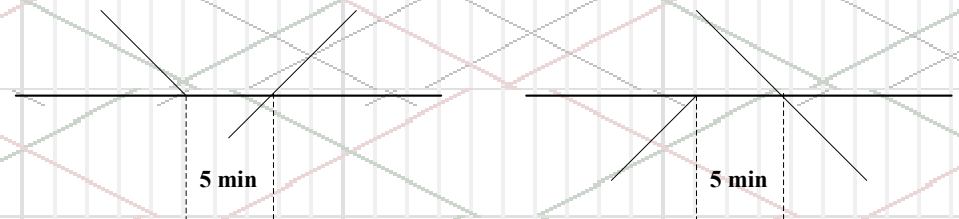
- در صورت شروع و پایان صفر و یا در فواصل ده دقیقه ای گراف باشد، زمان نوشته نمی شود.



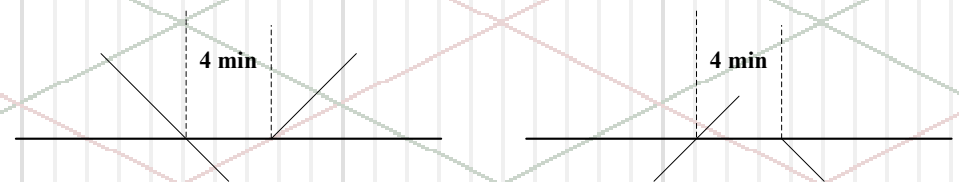
# ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

## • فواصل زمانی بین قطارها:

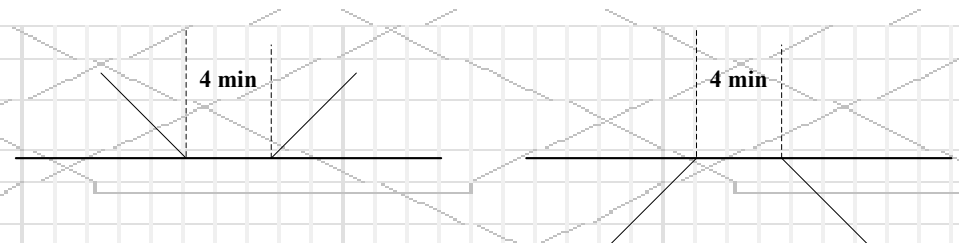
حالت اول: قطار اول ورود و توقف - قطار دوم عبوری



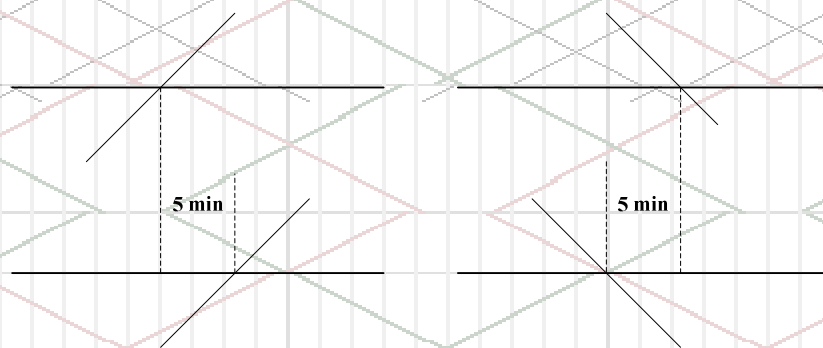
حالت دوم: قطار اول عبوری - قطار دوم حرکت از حالت توقف



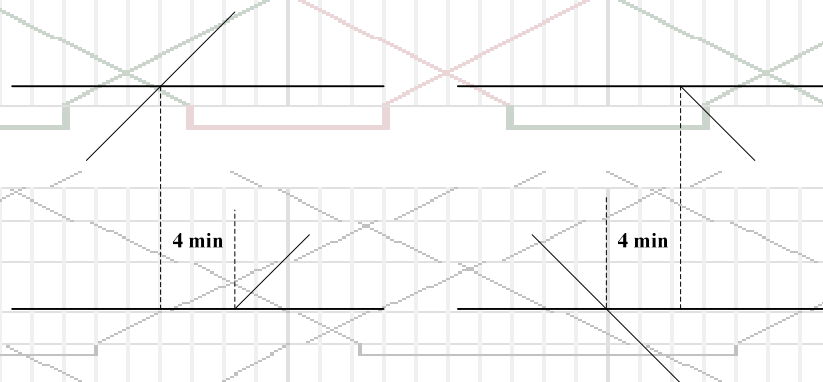
حالت سوم: قطار اول ورود و توقف - قطار دوم حرکت از حالت توقف



