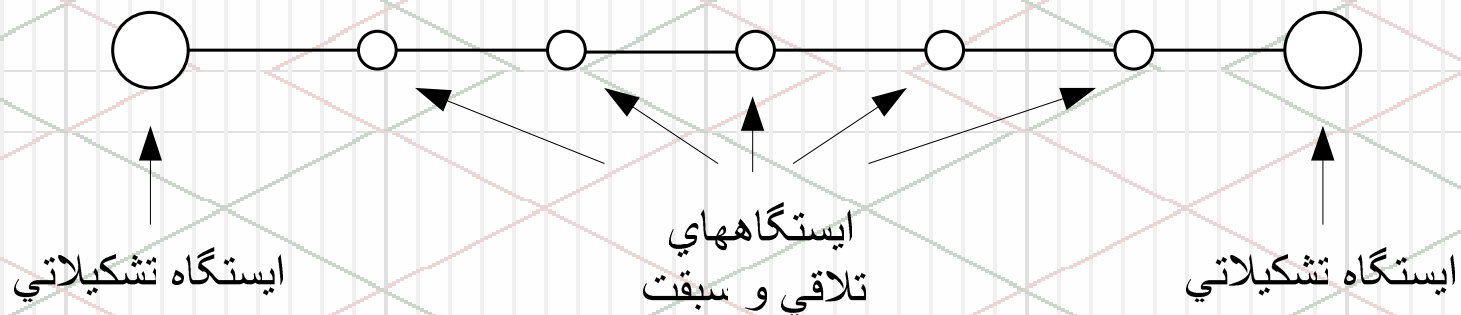


تحليل ظرفيت خطوط راه آهن

مدرس: دكتور مسعود يقيني

۱- تئوری ظرفیت خطوط راه آهن

- **ظرفیت خط:** ظرفیت خط بصورت تعداد قطاری که امکان بهره برداری از آنها در یک مدت زمان معینی وجود دارد، بیان می شود.
خط: به فاصله بین دو ایستگاه تشکیلاتی گفته می شود.



- هر بلاک دارای ظرفیت خاص خود است و ظرفیت خط بر اساس بلاکی که دارای کمترین ظرفیت می باشد تعیین می شود.

