



تکنیسین ترافیک

برنامه ریزی و گراف حرکت قطارها

مرکز تحقیقات و آموزش راه آهن

گروه سیر و حرکت

تالیف: بشیر حسین زاده - خیرا... گروسی - حمید یادگاری

سال ۱۳۹۰

تعاریف

ایستگاه:

ایستگاه محوطه‌ای است که مجموعه‌ای از خطوط و سوزنهای بهم پیوسته و ساختمانهای اداری و مسکونی و سکوی بار و مسافر در آن قرار دارد، و محل توقف، تنظیم، قبول، اعزام و عملیات مانور و سبقت و تلاقی قطارها و سایر وسایط نقلیه راه‌آهن می‌باشد. و همچنین در آن امور مربوط به قبول و تحویل بار و توشه و سوار و پیاده شدن مسافران انجام می‌گیرد، که بر حسب موقعیت و میزان فعالیت درجه‌بندی گردیده است و دارای حریم مشخص و معینی می‌باشد.

قطار:

قطار عبارت است از یک یا چند لکوموتیو متصل به هم و یا متصل به یک و یا چند واگن و این نام موقعی به آن اطلاق می‌شود، که کارکنان مربوطه آن را تحویل گرفته و به علائم و تجهیزات لازم طبق آئین‌نامه علامات و مقررات مربوطه مجهز گردد.

قطار مسافری:

قطاری است که برای حمل و نقل مسافر و توشه تشکیل شده و طبق برنامه اعزام می‌شود.

قطار باری:

قطاری است که شامل واگنهای باری می‌باشد.

قطار فرد:

قطارهایی که از ایستگاههای مختلف بسمت تهران حرکت مینمایند قطار فرد نامیده میشوند.

قطار زوج:

قطارهایی که از تهران بطرف سایر ایستگاهها حرکت می‌نمایند قطار زوج نامیده میشوند.

خطوط راه آهن:

شامل خطوط اصلی و فرعی است . خطوط اصلی عبارتست از خطی است که مستقیماً در امتداد خط بین دو ایستگاه طرفین واقع شده است. سایر خطوط ایستگاه، خطوط فرعی نامیده میشوند که عبارتست از خطوط مانور، خطوط انشعابی ، خطوط صنعتی-تجاری ، خطوط تاسیساتی، خطوط انبار ، خط دوار ، خط مثلث ، خط کور ، خط فرار ، خط تامین.

بالا:

قطعه خطی است بین دو نقطه که برای تنظیم فاصله زمانی سیر قطارها مشخص می‌شود.

خطوط نرمال:

خطوطی هستند که عرض آنها (فاصله بین دو ریل) ۱۴۳۵ میلیمتر می باشد.

خطوط عریض:

خطوطی هستند که عرض آنها (فاصله بین دو ریل) از ۱۴۳۵ میلیمتر بیشتر می باشد.

باز سازی خط:

عبارت است از تعویض خط و متعلقات مربوطه در محدوده مشخص از مسیر.

بهسازی خط:

عبارت است از ترمیم و رفع نواقص خط آهن که میتواند در زمینه زیرسازی یا روسازی و یا هر دو آنها صورت پذیرد.

تن کیلومتر:

حمل یک تن بار در مسافت یک کیلومتر را تن کیلومتر گویند.

ظرفیت خط:

تعداد ماکزیمم قطارهایی که در یک فاصله زمانی معین (۲۴ ساعته) می تواند از یک مقطع خط (محور) بگذرد.

قابلیت خط:

عبارتست از میزان بار خالص سالانه قابل حمل در یک محور که به تن بیان میشود.

بلاک بحرانی:

بلاکی است که طولانی ترین زمان سیر را به خود اختصاص میدهد.

محموله:

باری است که با یک بارنامه از یک فرستنده از مبداء برای یک گیرنده در مقصد ارسال میگردد.

بارنامه:

سند حملی است که بسته به نوع وسیله حمل و مشخصات فرستنده و گیرنده کالا صادر میشود.

وزن خالص و ناخالص قطار:

وزن خالص - مجموع وزن بار واگنها را بدون احتساب وزن واگنها وزن خالص می نامند.
وزن ناخالص - مجموع وزن بار و وزن واگنها و وزن دیزلهای خاموش یک قطار را بدون احتساب وزن دیزلهای گرم (روشن) وزن ناخالص قطار گویند.

گاباری:

گاباری حداقل حاشیه خارجی موردنیاز اطراف قطار که باید خالی باشد. به تعبیر دیگر حد مجاز ابعاد فضایی است که وسایل نقلیه راه آهن می توانند از آن عبور نمایند.
گاباری بر دو نوع است:

- ۱- گاباری استاتیک - عبارت است از حداقل حاشیه خارجی مورد نیاز اطراف قطار که در هنگام توقف باید خالی باشد و در ایران آن را گاباری بارگیری می نامند.
- ۲- گاباری دینامیک : عبارت است از حداقل حاشیه خارجی مورد نیاز اطراف قطار که در هنگام حرکت باید خالی باشد.

زمانبندی حرکت قطارها:

زمان حرکت هر قطار از مبداء ، ورود به ایستگاههای بین راه ، مدت توقف و خروج از ایستگاه بین راه، و نهایتاً ورود به ایستگاه مقصد را زمانبندی حرکت قطارها گویند.

سرعت متوسط:

مسافت طی شده به مدت زمان سیر را سرعت متوسط گویند.

سرعت فنی:

نسبت مسافت طی شده به جمع مدت زمان سیر و مدت زمان توقف را سرعت فنی گویند.

سرعت بازرگانی:

نسبت مسافت طی شده به مدت زمان تحویل کالا در مبداء و دریافت آن در مقصد ، سرعت بازرگانی نامیده میشود.

تعریف ترافیک:

بهره برداری از تأسیسات ثابت ، مستلزم سیر و حرکت قطارها در خطوط و ایستگاهها است که تحت مقررات و موازین فنی مربوطه انجام میشود . مجموعه ای از فعالیتها شامل برنامه ریزی ، تشکیل و سازماندهی ، قبول ، اعزام ، حرکت ، توقف و ایمنی قطارها در شبکه راه آهن را ترافیک یا بهره برداری فنی گویند.

۱- هدف مدیریت ترافیک

تردد ایمن قطارها در شبکه خطوط و ایستگاههای راه آهن - حداکثر بهره برداری از ظرفیتها (خطوط , نیروی کشش , وسایل نقلیه , نیروی انسانی و ...) - کاهش تاخیرات با حفظ سطح خدمت و اولویت تعیین شده برای انواع سرویسهای باری و مسافری از اهداف مدیریت ترافیک می باشد.

۲- مراحل کار مدیریت ترافیک

- الف : مرحله برنامه ریزی (کنترل مرکزی)
- ب : مرحله اجرایی و عملیاتی (کنترل ترافیک)
- ج : مرحله تحلیل عملکرد (کمیسیونهای گراف)

انواع حمل و نقل با راه آهن:

- حمل و نقل در راه آهن را میتوان بشرح زیر طبقه بندی کرد
- ۱) حمل و نقل محلی : عبارت است از حمل بار و مسافر که در محدوده یک ناحیه یا فواصل نزدیک انجام میشود
- ۲) حمل و نقل ترانزیتی : عبارت است از حمل و نقل بین ۲ یا چند کشور که در کشورهای مسیر درمحمولات واگن دخل و تصرفی بعمل نمی آید
- ۳) حمل و نقل عمومی : عبارت است از حمل بار و مسافر بین شهرهای اصلی یک کشور که معمولا در فواصل دور انجام میشود
- ۴) حمل و نقل احتمالی : که پیش بینی و محاسبه آن قبلا مقدور نمی باشد و بر اثر شرایط و عوامل خاص ضرورت آن ایجاد میگردد

برنامه ریزی و گراف

برنامه:

برای انجام هرکاری هرچند جزئی نیاز به برنامه می باشد ، برنامه یعنی مجموعه عملیات و اقدامات لازم جهت انجام بهینه امور به طوریکه از کلیه امکانات و تجهیزات و زمان و نیروی انسانی یک سازمان استفاده مطلوب بعمل آید.

برنامه ریزی:

برنامه ریزی عبارتست از فرایندی که دارای مراحل مشخص و بهم پیوسته برای تولید یک خروجی منسجم در قالب سیستمی هماهنگ از تصمیمات است.

برنامی ریزی یک فرایند پیوسته است که پس از اتخاذ هر تصمیمی آغاز شده و پس از اجرا آن ادامه می یابد، از جنبه ماهییت ، برنامه ریزی دارای انواع برنامه ریزی فیزیکی، سازمانی ، فرایند مالی و عمومی می باشد.

بطور خلاصه فن تخصیص بهینه منابع محدود به فعالیتهای متعدد را برنامه ریزی می نامند.

از جنبه افق زمانی ، برنامه ریزی را میتوان در قالب برنامه ریزی کوتاه مدت ، میان مدت ، بلند مدت دسته بندی نمود.

بیشتر برنامه ریزی ها بر اساس دیدگاه عقلایی دارای شکل آرمانی و اهداف طرح ها و منابع مورد نیاز می باشد. در این مدلها ابتداء آرمان ها و اهداف سازمانی تعریف شده و سپس طرحها و اقدامات لازم و در نهایت منابع مورد نیاز برای انجام پروژه برآورد می گردد.

برنامه ریزی و تغییر:

تغییر در شرایط محیط ، سیاستها ، نگرشها ، دیدگاهها ، ساختارها، نظامها و عواملی هستند که بر آرمانها و اهداف برنامه ریزی تاثیر گذاشته که در نهایت باعث تغییر برنامه میگردد، در چنین شرایطی امکان دارد برنامه ریزی، ظرفیت و توانایی مقابله با چنین مواردی را نداشته و منجر به شکست گردد ، این شرایط موجب رشد این تفکر شد که در

برنامه ریزی باید بتوان با تغییرات ، جهت حرکت سازمان را تغییر داد و رفتار جدیدی را در پیش گرفت ، این نگرش زمینه ساز ابداع برنامه ریزی استراتژیک شد ، برخلاف برنامه ریزی سنتی که در آن آرمانها و اهداف تعیین میشوند ، در برنامه ریزی استراتژیک هدف تبیین و تدوین استراتژیک است. بسته به نوع و تنوع ماهیت تغییرات موجود در محیط میتوان ترکیبی از برنامه ریزی استراتژیک را بکار برد.