حالت چهارم: قطار اول عبوری از ایستگاه مجاور - قطار دوم عبوری از ایستگاه

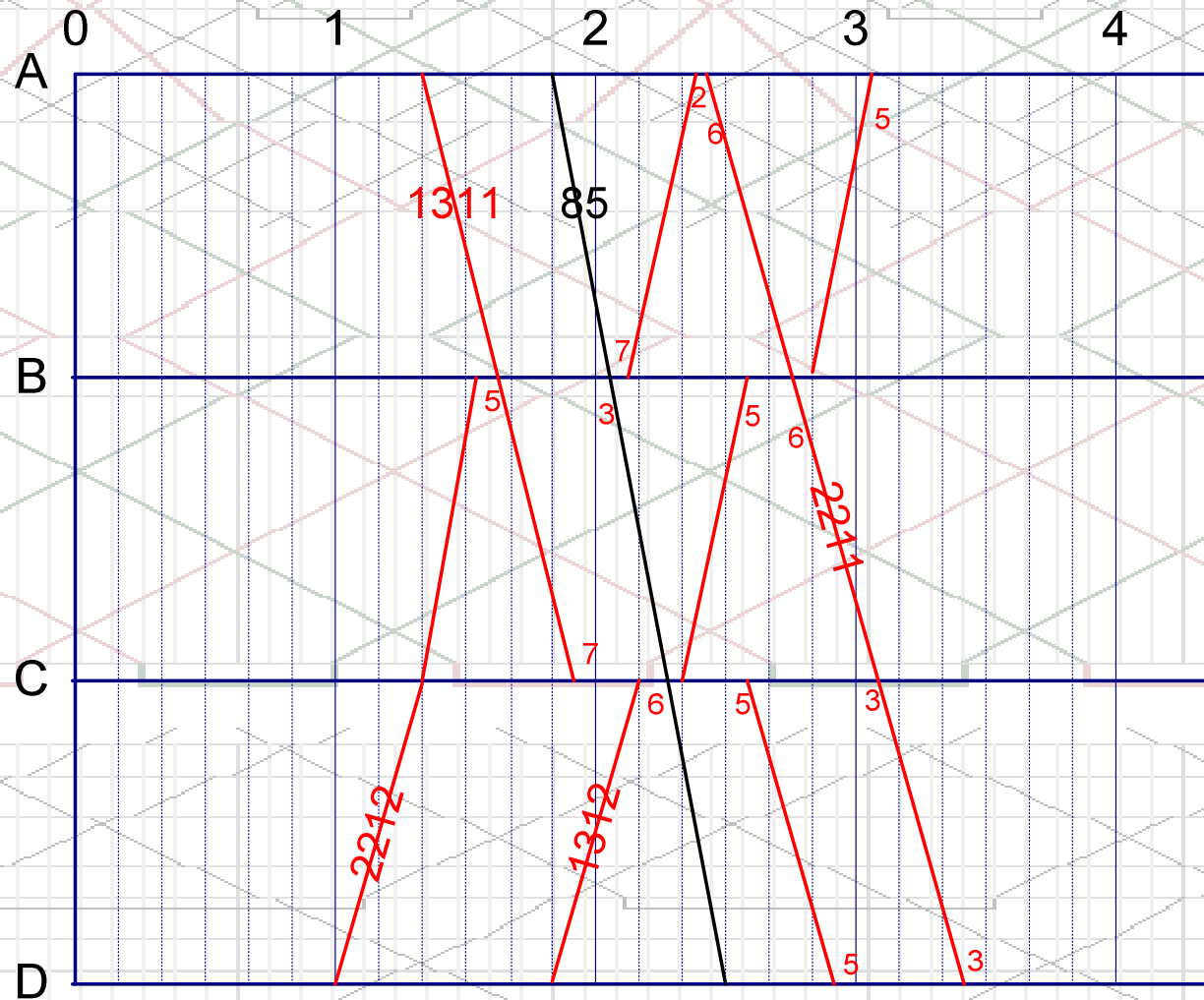


حالت پنجم: قطار اول عبوری از ایستگاه مجاور - قطار دوم حرکت از حالت توقف



# ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

• قطار 85 از قطار شماره 1311 سبقت گرفته است.



## ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

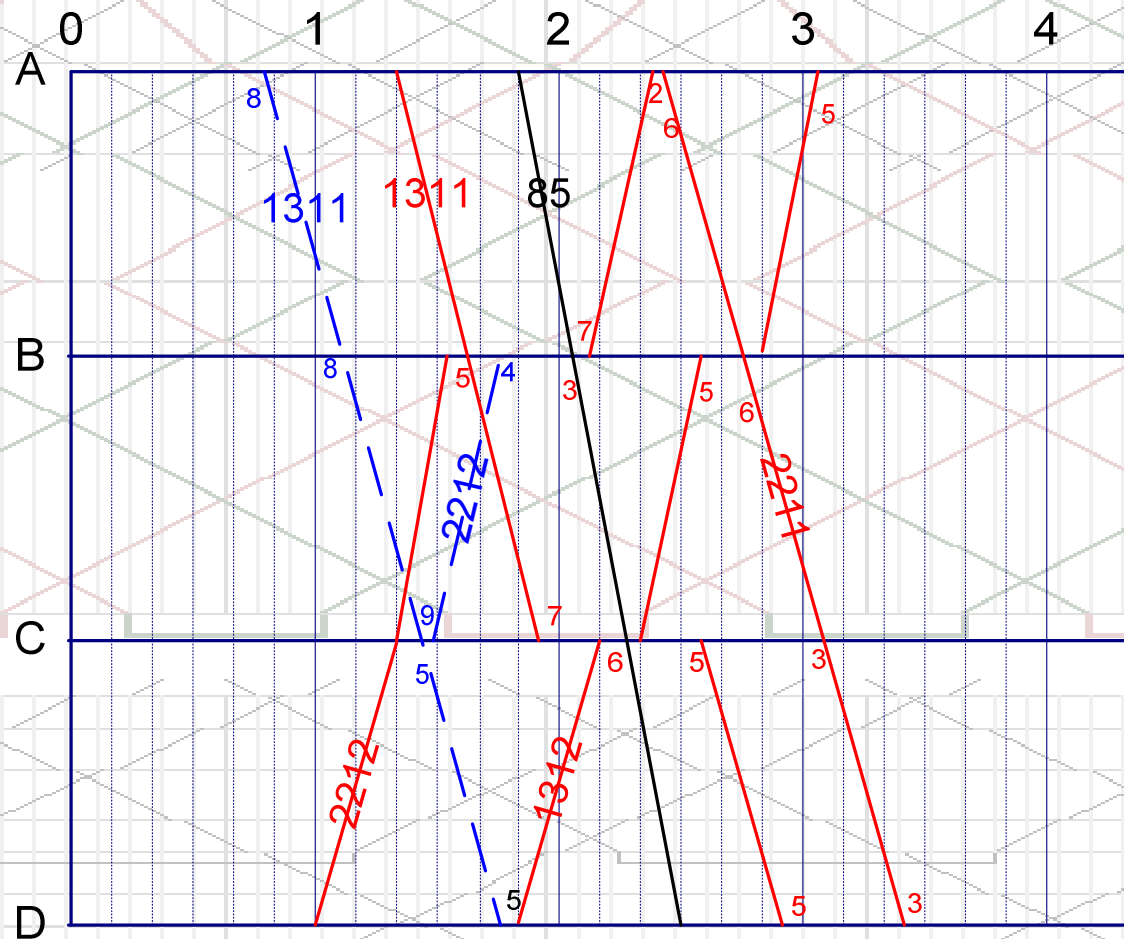
• میزان تاخیرات:

قطار	تأخیر در ایستگاه B	تأخیر در ایستگاه C	جمع تأخیرات
1311	-	38	38
2211	-	-	-
2212	32	-	32
1312	15	10	25
<b>جمع تأخیرات</b>	<b>47</b>	<b>48</b>	<b><u>95</u></b>