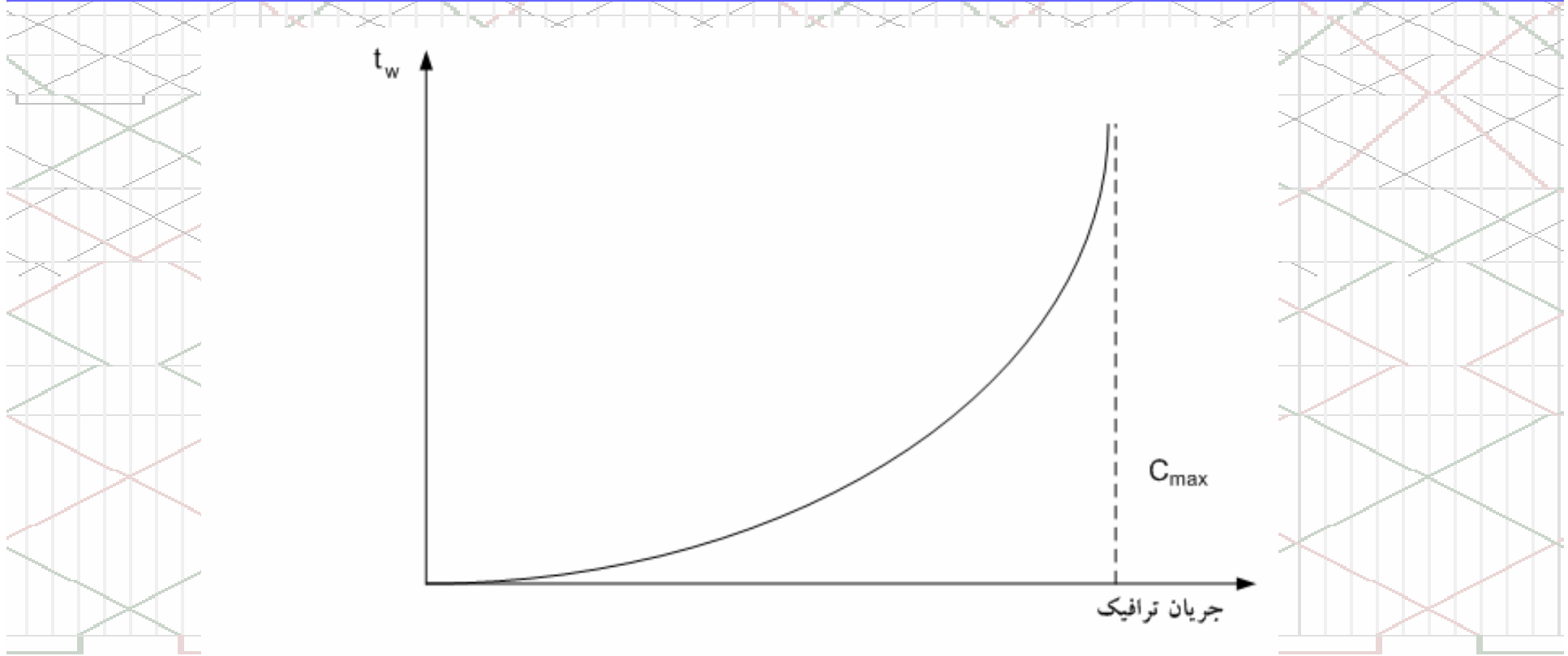
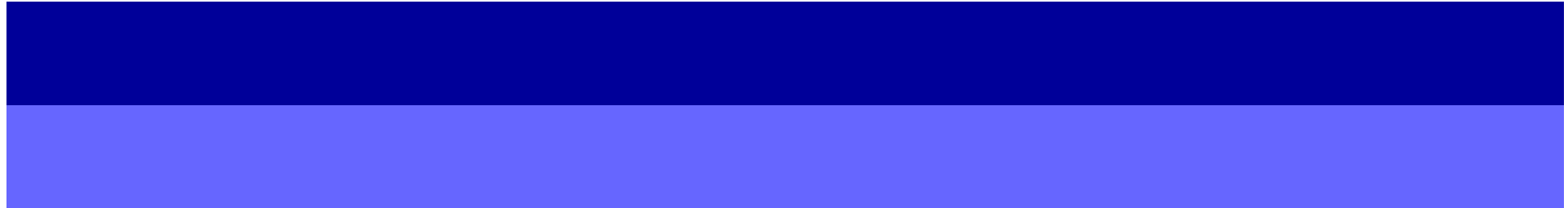
- بررسی و مطالعه بر روی ظرفیت خطوط راه آهن به دلایل زیر انجام می گیرد :

- اعتبار سنجی برنامه های زمانبندی

- تعیین زیرساخت های مورد نیاز برای سطوح مختلف سرویسها

- ظرفیت یک خط را می توان در قالب یک نمودار زمان تاخیرات بیان کرد.

- در یک نمودار زمان تاخیرات، میانگین زمان تاخیرات هر قطار به صورت تابعی از جریان ترافیکی (قطارها در واحد زمان) نشان داده می شود.



t_w : Average waiting time per train

C_{max} : Maximum capacity

نمودار زمان تاخیرات

• دو نوع زمان تاخیر وجود دارد :

- زمان های تاخیر برنامه ریزی شده که شامل تاخیر ناشی از عملیات تلاقی و سبقت برنامه ریزی شده می باشد .
- تأخیر در حین انجام عملیات

ناحیه پیشنهادی برای جریان ترافیک

- این ناحیه در حدود زیر قرار دارد:

- حداقل حساسیت نسبی زمان تاخیرات

- حداکثر انرژی ترافیک

- حساسیت زمان تاخیرات (Sensitivity of the waiting time)

- برابر است با شیب منحنی زمان تاخیرات (مشتق منحنی زمان

تاخیرات).