برنامه ریزی حرکت قطارها در راه آهن:

برنامه ریزی حرکت قطارها یکی از مهمترین وظایف سیرو حرکت راه آهن میباشد. کلیه قطارهای مسافری و باری برنامه ای در ساعاتیکه قبلا برنامه آنها تعیین شده از مبدا ، حرکت و سیر خود را در تمام طول مسیر و ایستگاهها طبق ساعات و برنامه تعیین شده ادامه داده و در وقت تعیین شده بمقصد میرسند ، این قبیل پیش بینی حرکت قطارها که به طرق و اشکال مختلفی تهیه و تنظیم میگردد را برنامه حرکت قطارها می گویند.

انواع برنامه ریزی حرکت قطارهای مسافری:

الف - مبتنی بر تقاضای بازار : هدف در این روش افزایش ضریب اشغال صندلی است به همین دلیل مشخصات سرویسها با زمان و تاریخ عوض میشود . این روش برای مسافرین و خدمه قطار پیچیده است زیرا تغییرات آن زیاد است

ب - مبتنی بر عرضه : عبارت است از برنامه ریزی قطارهای مقرر ، معمولاً وقتی تقاضای پایداری برای یک مسیر وجود داشته باشد از این روش استفاده میشود و برای مسافرین و خدمه این روش مناسبتر است و میتوانند بر اساس زمان حرکت قطار برنامه ریزی نمایند

سطوح مختلف برنامه ریزی

برنامه درازمدت : تصمیماتی مانند اینکه چند درصد ظرفیت خط به بار یا مسافر اختصاص یابد و یا اینکه چه سهمی از بازار حمل و نقل به راه آهن اختصاص یابد (برنامه ریزی استراتژیک)

برنامه میان مدت : مانند برنامه فصلی قطارهای مسافری و یا برنامه تعمیرات آلات ناقله (برنامه تاکتیکی)

برنامه کوتاه مدت: مانند تصمیمات روزانه در مورد توزیع واگنهای خالی , تخصیص لکوموتیوها به قطارها و ... (برنامه ریزی عملیاتی)

فواید برنامه ریزی در راه آهن:

- ۱- حداکثر استفاده از وقت بعمل می آید.
- ۲- از نیروی کشش - واگن - خط و همچنین از کلیه مامورین استفاده خدمتی کاملی بعمل خواهد آمد.
- ۳- تا حدود زیادی از بروز سوانح جلوگیری بعمل می آید.
- ۴- از توقف قطارها و از تلاقی های نا صحیح جلوگیری شده و به این ترتیب از مدت سیر قطارها بطور قابل ملاحظه ای کاسته خواهد شد.
- ۵- وجود برنامه موجب میگردد عمل بهره برداری که حاصل فعالیت صنوف مختلف راه آهن میباشد به بهترین وجهی انجام پذیرفته و در نتیجه کلیه کارکنان راه آهن از حاصل فعالیت خود بهره مند گردند ، بدین لحاظ مامورین سیروحرکت موظفند در تنظیم و اجرای برنامه نهایت دقت و مراقبت را بعمل آورند.
- ۶- وجود برنامه باعث میشود کلیه مامورین که با حرکت قطارها در ارتباط میباشند به موقع اقدامات لازم را در مورد تهیه مقدمات تنظیم و تشکیل و اعزام قطارها بعمل آورده و وظایف محوله را به نحو احسن انجام دهند.
- ۷- از نیروی فعال کارمندان فنی استفاده کامل بعمل آمده و از معطلی های بیهوده و اتلاف وقت آنان جلوگیری خواهد شد.
- ۸- مسافرین و مراجعین می توانند وقت و برنامه کار خود را با راه آهن تنظیم نموده و استفاده کاملی به منظور مسافرت و یا حمل کالاهای خود بنمایند
- ۹- اجرای برنامه صحیح رفت و آمد قطارها موجب خواهد شد که از ظرفیت و قابلیت خطوط حداکثر استفاده بعمل آید.

موارد که در برنامه ریزی قطارها باید در نظر گرفت:

- ۱- تعداد لکوموتیوهای در سرویس با در نظر گرفتن نیروی کشش آنها در محورهای مختلف راه آهن.
- ۲- وضع سوختگیری لکوموتیوها و اینکه چه فاصله ای را میتوانند بدون احتیاج به سوخت ادامه سیر دهند.
- ۳- پیش بینی محل سوختگیری مناسب برای لکوموتیوها
- ۴- پیش بینی زمان کافی به منظور انجام تلاقی بطوریکه توقف قطار به حداقل ممکن برسد و حتی الامکان برنامه طوری تنظیم گردد که احتیاجی به سبقت قطار از قطار دیگر نباشد.
- ۵- تعداد خطوط ایستگاهها ، طول مفید آنها از نظر قبول قطارها و همچنین سایر تاسیسات از قبیل خط مثلث ، صفحه دوار ، خطوط فرعی در محوطه های مانوری باید در نظر گرفته شود.
- ۶- مدت تنظیم و تشکیل قطارها باید در نظر گرفته شود. چون در محوطه های مانوری مسطح وقت زیادی برای تنظیم قطارها صرف میشود ، با استفاده از تپه های مانوری میتوان قطارها را در حداقل زمان تنظیم نمود.
- ۷- زمان لازم برای بازدید قطارها در ایستگاههای تشکیلاتی بین راه باید معلوم و مشخص باشد ، در راه آهن های مدرن ترتیبی اتخاذ نموده اند که مامورین بازدید آلات ناقله ، در نقاط پیش بینی شده در موقع ورود در حالیکه قطار در حرکت است ، با داشتن وسایل مجهز ، قطار را از دو طرف بازدید نموده و از توقف اضافی قطارها می کاهند.
- ۸- پیش بینی زمان لازم برای تعمیرات خط و در صورت لزوم بایستی برای تعمیرات کلی هم زمان لازم در نظر گرفته شود تا خط برای رفت و آمد قطارها همواره آماده داشته باشد.
- ۹- علاوه بر مدت سیر قطارها مابین ایستگاهها ، می باید با محاسبه دقیق، زمانی را برای حرکت اولیه و همچنین تقلیل سرعتها بمنظور توقف و یا عبور از ایستگاهها منظور شود.
- ۱۰- نسبت ترمز لازم برای سیر سلامت با سرعت مجاز قطارها باید در نظر گرفته شود تا وقفه ای برای سایر قطارها بوجود نیاید.

۱۱- نوع واگنها از نظر طول ، وزن ، تعداد محور ، نوع محموله بارگیری شده و نیز اشکالاتی که در موقع حمل پیش می آید باید در نظر گرفت.

۱۲- اطمینان کافی در مورد ساعت حرکت قطارها از ایستگاهها و همچنین ورود آنها به ایستگاههای تشکیلاتی میباید همیشه مد نظر باشد ، زیرا سیر مرتب قطارها در اجرای برنامه حمل و نقل تاثیر بسزایی داشته و در اجرای برنامه حرکت قطارها اهمیت فوق العاده ای دارد.

۱۳- در نظر گرفتن زمان لازم در مورد اتصال و انفصال لکوموتیو یا واگنها در نقاطی که ضروری میباشد ، بایستی هرچه میتواند این مدت را تقلیل داده و در بهبود تنظیم و اجرای برنامه حرکت قطارها سعی و کوشش لازم بعمل آورند.

۱۴- تقلیل سرعتهای مدت دار بین ایستگاهها که از طرف اداره خط تعیین میگردد در تنظیم برنامه حرکت قطارها باید در نظر گرفته شود.

۱۵- دقت لازم در گردش واگنها از هر حیث قابل اهمیت میباشد ، بطوریکه در مواقع کمبود بار باید از تعداد واگنهای در سرویس به تعداد لازم کم نموده و از حرکت دادن واگنهای خالی خوداری گردد .

۱۶- وزن و طول قطارها در محورهای مختلف با توجه به شیب و فراز خط و طول مفید خطوط ایستگاهها ، در موقع تنظیم برنامه حرکت قطارها مورد توجه قرار گیرد.

۱۷- در موقع تنظیم برنامه حرکت قطارهای مسافری و باری باید سعی شود هیچگونه نقصی در ورود و خروج قطارها به ایستگاهها نباشد و همیشه در برنامه حرکت قطارهای مسافری باید پیش بینی های لازم بعمل آید تا مسافری بتوانند به آسانی مسافرت خود را با قطارهای دیگر ادامه دهند.

انواع برنامه :

۱- برنامه کتابی :

این برنامه مخصوص کارکنان فنی و سیروحرکت راه آهن می باشد و در آن اطلاعات لازم فنی از قبیل مسافت بین ایستگاهها - حداکثر سرعت مجاز - مدت زمان سیر بین ۲ ایستگاه - ساعت حرکت از مبدا- ساعت ورود به مقصد - زمان ورود و خروج به ایستگاههای بین راه ... مربوط به سیروحرکت قطارها درج می شود.

اداره کل سیر و حرکت- گروه مهندسی کنترل ترافیک مرکزی
برنامه حرکت قطار مسافری تهران-پلنرعباس ۱ و بالعکس از تاریخ ۸۸/۰۳/۱۱ لغایت ۸۸/۰۷/۱۰

قطار شماره: ۸۲۱ روزهای حرکت: همه روزه

مسافت بین دو ایستگاه	نام ایستگاه	حداکثر سرعت	مدت سیر	ورود	توقف	حرکت
۱۳,۳	پلنرعباس	۱۱۰	۱۵	۱۵:۳۰		
۳۶	تشلیب	۱۱۰	۲۵	۱۵:۴۵	۲	۱۵:۴۷
۳۲	تیکر	۱۱۰	۲۰	۱۶:۱۲	۰	۱۶:۱۲
۲۹	قین	۱۱۰	۲۰	۱۶:۳۲	۲	۱۶:۳۴
۲۰	امنطرازی ۶	۱۱۰	۲۰	۱۶:۵۴	۰	۱۶:۵۴
۲۰	زانممود	۱۱۰	۲۶	۱۷:۲۰	۲	۱۷:۲۲
۲۰	امنطرازی ۸	۱۱۰	۱۵	۱۷:۳۷	۰	۱۷:۳۷
۲۲,۵	تزرچ	۱۱۰	۲۱	۱۷:۵۸	۲	۱۸:۰۰
۳۲,۵	چادتر	۱۱۰	۳۵	۱۸:۳۵	۰	۱۸:۳۵
۲۲,۵	که	۱۱۰	۲۲	۱۸:۵۷	۰	۱۸:۵۹
۳۰,۶		۱۱۰	۲۵		۲	۱۸:۵۹