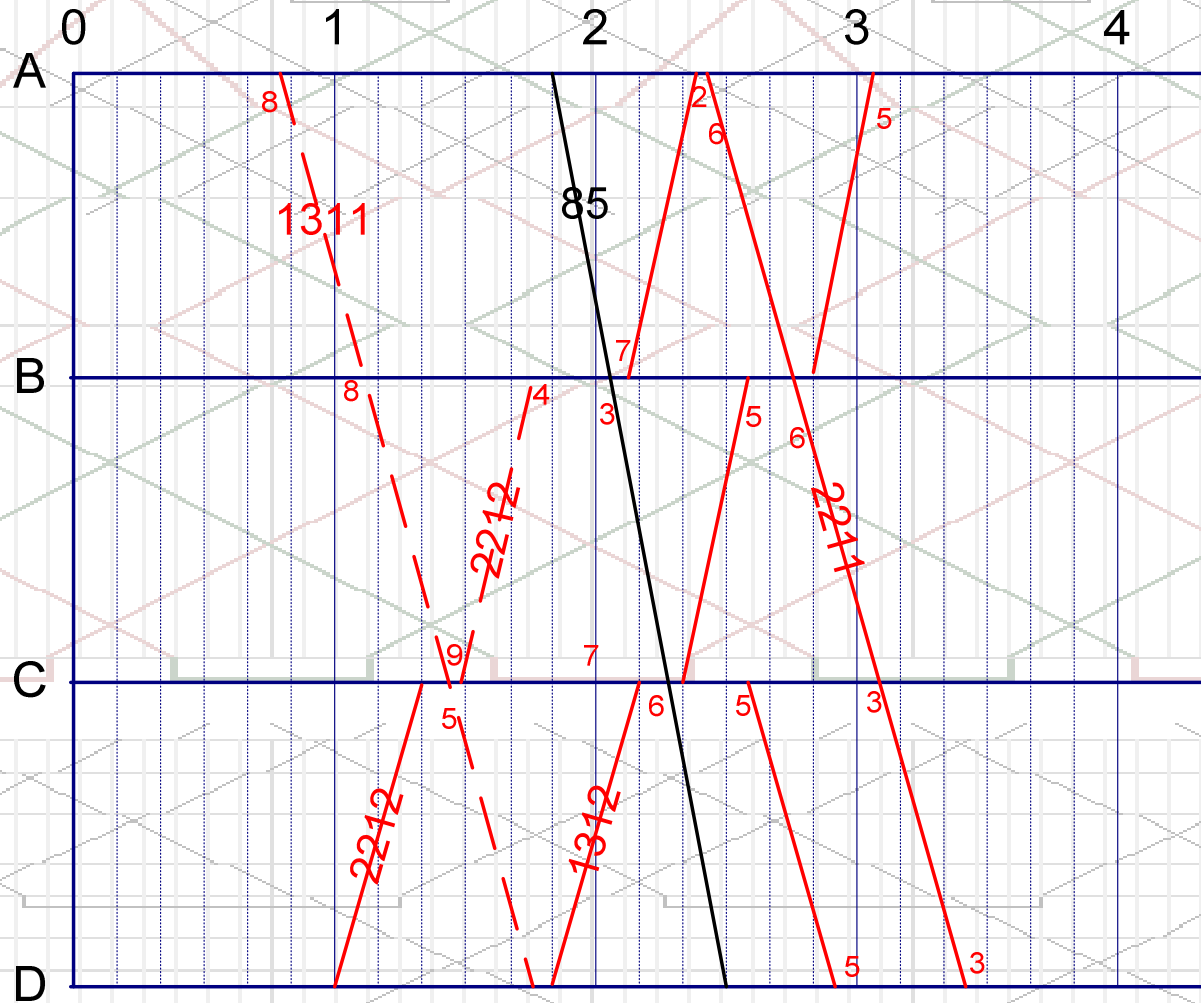
# ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

- تغییر زمان اعزام قطار ۱۳۱۱ از 1:20 به 0:48 میزان تأخیرات را ۴۰ دقیقه کمتر می کند.



# ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

• گراف جدید:



## ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

- تاخیرات جدید: (۴۰ ساعت کاهش در تاخیرات)

جمع تاخیرات	تاخیر در ایستگاه C	تاخیر در ایستگاه B	قطار
-	-	-	1311
-	-	-	2211
30	9	21	2212
25	10	15	1312
<b><u>55</u></b>	19	36	<b>جمع تاخیرات</b>

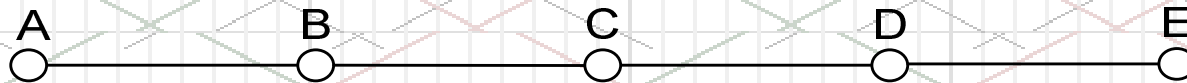
## ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

(۵) جلوگیری از اعزام قطار با اولویت کمتر بلافاصله بعد از قطار با اولویت بالاتر

– زمانیکه قطار با اولویت کمتر را بعد از قطار با اولویت بالاتر اعزام می کنیم، باید طوری اعزام شود که بین قطار با اولویت بالاتر و قطار با اولویت پائین تر بعد از آن، امکان اعزام قطار دیگری وجود داشته باشد، به این وسیله میزان تأخیرات کاهش می یابد.

# ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

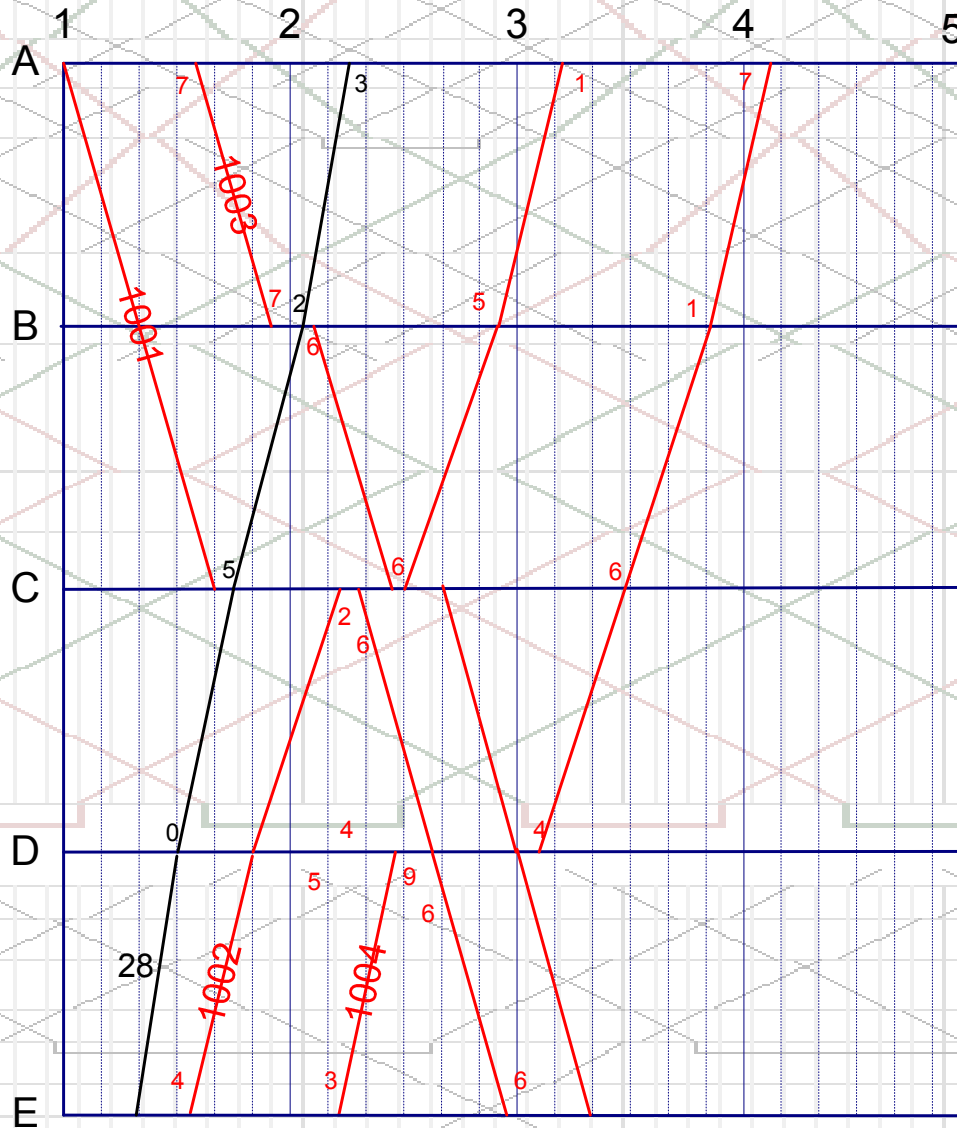
- مثال: در شبکه زیر برنامه ریزی قطارها انجام شده اند.  
- قطارها دارای توقف برنامه ای نیستند.