- حساسیت نسبی زمان تاخیرات (Relative sensitivity of the waiting

time)

- برابر است با حاصل تقسیم حساسیت زمان تاخیرات بر مقدار زمان

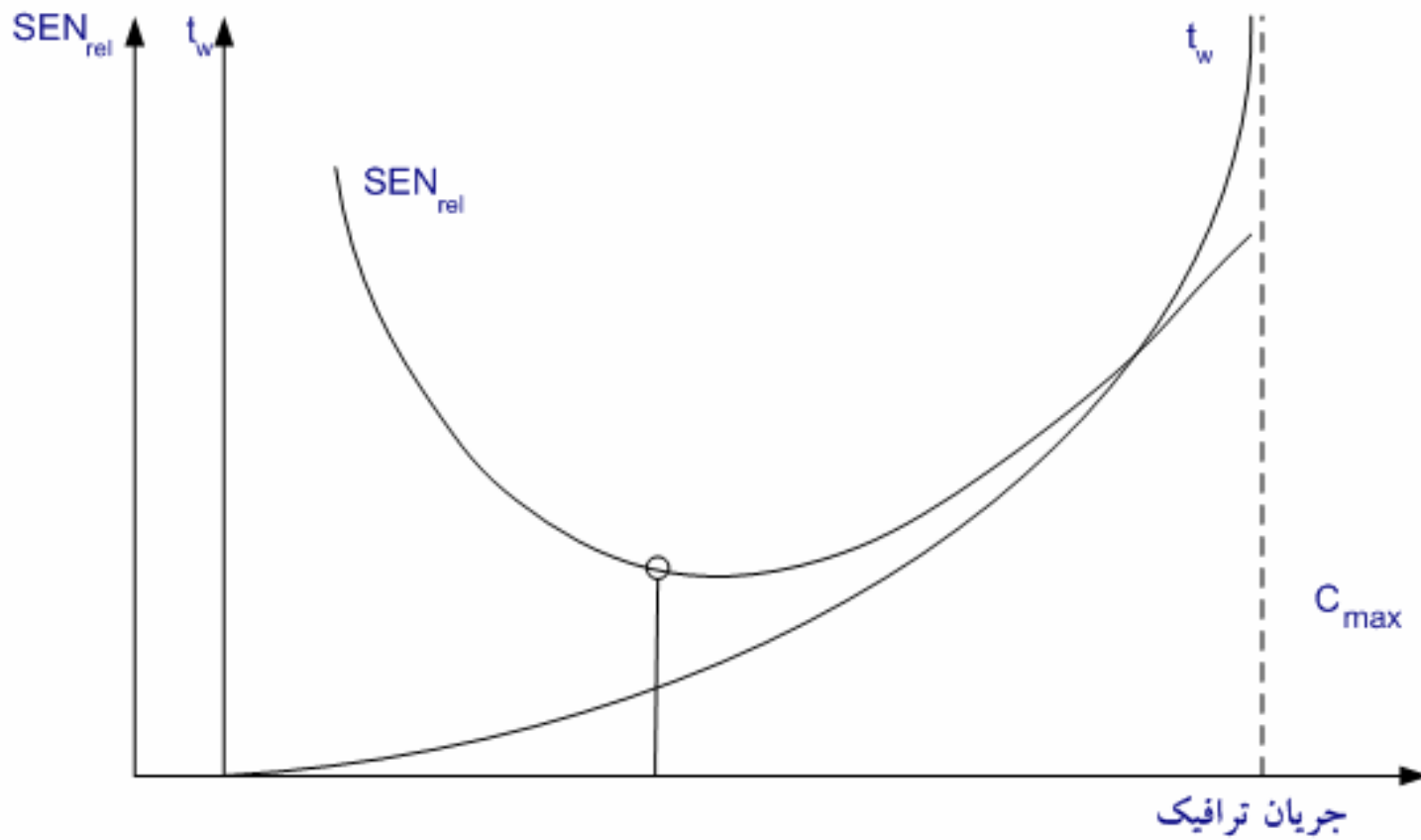
تاخیرات

$$SEN_{rel} = t'_w / t_w$$

SEN_{rel} : حساسیت نسبی زمان تاخیرات

t_w : متوسط زمان تاخیرات برای هر قطار

حساسیت زمان تاخیرات دارای یک مینیموم مطلق می باشد. افزایش تعداد قطارها تا این نقطه سبب افزایش کمی در زمان تاخیرات می شود. اگر تعداد قطارهای خط از نقطه مزبور کمتر باشد، بدین معنی است که از ظرفیت خط و زیر ساخت آن به خوبی بهره برداری نمی شود.