قطار شماره: ۸۲۰ روزهای حرکت: همه روزه

کیلومتر از	نام ایستگاه	حداکثر سرعت	مدت سیر	ورود	توقف	حرکت
۰	تهران	۸۰	۱۴	۱۳:۰۴		۱۳:۵۰
۱۰	تپه سفید	۸۰	۱۰	۱۳:۰۴	۰	۱۳:۰۴
۲۱	اسلامشهر	۱۲۰	۱۶	۱۳:۱۴	۰	۱۳:۱۴
۴۳	فردنگاه ۱	۱۲۰	۳۰	۱۳:۳۰	۲۰	۱۳:۵۰
۹۶	نمکزار	۱۲۰	۳۰	۱۴:۲۰	۰	۱۴:۲۰
۱۴۴	محمدیه	۸۰	۱۴	۱۴:۵۰	۵	۱۴:۵۵
۲۱۳	شوراب	۱۲۰	۲۲	۱۵:۰۹	۰	۱۵:۰۹
۲۴۵	دهنار	۱۲۰	۲۲	۱۵:۳۱	۰	۱۵:۳۱
۲۷۸	کاشان	۱۲۰	۲۲	۱۵:۵۳	۱۰	۱۶:۰۳
۳۱۰	سرخ گن	۱۲۰	۲۲	۱۶:۲۵	۰	۱۶:۲۵

(نمونه برنامه کتابی)

۲- برنامه کتابی اختیاری:

این برنامه برای قطارهای فوق العاده و اضافی که در زمانهای خاص یا شرایط ویژه و یا بر اثر ازدیاد بار و مسافر تشکیل و اعزام می شوند ، تهیه می شود.

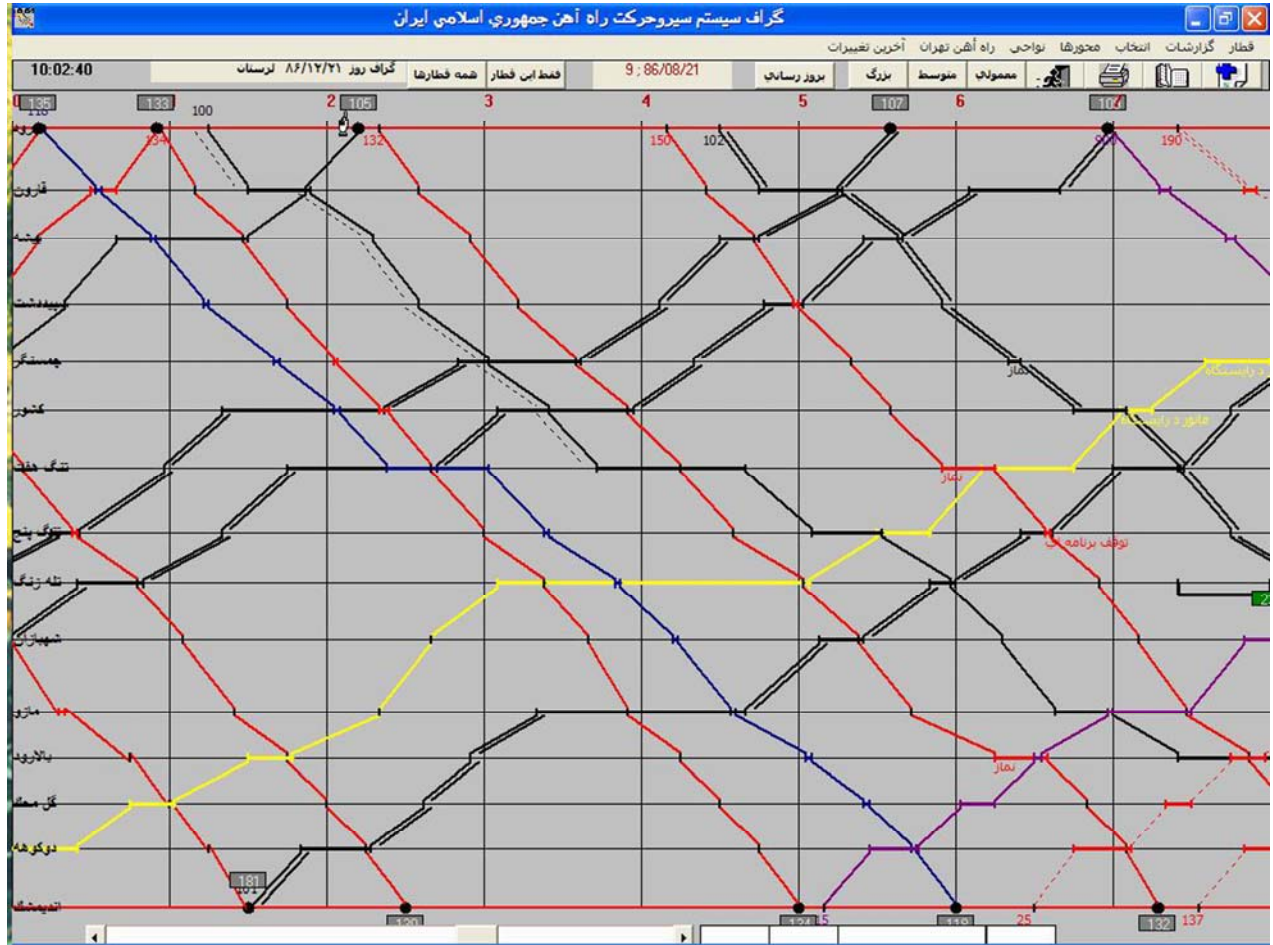
۳- برنامه عمومی:

این برنامه جهت مشتریان راه آهن و مسافرین تهیه می شود و بصورت تابلو ، بروشور، پوستر ، آگهی روزنامه یا دفترچه راهنما جهت اطلاع و آگاهی مشتریان تهیه می شود.

۴- برنامه هندسی (گراف) :

این برنامه مخصوص کارکنان متخصص سیروحرکت می باشد. در برنامه هندسی حرکت وسیر کلیه قطارهای مسافری و باری و سایر وسائط نقلیه ریلی ترسیم و براساس قاعده

خاصی ثبت می گردد. برنامه هندسی (گراف) در راه آهن اهمیت بسزایی داشته و کاربرد فراوانی دارد

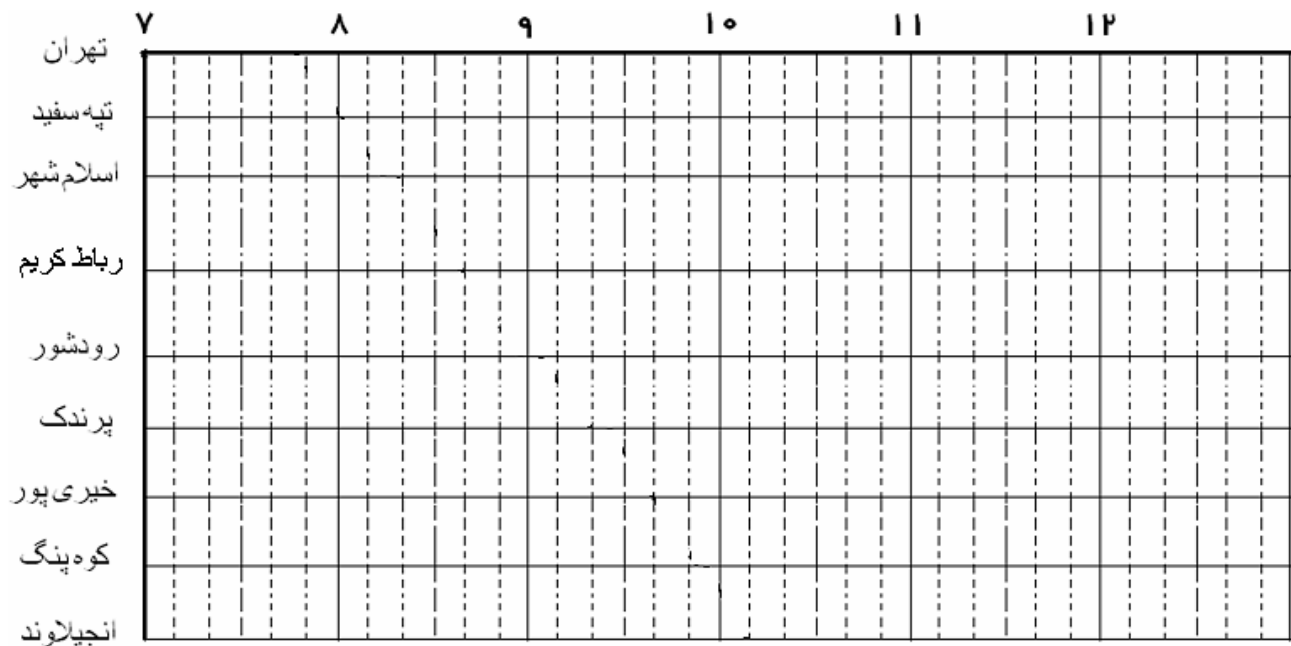


(نمونه گراف)

تعریف گراف (نمودار حرکت قطار) :

گراف نمودار ۲ بعدی است که در آن محور افقی نشانگر زمان و محور عمودی نشانگر مکان یا مسافت می باشد. محور افقی (زمان) به ۲۴ قسمت مساوی تقسیم میشود که هر قسمت نشاندهنده ۱ ساعت از زمان می باشند برای سهولت رسم گراف و همچنین سهولت در خواندن گراف هر یک ساعت را به ۶ قسمت مساوی تقسیم می نمایند که هر قسمت ۱۰

دقیقه از زمان را نشان می دهد در محور عمودی ایستگاهها نشان داده می شود و فاصله آنها در گراف به تناسب مسافت بین ایستگاهها متغیر می باشد .



کاربرد گراف:

در راه آهن ، گراف برای برنامه ریزی ، نظارت و پیگیری سیر و حرکت قطارها و وسائط نقلیه ریلی مورد استفاده قرار می گیرد.

- در کنترل مرکزی از گراف جهت برنامه ریزی (گراف مادر) و نظارت و پیگیری (گراف عملیاتی) استفاده میشود .

- در کنترل ناحیه از گراف جهت برنامه ریزی تلافی و سبقت و همچنین برای نظارت بر سیر قطارها استفاده میشود.

- در کمیسیون گراف ناحیه که متشکل از معاون فنی و روسای ادارات فنی میباشد از گراف جهت نظارت و پیگیری موارد مربوط به سیر قطارها و مسائل بوجود آمده در طول ۲۴ ساعت گذشته استفاده میگردد.