زمان سیر				زمان اعزام از مبدأ	مسیر	اولویت قطار	قطار
در بلاک D-E/E-D	در بلاک C-D/D-C	در بلاک B-C/C-B	در بلاک A-B / B-A				
20	20	20	20	1:00	A-E	2	1001
20	20	20	20	1:37	A-E	2	1003
10	15	17	11	1:20	E-A	1	28
16	22	25	16	1:34	E-A	2	1002
16	22	25	16	2:13	E-A	2	1004

# ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

• گراف اولیه:



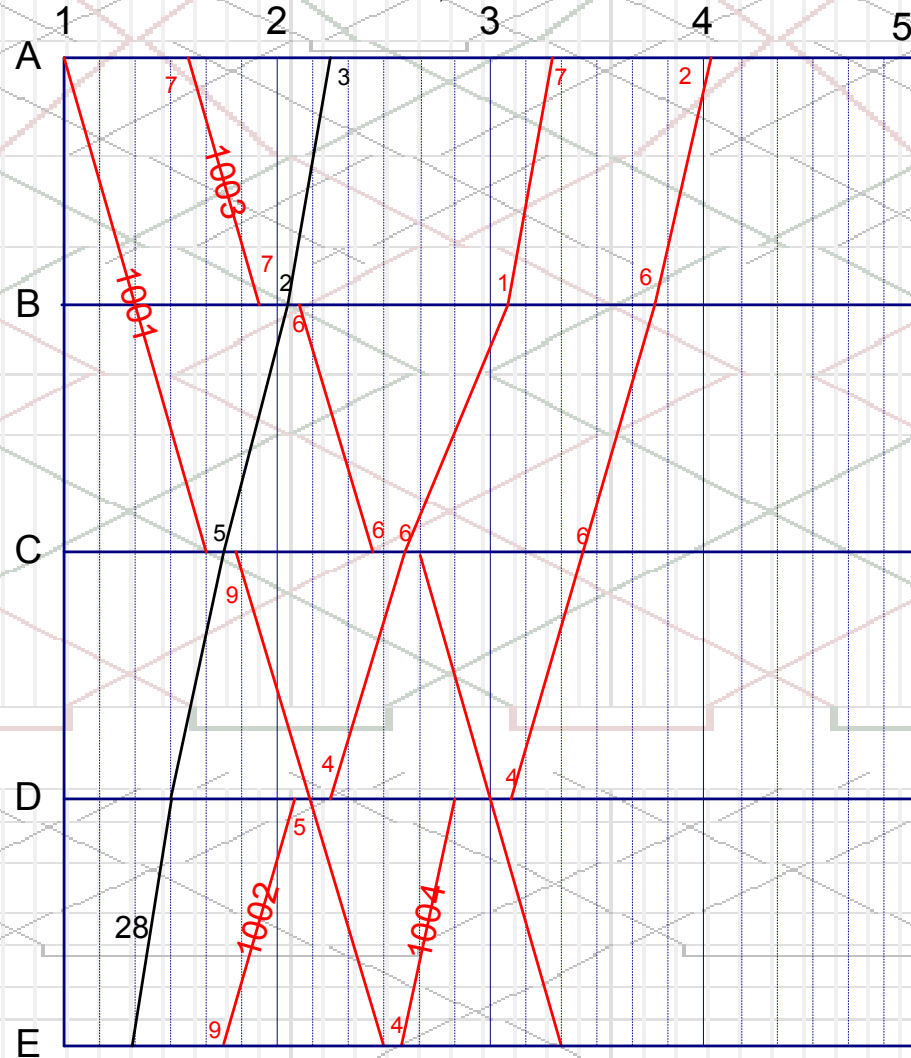
## ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

### • میزان تأخیرات:

شماره قطار	تأخیر در ایستگاه B	تأخیر در ایستگاه C	تأخیر در ایستگاه D	جمع تأخیرات
1001	-	36	-	36
1003	9	14	-	23
1002	-	18	-	18
1004	-	-	37	37
جمع تأخیرات	9	68	37	114

# ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

• ایجاد فاصله بین قطار 1002 و 28 با اعزام دیرتر قطار 1002.