حساسیت نسبی زمان انتظار

- انرژی ترافیکی از حاصل ضرب تعداد قطارهایی که در در یک زمان بر روی خط در حال حرکت هستند (تراکم ترافیکی) با مربع سرعت بدست بیاید.
- که می توان انرژی ترافیکی را از حاصل ضرب جریان ترافیکی (تعداد قطارها در واحد زمان) در سرعت متوسط بدست می آید.

$$E_{traffic} = \frac{n}{s} \cdot v^2 = \frac{n}{t} \cdot \frac{t}{s} \cdot v^2 = \frac{n}{t} \cdot v$$

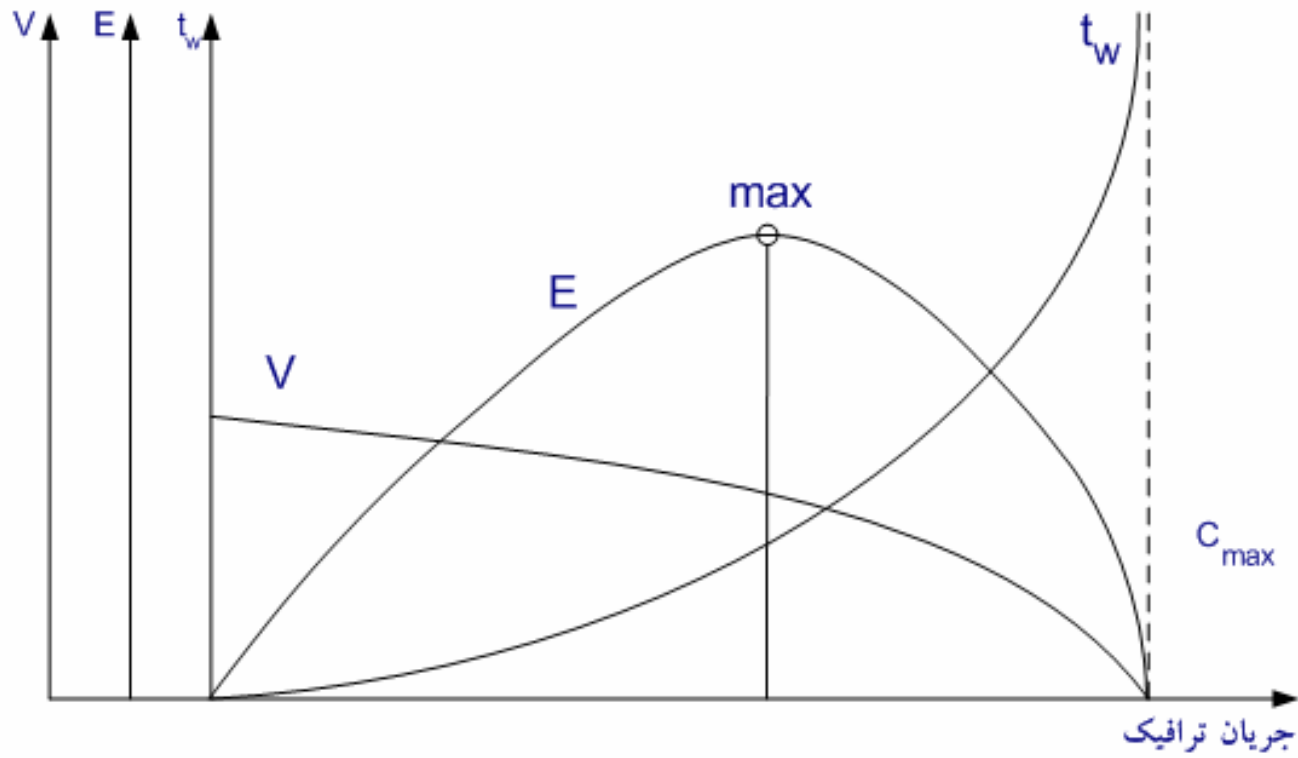
$E_{traffic}$: انرژی ترافیک

n : تعداد قطارها

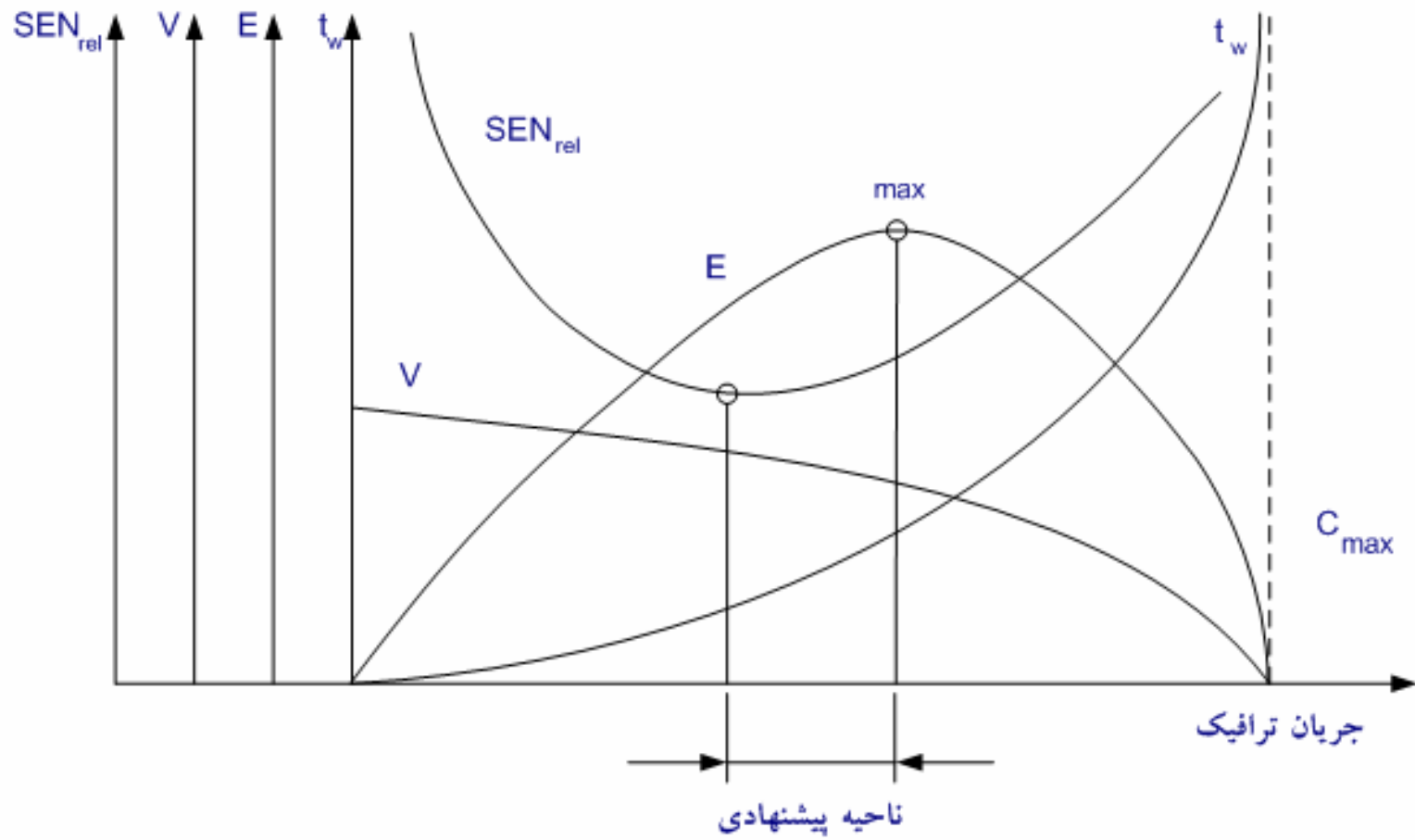
s : طول خط

t : زمان

v : سرعت متوسط



انرژی ترافیکی



ناحیه پیشنهادی جریان ترافیک

● از شبیه سازی تعداد زیادی از خطوط راه آهن اروپا، نتایج زیر بدست آمده است:

○ که حداقل حساسیت نسبی زمان تاخیرات از جریان ترافیکی ۵۰ تا ۶۰ درصد حداکثر ظرفیت بدست می آید.