نمودار حرکت قطارها باید جوابگوی مسائل زیر باشد

- ۱) تامین برنامه حمل و نقل بار و مسافر
- ۲) تامین امنیت حرکت قطارها در ایستگاهها و مسیرها
- ۳) بهترین بهره برداری از واگنها و لکوموتیوها
- ۴) هماهنگی کار ایستگاهها و بهترین استفاده از ظرفیت خط
- ۵) تنظیم کار مامورین موظف قطارها
- ۶) نشاندهنده سرعت قطارها در بلاک مدت اشغال بلاک توسط هر قطار و مدت توقف هر قطار در ایستگاهها

انواع گراف از نظر کاربرد :

۱- گراف برنامه (گراف مادر) :

گرافی است که در کنترل مرکزی (اداره کل سیر و حرکت) قبل از اجرای برنامه حرکت قطارها تهیه و در آن سیر کلیه قطارهای مسافری یک محور ترسیم می گردد. درگراف مادر سیر قطارها، زمان ورود و خروج هر قطار به ایستگاههای مسیر، مدت توقف هر قطار در ایستگاه - برنامه نماز - آبیگری - سوختگیری و کلیه موارد دیگر بطور دقیق مشخص می گردد در هر گراف تعدادی قطار نیز برای ایام خاص مذهبی و ملی پیش بینی و گراف آنرا ترسیم می نمایند تا در موقع لزوم مورد استفاده قرار گیرد. گراف مادر بصورت فصلی تهیه و جهت اجرا به نواحی راه آهن ابلاغ می گردد.

گراف مادر در طول سال ۴ نوبت برای برنامه سیر قطارهای مسافری ترسیم میشود.

۱- برنامه نوروزی معمولاً از ۲۵ اسفند لغایت ۱۶ فروردین میباشد.

۲- برنامه بهاری معمولاً از ۱۷ فروردین لغایت ۲۰ خرداد.

۳- برنامه تابستانی معمولاً از ۲۱ خرداد لغایت ۱۵ مهر.

۴- برنامه زمستانی معمولاً از ۱۶ مهر لغایت ۲۴ اسفند.

۲- گراف عملیاتی :

گرافی است که در آن سیر کلیه قطارهای مسافری و باری و سایر وسائط نقلیه ریلی ثبت می گردد و همزمان با سیر قطار و مشخص شدن زمان ورود و خروج هر قطار به ایستگاه ترسیم آن ادامه می یابد.

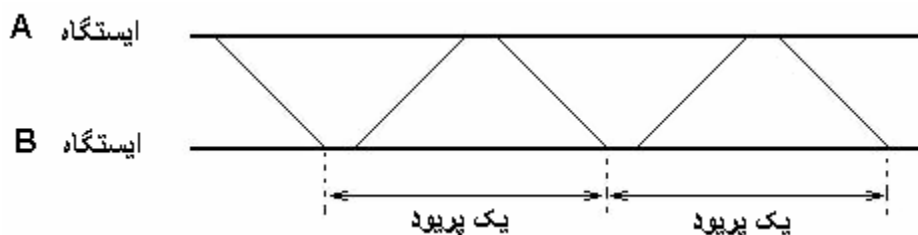
در حقیقت گراف عملیاتی گرافی است که در آن سیر قطارها و زمان ورود و خروج اجرا شده هر قطار به ایستگاههای مسیر ثبت و ترسیم می شود. گراف عملیاتی بصورت روزانه بوده و در ساعت ۲۴ هر شب با تکمیل آن گراف جدید جایگزین و گراف تکمیل شده جهت بررسی در اختیار کمیسیون گراف قرار داده می شود.

نکته - گراف ایستگاهها نیز که توسط متصدی کشیک هر ایستگاه ترسیم می شود گراف عملیاتی محسوب می شود و تفاوت آن با گراف کنترل ناحیه در تعداد بلاکهای آن می باشد.

گراف کنترل شامل کلیه ایستگاههای یک ناحیه می باشد که در آن سیر قطارهای مسافری باری و سایر وسائط نقلیه ریلی رسم می گردد ولی در گراف ایستگاه زمان ورود خروج قطارها و وسائط نقلیه ریلی به یک ایستگاه و سیر آنها در بلاکهای طرفین آن ایستگاه ترسیم می گردد.

پریود:

مدت زمان لازم جهت رفت و برگشت یک قطار بین دو ایستگاه مجاور را پریود می نامند



تار نمودار :

در گراف خطوط موربی که نشان دهنده سیر قطار می باشند (تار نمودار) نامیده می شوند

شیب تار بیانگر سرعت قطار می باشد. هرچه زاویه ای که تار نمودار با محور افقی گراف می سازد بیشتر باشد نشان دهنده سرعت بیشتر قطار می باشد و هرچه این زاویه کوچکتر باشد بیانگر سرعت پایین قطار می باشد.

انواع گراف از نظر تار نمودار

۱- نمودار موازی : نموداری که تمام تارهای آن با هم موازی باشند نمودار موازی می نامند. این حالت به معنی آن است که سرعت تمام قطارها یکسان می باشند . در این نوع از گراف دو قطار با هرفاصله زمانی از مبدا حرکت کنند باهمان فاصله زمانی به مقصد میرسند

۲- نمودار غیرموازی : در این نمودار تارها نسبت به هم موازی نیستند و شیب تارها با هم متفاوت است و این بدان معناست که سرعت حرکت قطارها با هم مساوی نیست .

رسم گراف :

برای رسم گراف ، زمان حرکت یک قطار در محل تلاقی محور افقی (زمان) و خط مربوط به ایستگاه مشخص و زمان رسیدن آن به ایستگاه بعدی نیز در محل تلاقی محور زمان و خط ایستگاه بعدی مشخص می شود و سپس این ۲ نقطه به هم وصل می گردد.

نمایش حرکت قطارها در گراف همواره بصورت خطوط مورب (تار نمودار) که از سمت چپ گراف به سمت راست آن امتداد می یابند ترسیم می شود. شیب تار نمودار بستگی به سرعت قطارها دارد .

سیر قطارها از ۲ قسمت در گراف ترسیم می شوند قطارهایی که از تهران دور می شوند (قطارهای زوج) از قسمت بالای گراف شروع و به سمت پایین ادامه می یابند. قطارهایی که به تهران نزدیک می شوند (قطارهای فرد) از قسمت پایین گراف شروع و به سمت بالای گراف ادامه می یابند.

قطارهای زوج و فرد از ۲ نقطه مقابل به سمت هم حرکت می کنند در یک نقطه به هم خواهند رسید اگر حرکت قطار در محور یک خطه باشد الزاماً یکی از قطارها می بایست در یکی از ایستگاهها متوقف و منتظر رسیدن قطار روبرو باشد (تلاقی ۲ قطار) در این حالت مدت توقف قطار اول بصورت خط افقی در روی خط مربوط به ایستگاهی که در آن متوقف شده است رسم خواهد شد. هم چنین اگر لازم باشد قطاری از قطار دیگر سبقت بگیرد توقف قطار اول بر روی خط مربوط به ایستگاهی که در آن توقف نموده بصورت افقی ترسیم می گردد.

با توجه به اینکه در راه آهن انواع قطارها و وسائط نقلیه ریلی از قبیل قطارهای مسافری ، باری ، زیرکوب ، سرند ، رگلاتور، درزین تردد می نمایند برای تشخیص آنها از همدیگر در گراف ، از خطوط مختلف و رنگهای متفاوت استفاده می شود.

قواعد رسم گراف :

در گراف عملیاتی ، برای رسم انواع وسائط نقلیه ریلی اصول و قواعدی وجود دارد که در ترسیم گراف سیر قطارها رعایت آنها الزامی است . رعایت اصول رسم گراف موجب میشود که نظارت و پیگیری سیر قطارها به سهولت انجام شود و انواع مختلف وسائط نقلیه ریلی به راحتی در گراف از هم تمیز داده شوند برای رسم سیر قطارها در گراف بسته به نوع قطار و تعداد دیزلهای گرم و سرد آن از خطوط و رنگهای مختلفی استفاده میشود که هر کدام مبین نوع خاصی از وسائط نقلیه است که سیر آنها در گراف ثبت میشود. همچنین در گراف همواره قطارهای زوج از بالای گراف به سمت پایین و قطارهای فرد از قسمت پایین گراف به سمت بالا ترسیم می شوند.

انواع وسائط نقلیه ریلی :

برای اینکه کار ترسیم گراف و خواندن و بررسی آن راحت تر و به سهولت انجام شود وسائط نقلیه ریلی را به گروههای مختلفی تقسیم می نمایند که هرکدام از آنها با خطوط و رنگهای متفاوت و خاصی رسم میشوند . وسائط نقلیه ریلی به سه گروه عمده تقسیم میشوند که عبارتند از :

الف - قطارهای مسافری

ب - قطارهای باری

ج - سایر وسائط نقلیه ریلی

الف - قطارهای مسافری :

قطارهای مسافری قطارهایی هستند که صرفاً جهت جابجایی مسافرین و توشه آنها تشکیل و اعزام می شوند. قطارهای مسافری خود انواع مختلفی دارند که با توجه به درجه سالنها و مبدا و مقصد قطارها به چهارگروه عمده زیر تقسیم میشوند:

۱- قطارهای مسافری سریع

۲- قطارهای عادی

۳- قطارهای محلی

۴- قطارهای حومه ای

۱- قطارهای مسافری سریع :

قطارهای سریع شامل قطارهای فوق العاده ، اکسپرسها و خودکششها (توربو ترن و ترنست) میشوند که در طول مسیر در تعداد خاصی از ایستگاهها جهت اقامه نماز ، آبگیری ، سوختگیری ، بازدید و ... توقف مینماید و از سایر ایستگاهها بدون توقف عبور مینماید اینگونه قطارها در طول مسیر مسافرگیری ندارند و فاصله مبدا - مقصد آنها معمولاً بیش از ۴۰۰ کیلومتر است و گاه از چندین استان و شهرستان بزرگ عبور مینمایند مانند قطار تهران - تبریز ، ترنست تهران - مشهد.