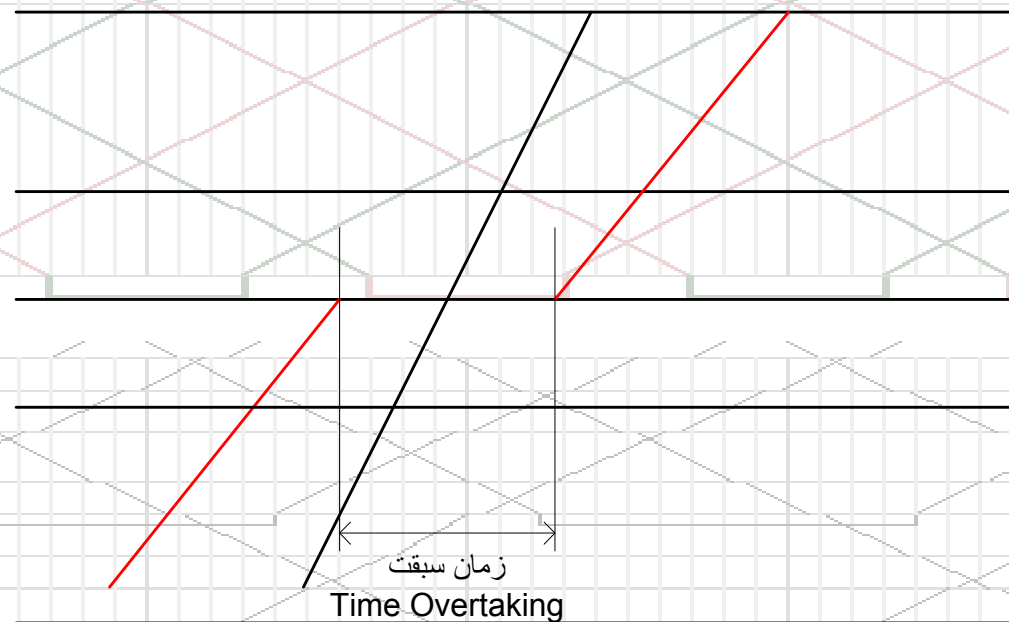
# ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

## • مجموع تاخیرات جدید:

شماره قطار	تأخیر در ایستگاه B	تأخیر در ایستگاه C	تأخیر در ایستگاه D	جمع تاخیرات
1001	-	9	-	9
1003	9	14	-	23
1002	-	-	9	9
1004	-	-	9	9
جمع تاخیرات	9	23	18	50

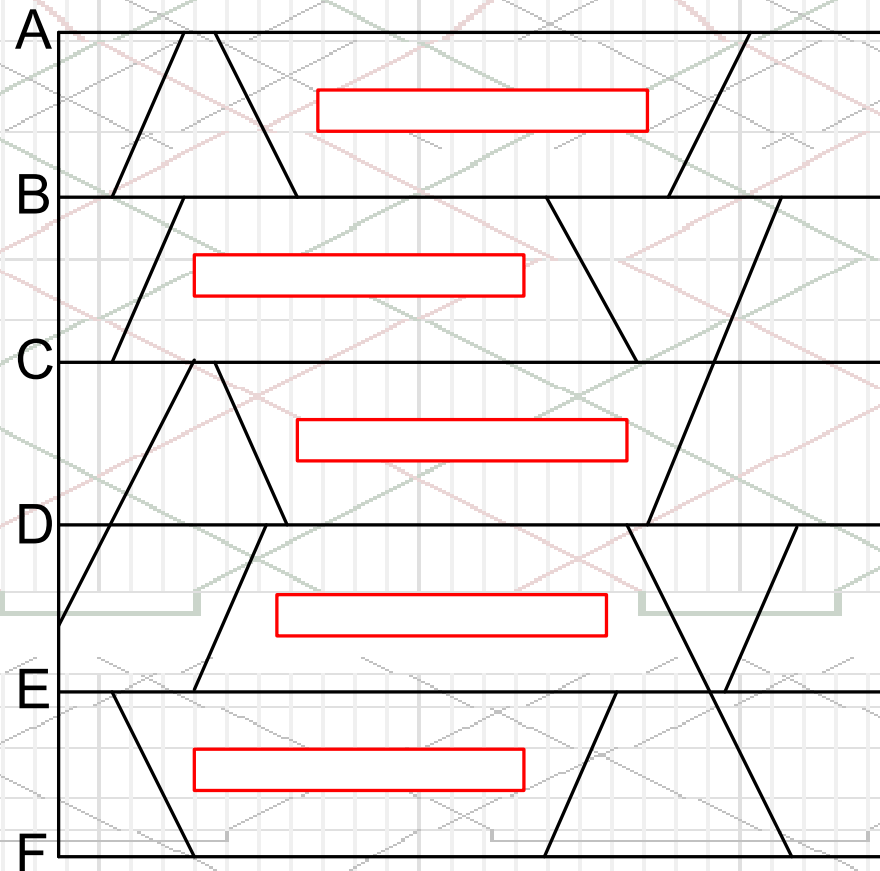
## ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