○ و حداکثر انرژی ترافیکی زمانی قابل حصول می باشد که جریان ترافیک بین ۶۰ تا ۸۰ درصد حداکثر ظرفیت باشد.

● در هر دو حالت مقادیر بالاتر برای زمانی است که جداول زمانبندی با هارمونی بیشتر وجود داشته است.

روشهای بررسی ظرفیت خطوط راه آهن

- روش نموداری تعیین ظرفیت خط (Charting method)

- روش تحلیلی (Analytic Method)

– در این روش با استفاده از داده های خط و جدول زمانبندی، ظرفیت یک خط تعیین می شود.

- روش شبیه سازی (Simulation Method)

– با استفاده از تکنیک شبیه سازی فرایند اعزام و قبول قطارها و احتمال تأخیرات در مدل وارد می شود و حداکثر تعداد قطار ممکنه محاسبه می شود.

۲- روشهای افزایش ظرفیت خطوط راه آهن

روش های افزایش ظرفیت به سه دسته کلی تقسیم می شود :

● عملیات عمرانی جدید

● بهبود فنی و ارتقاء مشخصات

● بهبود کیفیت بهره برداری

افزایش ظرفیت خطوط ریلی با عملیات اجرایی و عمرانی جدید:

- احداث خطوط اضافی شامل تبدیل مسیرهای یک خطه به دوخطه یا در صورت نیاز بیشتر
- دوخطه نمودن بخش‌هایی از مسیرهای یک خطه جهت انجام عملیات تلاقی و سبقت همزمان
- ایجاد (بازنمودن) ایستگاههای اضافی در بلاک‌های دارای بیشترین زمان سیر جهت کاهش زمان حرکت در بلاک
- احداث ایستگاههای باری یا مسافری جدید
- تعبیه خطوط فرعی بیشتر در ایستگاههای بین راهی بمنظور افزایش ظرفیت ایستگاهها برای پذیرش تعداد بیشتری قطار در مناطقی که ظرفیت ایستگاهها به عنوان تگنا محسوب می‌شود.
- ارتقا کلی سیستم و پائل علائم در کل محور
- احداث یک مسیر در موازات کریدور موجود جهت انحراف بخشی از ترافیک به آن

افزایش ظرفیت خطوط ریلی با ارتقا مشخصات و بهبود فنی خطوط:

- استفاده از تجهیزات پیشرفته علائم و ارتباطی
- استفاده از نیروی کشش الکتریکی
- ارتقا خطوط و مشخصات فنی مسیر
 - بهسازی و نوسازی خطوط
 - بهبود خطوط ایستگاه جهت افزایش سرعت ورود و خروج قطارها
 - افزایش طول مفید ایستگاهها
 - بهبود طراحی خطوط ایستگاههای راه آهن (Layout)
 - کاهش نقاطی از خط که دارای شیب تند بوده و موجب کاهش سرعت قطارها می شوند
 - بهبود قوسهایی که موجب محدودیت سرعت سیر قطارهای می گردند.
 - ایجاد روگذر و زیرگذر در ایستگاهها و قطع دسترسی ماشین آلات سرویس، برسندل و مسافربین به خطوط قبول و اعزام قطارها در خلال سرویس قطارهای باری و مسافری
 - نوسازی خطوط قبول، اعزام و مانور ایستگاههای تشکیلاتی

افزایش ظرفیت خطوط از طریق بهبود کیفیت بهره برداری:

- استاندارد نمودن سرعت‌های حرکتی مختلف با توجه به نوع آلات ناقله مورد استفاده (سرعت قطارها با توجه به نوع قطارهای مورد نظر دارای حد بهینه‌ای می‌باشد)
- بکارگیری سیستم‌های برنامه‌ریزی تعمیرات نگهداری.
- بهینه‌سازی برنامه ریزی های بویژه زمانبندی حرکت قطارها.

تحليل ظرفيت خطوط راه آهن