۲- قطارهای عادی :

قطارهایی هستند که در همه ایستگاههای مسیر توقف دارند و مسافرین سواری پیاده میشوند. این قطارها در بین راه سهمیه مسافر و فروش بلیط دارند و مدت زمان سیر آنها از مبدأ تا مقصد بیشتر از قطارهای سریع میباشد این قطارها نیز از نظر مسافت مبدا - مقصد همانند قطارهای سریع هستند و از چندین استان و شهرستان عبور مینمایند مانند قطار عادی تهران - مشهد ، قطار عادی تهران - اهواز

۳- قطارهای محلی:

قطارهایی هستند که از لحاظ سیر همانند قطارهای عادی میباشند یعنی در اکثر ایستگاههای مسیر جهت سواری پیاده کردن مسافر توقف مینمایند ولی فاصله مبدأ تا مقصد نهایی معمولاً "کمتر از ۴۰۰ کیلومتر میباشد مانند قطار محلی تهران - فیروزکوه، قطار محلی تهران - سمنان

۴- قطارهای حومه ای:

قطارهایی هستند که معمولاً فقط در کلانشهرها تشکیل و اعزام میشوند و معمولاً "جهت جابجایی کارمندان دانشجویان و کارگران و ... مورد استفاده قرار میگیرند برنامه سیر این قطارها طوری تنظیم میشود که قبل از شروع ساعات کار ادارات و کارخانجات و دانشگاهها به کلانشهرها ورود نمایند و معمولاً "پس از پایان ساعات کار ادارات از کلانشهرها به سمت شهرکهای اطراف اعزام میشوند مانند قطار حومه ای تهران - پیشوا یا قطار حومه ای تهران - پرند

ب- قطارهای باری :

قطارهایی که از اتصال چندین واگن باری تشکیل و جهت جابجایی بار مورد استفاده قرار میگیرند .

با توجه به تنوع بار، واگنها مختلفی وجود دارند که هرکدام از آنها جهت بارگیری محمولات خاصی مورد استفاده قرار میگیرند مانند واگن مخزن دار که مخصوص حمل مایعات و مواد نفتی میباشد یا واگن لبه بلند که مخصوص حمل مواد معدنی و فله ای میباشد و ...

قطارهای باری نیز دارای انواع مختلفی به شرح ذیل میباشد :

۱- قطار باری مستقیم

۲- قطار باری معمولی

۳- قطار باری عملیات

۴- قطار باری نجات

۱ - قطار باری مستقیم :

قطارهایی هستند که با توجه به نوع قراردادی که صاحب کالا با راه آهن منعقد می نماید با کمترین توقف در ایستگاههای تشکیلاتی مسیر از مبدأ تا مقصد بطور مستقیم سیر می نمایند مانند قطار باری مستقیم ری - مشهد یا باری مستقیم آپرین - بندرعباس .
قطارهای باری حامل کالای خطرناک همواره بطور مستقیم حمل میشوند.

۲ - قطار باری معمولی

قطارهایی هستند که در یک ایستگاه تشکیلاتی تشکیل و تا ایستگاه تشکیلاتی بعدی سیر مینماید و ممکن است از مبدأ تا مقصد چندین بار آرایش و سازمان آنها تغییر نماید مانند قطار باری آپرین - سمنان و آپرین - کاشان

۳ - قطار باری عملیات

این قطارها در داخل یک ناحیه تشکیل و اعزام میشوند و مقصد آنها حداکثر تا مرز ناحیه خواهد بود و معمولاً "برای کارهای عملیاتی از قبیل حمل واگنهای متوقف در طول خط ، حمل مصالح ، حمل و تخلیه بالاست و ... استفاده میشود چون این قطارها در ایستگاههای مسیر اقدام به مانور و عملیات اتصال یا انفصال واگن مینمایند معمولاً "غیر از رئیس قطار حداقل یک نفر (یا بیشتر) مامور مانور نیز با قطار اعزام میشوند.

۴ - قطار نجات

این قطارها فقط در زمان وقوع سوانح یا حوادث غیر مترقبه که موجب مسدودی یا خرابی خط میشوند تشکیل و به محل سانحه یا حادثه اعزام میشوند این قطارها شامل جرثقیل ، واگن بالاست ، کوبلاژ و ... می باشد

ج - سایر وسائط نقلیه ریلی :

در راه آهن غیر از قطارهای مسافری و باری وسائط نقلیه ریلی دیگری نیز تردد مینمایند که غالباً "ماشینهای مکانیزه خطی میباشند این وسائط عبارتند از: سرند - زیرکوب - سوزنکوب - رگلاتور - درزین و ...

اولویت قطارها جهت سیر در گراف:

جهت برنامه ریزی و نظارت بر سیر قطارها در مرکز هر ناحیه واحدی به نام کنترل وجود دارد که متصدی مربوطه بنام کنترلر وظیفه برنامه ریزی جهت سیر قطارها و تعیین تلاقی و سبقتها را برعهده داشته و با توجه به گراف موارد مربوطه را تعیین و جهت اجرا به ایستگاههای طولخط اعلام مینمایند اولویت سیر قطار در گراف براساس نوع آنها بشرح ذیل می باشد

۱) اولویت اول قطارهای مسافری

۲) اولویت دوم قطارهای باری

۳) اولویت سوم سایر وسائط نقلیه ریلی

۱ - اولویت در قطارهای مسافری

۱) قطارهای حومه ای

۲) قطارهای سریع

۳) قطارهای عادی

۴) قطار محلی

۲ - اولویت در قطارهای باری

۱) قطار باری نجات

۲) قطار باری مستقیم یا برنامه ای

۳) قطار باری معمولی

۴) قطار باری عملیات

۳ - سایر وسائط نقلیه ریلی (سرند ، زیرکوب ، درزین) نسبت به هم ارجحیت و اولویت خاصی ندارند و با توجه به برنامه تعیین شده اولویت آنها توسط اداره سیر و حرکت و کنترل تعیین میگردد.

نکته ۱: اولویت قطارهای حومه ای نسبت به قطارهای سریع به جهت لزوم رسیدن به موقع قطار به مقصد که اکثراً "ازقشر کارمند و کارگر و دانشجو میباشد از طرف راه آهن تعیین و ابلاغ شده است

نکته ۲: در زمان سانحه و یا وقوع حوادث قهریه که موجب مسدودی بلاک میشود قطارنجات به کلیه قطارهای مسافری و باری اولویت خواهدداشت
نکته ۳: در شرایط یکسان که قطارها از نظر نوع و سازمان اولییتی نسبت به هم ندارند ، اولویت با قطاری است که به سمت تهران سیر مینماید (قطار فرد)

انواع توقف قطار در راه آهن:

در طول سیر یک قطار از مبدا تا مقصد عوامل مختلفی وجود دارند که موجب توقف قطار در ایستگاه یا بلاک میشوند که اهم آنها عبارتند از :
تلاقی - سبقت - نرسیدن قطار به ایستگاه بعدی - آگیری - سوختگیری - بازدیدفنی - تعویض لکوموتیو یا مامور - سوار و پیاده شدن مسافر - نماز - مسدودی خط - خرابی لکوموتیو یا واگن - خرابی علائم - تشریفات گمرکی - سانحه

نحوه ترسیم گراف وسائط نقلیه در راه آهن ایران:

الف گراف مکانیزه: در راه آهن ایران ترسیم گراف حرکت وسائط نقلیه ریلی با کامپیوتر توسط کنترلرها انجام میشود و بندرت از گراف دستی استفاده می گردد.
برای نمایش وسائط نقلیه ریلی روی گراف از رنگهای مختلفی استفاده میشود، مفهوم رنگها بشرح زیر میباشد.

۱- قطارهای باری	با رنگ مشکی	نمایش داده میشود
۲- " " مستقیم	" سبز	" " "
۳- " " عملیات (بالاست)	" نارنجی	" " "

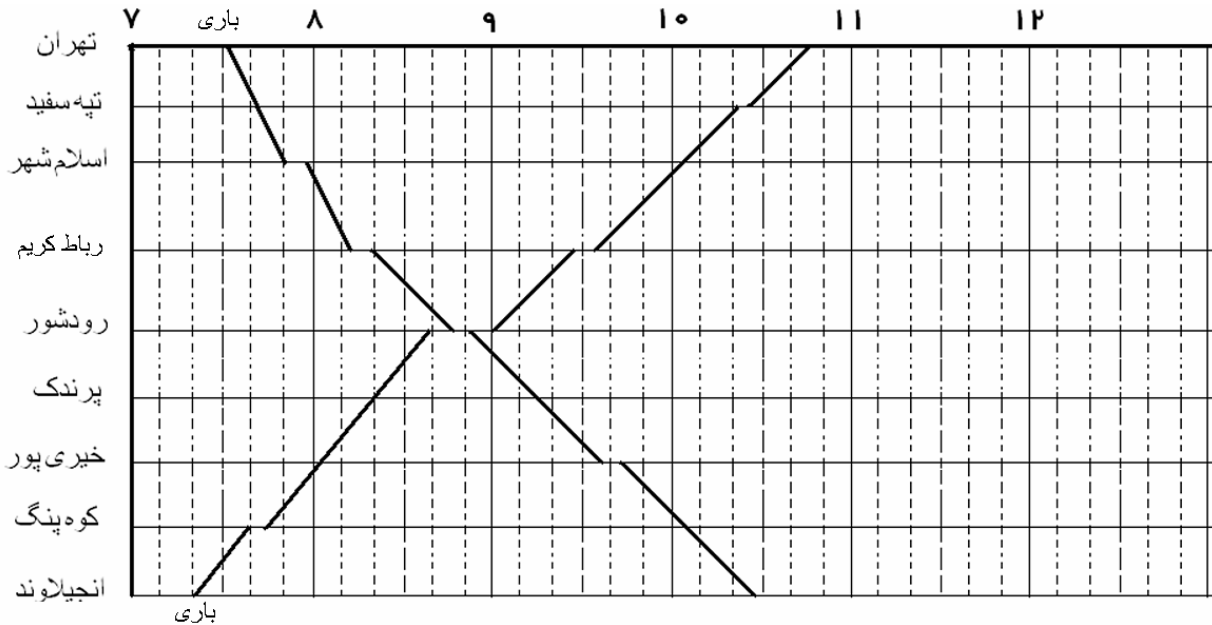
"	"	"	زرد ممتد	"	عملیات معمولی	"	"	۴-
"	"	"	سبز روشن	"	نجات	"	"	۵-
"	"	"	قرمز	"	مسافری سریع	"	"	۶-
"	"	"	آبی	"	مسافری عادی	"	"	۷-
"	"	"	بنفش	"	مسافری محلی	"	"	۸-
"	"	"	مشکی خط چین	"	دیزل منفرد	"	"	۹-
"	"	"	قرمز خط چین	"	درزین	"	"	۱۰-
"	"	"	بنفش خط چین	"	ماشین آلات خط	"	"	۱۱-
"	"	"	قرمز ممتد	"	۱۲- مسدودی خط در مسیرهای یک خطه	"	"	
"	"	"	قرمز ممتد	"	۱۳- مسدودی خط در مسیرهای دو خطه بلاک فرد	"	"	
"	"	"	زرد ممتد	"	۱۴- مسدودی خط در مسیرهای دو خطه بلاک زوج	"	"	
"	"	"	زردخردلی	"	۱۵- قطارهای ترن ست و تربوترن	"	"	

ب گراف دستی: در گراف دستی برای اینکه بتوان قطارهای باری و مسافری و سایر وسائط نقله را از هم تشخیص داد بر اساس اصول و قواعد خاصی و با استفاده از خطوط مختلف و رنگهای متفاوت سیر قطارها را رسم می نمایند.