- (۶) تنظیم سبقتها قطارها بین کوچکترین بلاکها:
  - باید تا حد امکان از سبقت ها جلوگیری کرد و در غیر این صورت سبقتها را با توقفهای برنامه ای با هم انطباق داد.
  - در صورت امکان باید سبقت ها را در ایستگاههایی قرار داد که زمان سیر قطارها در بلاکهای مجاور آن ایستگاه کمترین زمان سیر باشد.



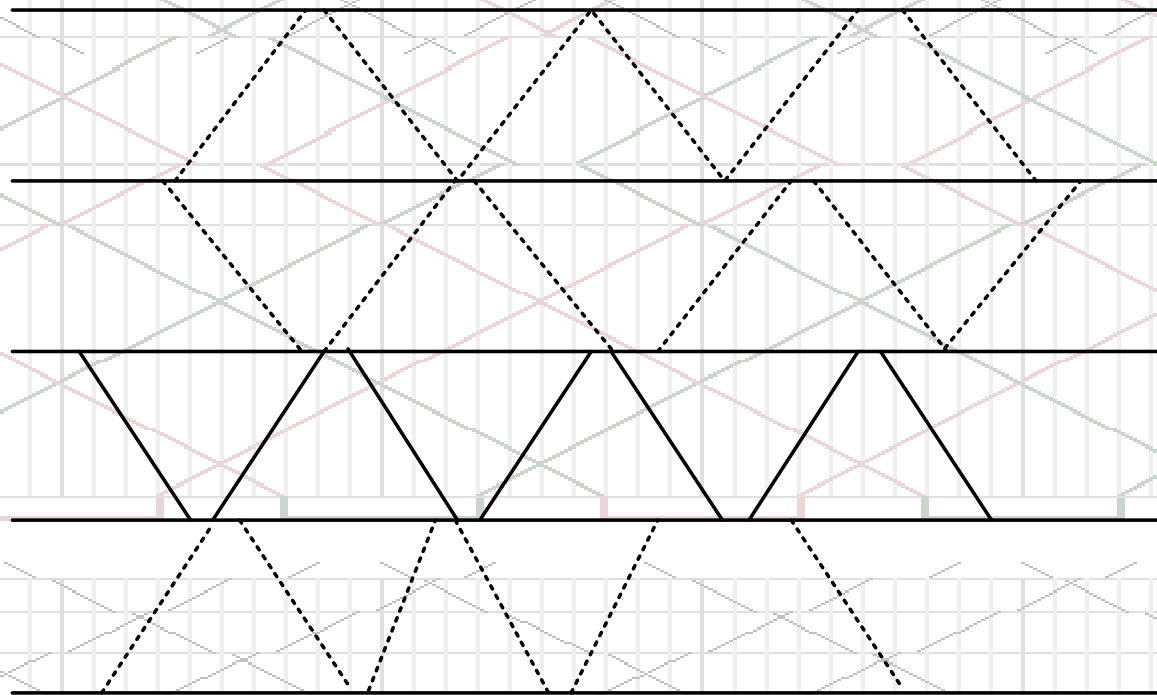
# ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

(۷) در نظر گرفتن زمان تعمیر و نگهداری خط در برنامه



# ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

۸) زمانبندی با توجه به بلاک محدود کننده (Limiting Block)



بلاک محدود کننده

## ملاحظات در زمانبندی حرکت قطارها

- جنبه های مختلف تهیه برنامه زمان بندی با هم در تضاد هستند
- مثلاً زمان مناسب برای اعزام قطارهای مسافری از نظر راحتی مسافران ممکن است به بالا بردن تعداد بدنه های قطار مورد نیاز باشد. و یا ممکن است زمان توقف را افزایش بدهد.
- در اینجا ما نیاز برنامه ای بهینه داریم که همه عوامل را مد نظر قرار دهد.

پایان