- ۱- قطارهای مسافری سریع قرمز ممتد
- ۲- " " عادی، محلی و حومه ای آبی ممتد
- ۳- " " باری مستقیم سبز ممتد
- ۴- " " باری معمولی مشکی ممتد
- ۵- " " باری عملیات مشکی دانه دانه
- ۶- " " باری نجات و کالاهای خطرناک مشکی و قرمز ممتد
- ۷- سایر وسائط نقلیه ریلی قرمز خط چین

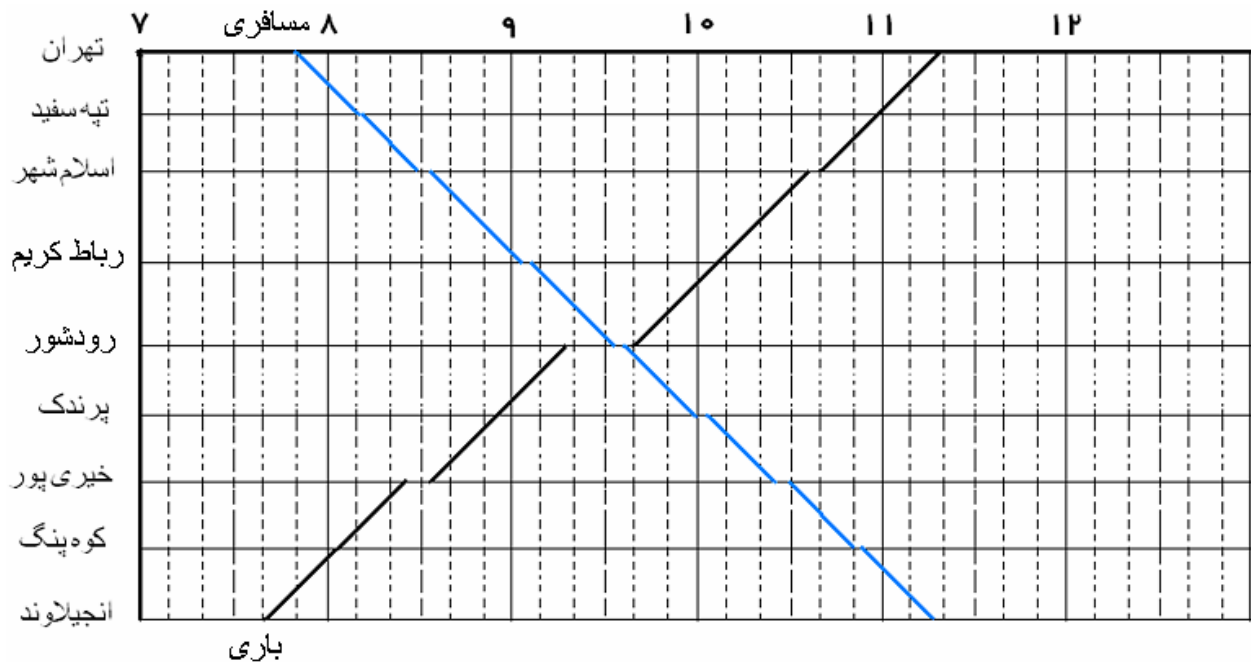
برای تشخیص نحوه رسم گراف ، چند نمونه از گراف حرکت قطارها ارائه میگردد.
 ۱- تلاقی قطار باری با قطار باری در راه آهن یک خطه.

در تلاقی زیر هر دو باری متوقف و سپس به سیر خود ادامه میدهند.



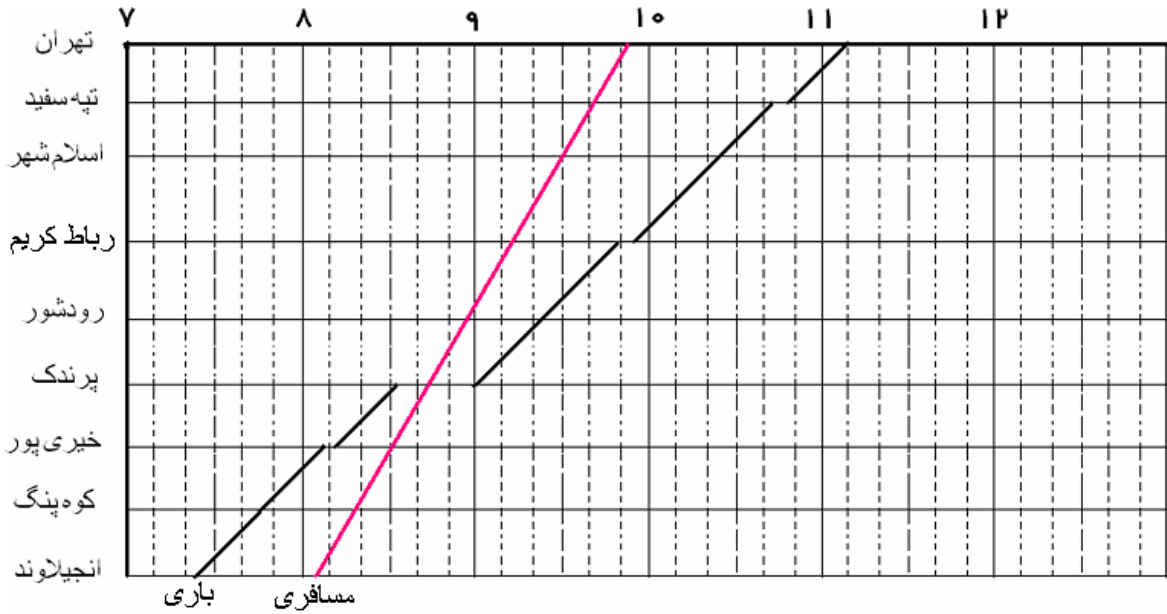
۲- تلاقی قطار باری با قطار مسافری عادی در راه آهن یک خطه.

در تلاقی زیر قطار باری متوقف شده و پس از رسیدن و اعزام مسافری عادی ، قطار باری اعزام شده است.



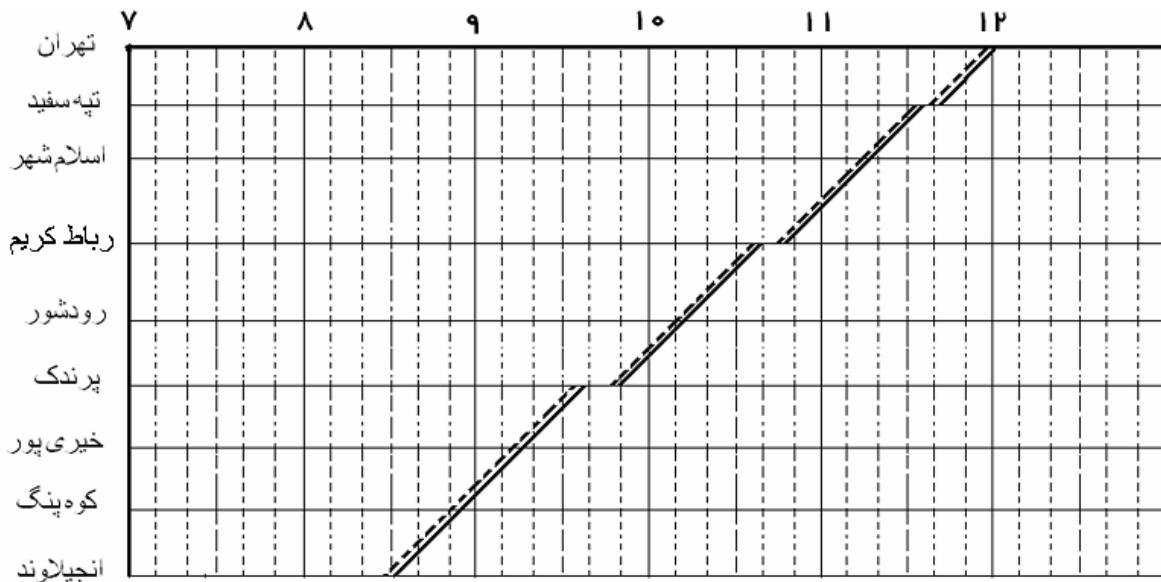
۳- سبقت قطار مسافری از قطار باری در راه آهن یک خطه.

قطار باری متوقف شده است و قطار مسافری سریع السیر از آن سبقت میگیرد.

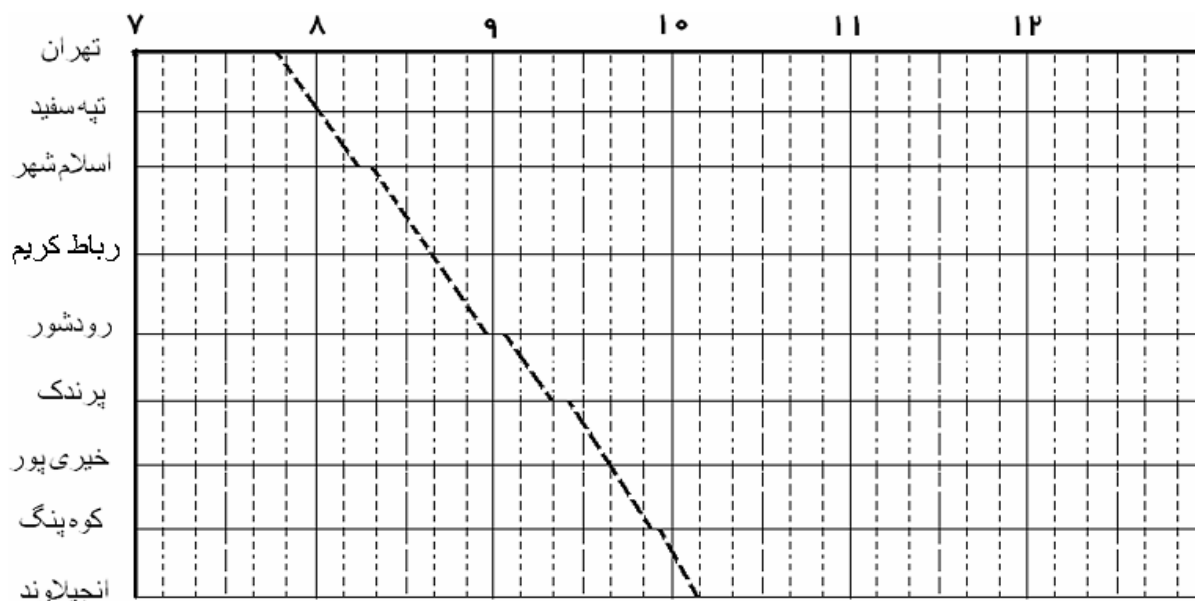


۴- قطار باری دوبله دیزل (با دو لکوموتیو) در راه آهن یک خطه.

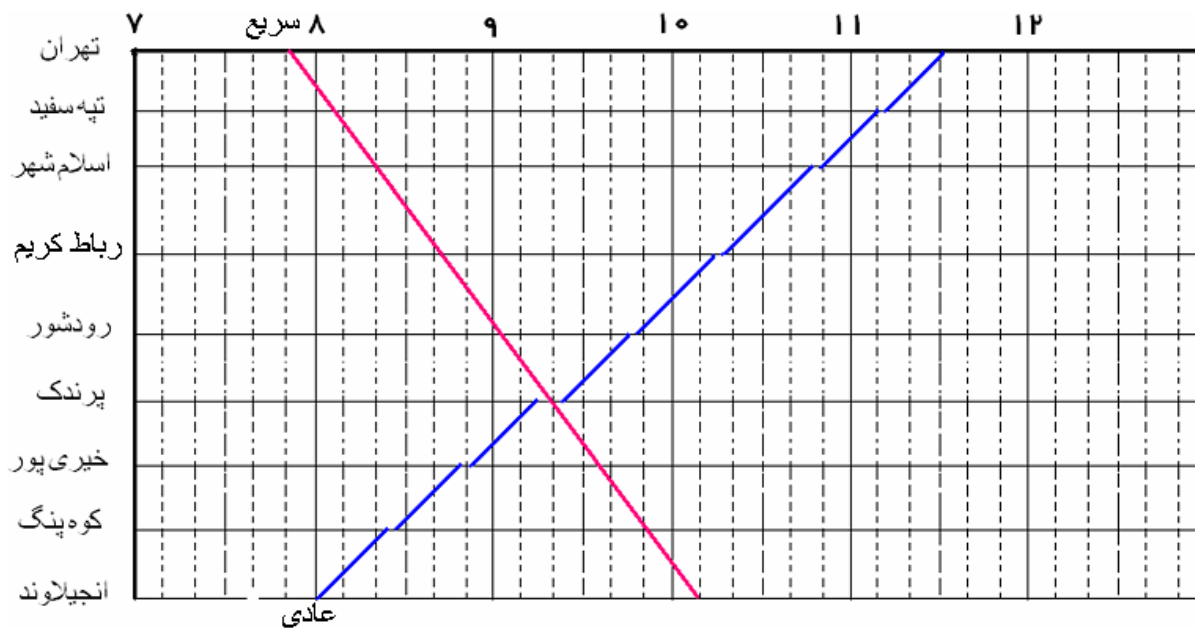
قطار باری دارای دو لکوموتیو میباشد که یکی از آنها گرم و دیگری سرد می باشد. لکوموتیو گرم به لکوموتیوی گفته میشود که از نیروی کشش آن می توان استفاده نمود و لکوموتیو سرد به لکوموتیوی گفته میشود که نمیتوان از نیروی کشش آن استفاده گردد (وقتی که لکوموتیو خاموش گردد به آن سرد می گویند)



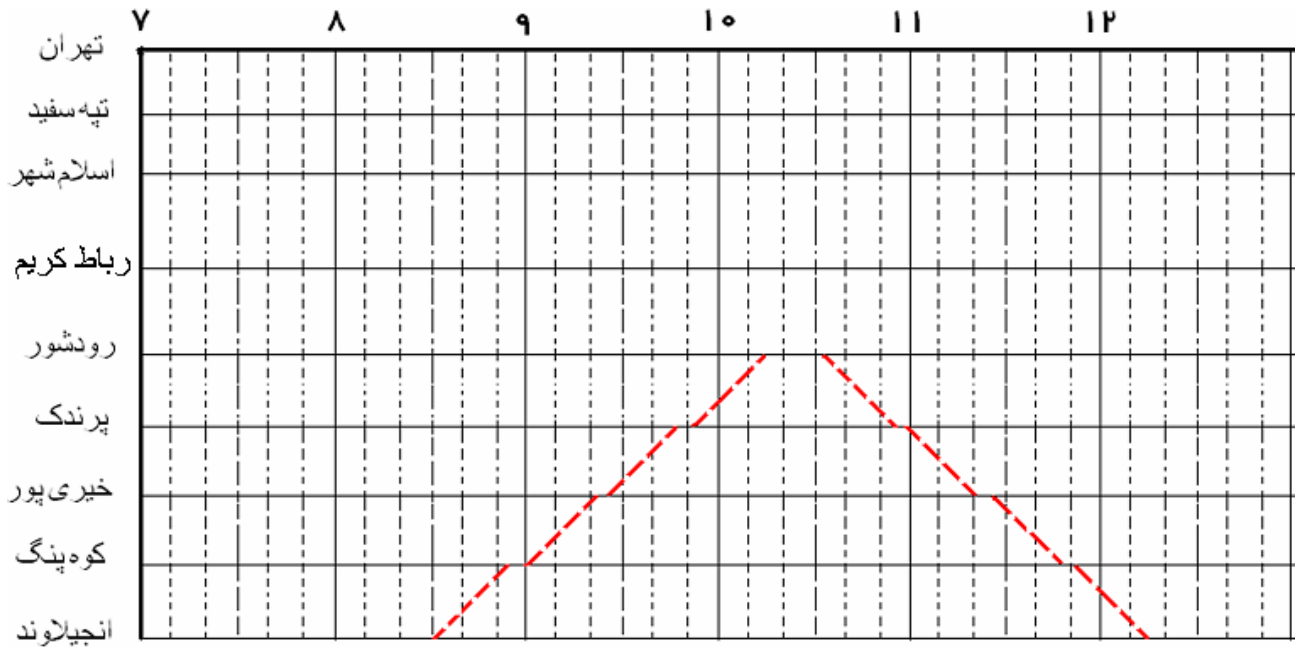
۵- اعزام دیزل (لکوموتیو) منفرد در راه آهن یک خطه.
 زمانی که لکوموتیو را به تنهایی در طول خط حرکت دهیم به آن لکوموتیو منفرد گفته میشود.



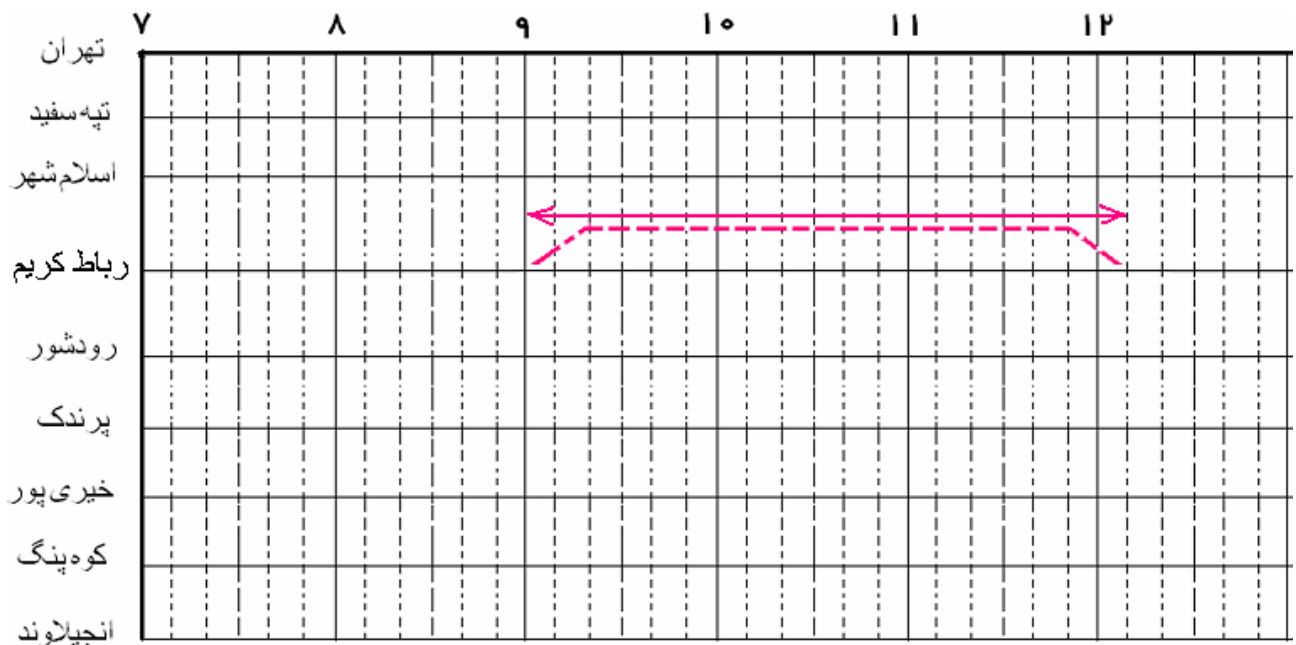
۶- تلاقی قطار مسافری سریع السیر با قطار مسافری عادی در راه آهن یک خطه.
 در تلاقی زیر قطار مسافری عادی متوقف گردیده و قطار مسافری سریع السیر بصورت عبوری ادامه سیر داده است..



۷- اعزام درزین در راه آهن یک خطه
در گراف زیر درزین در تمام ایستگاه ها توقف داشته است.

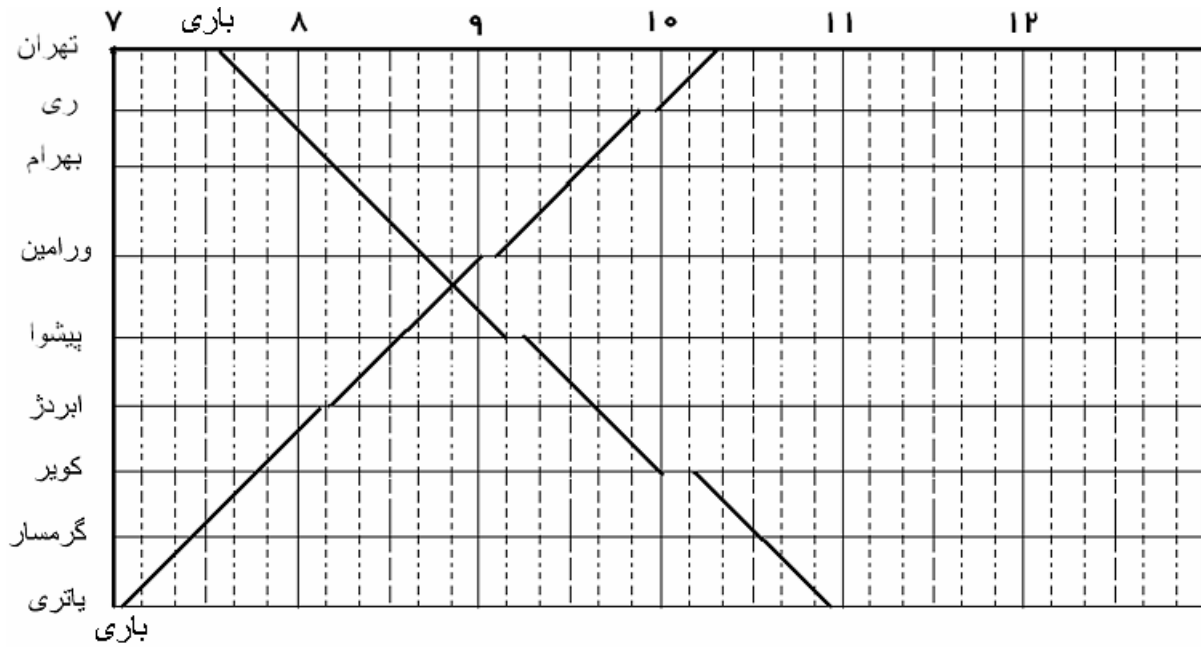


۸- مسدودی خط و استفاده درزین از مسدودی خط
در گراف زیر خط بین دو ایستگاه رباط کریم و اسلام شهر مسدود می باشد و درزین از
مسدودی استفاده نموده و به ایستگاه قبلی مراجعت نموده است.



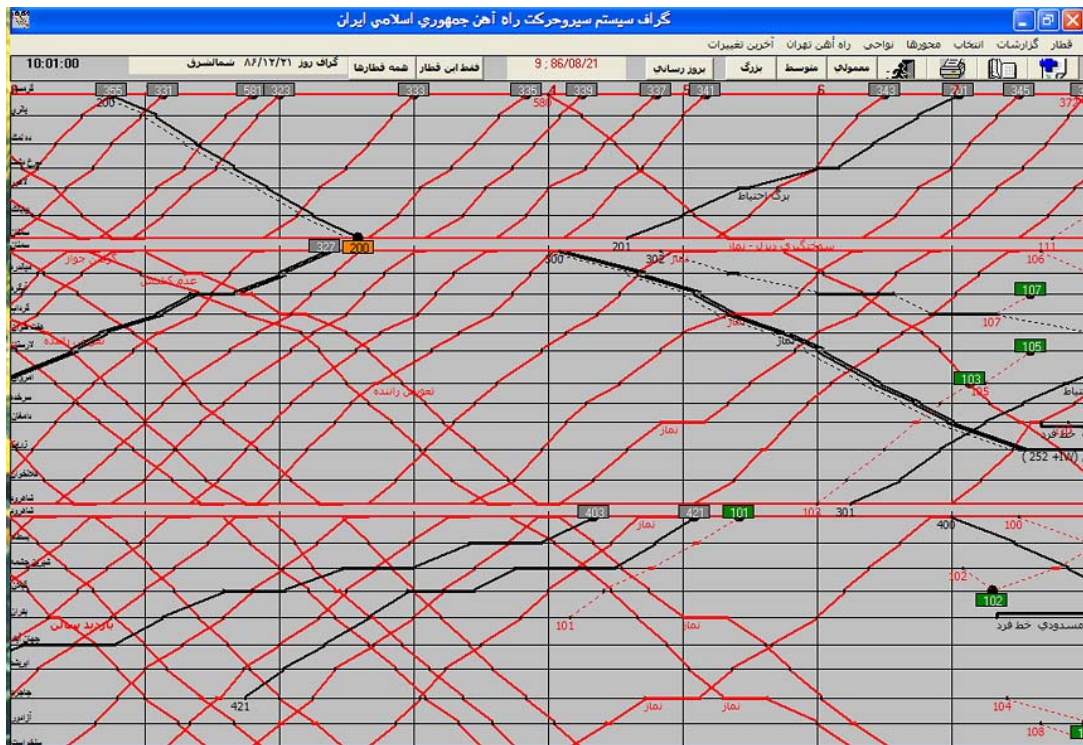
۹- گراف دو قطار باری در راه آهن دوخطه

در گراف زیر حرکت دو قطار باری در راه آهن دوخطه نشان داده میشود.



۱۰- گراف عملیاتی

در شکل زیر یک گراف عملیاتی در قسمتی از مسیر تهران - مشهد (راه آهن دو خطه) نشان داده میشود.



امداد قطار:

زمانیکه یک قطار اعم از مسافری یا باری و یا سایر وسائط نقلیه ریلی به علت خرابی دیزل یا عدم کشش قادر به ادامه سیر نباشد و در بلاک متوقف شود لازم است به منظور آزاد نمودن بلاک دیزل دیگری جهت حمل قطار در راه مانده اعزام شود. اعزام دیزل به بلاک مسدود جهت حمل قطار مانده در راه را امداد قطار می گویند.

انواع امداد قطار :

۱ - اعزام دیزل از مقصد و حمل قطار به مقصد

۲ - اعزام دیزل از مقصد و حمل قطار به مبدا

۳ - اعزام دیزل از مبدا و حمل قطار به مقصد

۴ - اعزام دیزل از مبدا و حمل قطار به مبدا

کنترل هر ناحیه با توجه به شرایط بلاک و وضعیت ایستگاه مبدا و مقصد یکی از حالت‌های امداد را انتخاب و جهت اجرا به ایستگاه مربوطه ابلاغ می نماید.

پارامترهای موثر در امداد:

برای تصمیم گیری جهت چگونگی اعزام امداد پارامترهای مختلفی به شرح ذیل موثر می باشند.

۱. مکان توقف قطار در بلاک (از نظر فاصله تا ایستگاه مبدا و مقصد)

۲. شیب و فراز بلاک

۳. وضعیت خطوط ایستگاه مبدا و مقصد از نظر آزاد بودن خط ایستگاه

۴. موقعیت دیزل امداد

هر کدام از پارامترهای ذکر شده در تصمیم کنترل جهت اعزام دیزل امداد موثر می باشد.

◀ در شرایطی که پارامترهای فوق محدودیت خاص ایجاد ننماید بهترین حالت امداد، اعزام دیزل از مقصد و حمل قطار به مقصد می باشد(حالت اول)

گاهی ممکن است از سمت ایستگاه مقصد دیزلی وجود نداشته باشد در اینصورت کنترل تصمیم بر اعزام امداد از سمت ایستگاه مبداء خواهد گرفت .

◀ چنانچه قطاری در شیب یا فراز متوقف باشد ترجیحاً حالت مطلوب امداد ، اعزام دیزل در جهت فراز خط خواهد بود . در این حالت بهتر است قطار به سمت ایستگاه فرستنده دیزل امداد حمل شود.

در امداد قطار اگر خط آزاد ایستگاههای طرفین محدود باشد قطار مانده در راه را به سمت ایستگاهی که حداقل ۲ خط آزاد داشته باشد امداد می نمایند.

مسدودی خط:

برای نگهداری ، بهسازی و بازسازی و تعمیر خط لازم است روزانه ساعاتی از ظرفیت بلاک برای انجام امور تعمیراتی اختصاص داده شود و برای این کار نیاز به مسدود نمودن بلاک میباشد . در زمان مسدودی بلاک وسیله نقلیه ای نمی توان از آن بلاک عبور داد . زمان مسدودی و مدت آن از طرف اداره خط درخواست و پس از موافقت کنترل و مخابره تلفنگرام ، بلاک مسدود و در اختیار عوامل خطی قرار می گیرد.

تلفنگرام مسدودی خط معمولاً توسط رئیس حوزه یا قطعه و یا معاونین آنها صادر و در متن آن ، زمان شروع مسدودی - زمان پایان آن - وسیله نقلیه ای که می تواند از مسدودی استفاده نماید و مکان عملیات قید میشود.

◀ نکته مهم : تلفنگرام آزادی خط را می بایست حتماً شخص مسدود کننده بدهد و امضا نماید و فرد دیگری نمی تواند بلاک مسدود را آزاد نماید.

◀ در شرایط خاص و زمانیکه فرد مسدود کننده در دسترس نباشد مقام مافوق شخص مسدود کننده مجاز به آزاد نمودن خط خواهد بود. در این حالت کنترل ناحیه موظف است موضوع را به اطلاع معاون فنی و روسای اداره سیر و حرکت و خط برساند.

در هر بلاک بیش از یک وسیله نقلیه نمی توان اعزام نمود چنانچه ضرورت ایجاب نماید که بیش از یک وسیله از مسدودی خط استفاده نماید ، با تشکیل ایستگاه موقت یک بلاک را به

۲ یا چند بلاک مجازی کوچکتر تقسیم مینمایند و در این صورت به هر کدام از بلاکهای جدید یک وسیله می توان اعزام نمود.

ایستگاه موقت توسط شخص مجاز که دوره سیروحرکت را طی نموده (رئیس ایستگاه ، کنترلر ، معاون ایستگاه ، مسئول ترافیک ، متصدی ترافیک) با هماهنگی قبلی با کنترل در مکان تعیین شده تشکیل و مسئول ایستگاه موقت با مخابره تلفنگرام به کنترل و ایستگاههای طرفین زمان تشکیل و مکان آن را اعلام و همانند یک ایستگاه واقعی مطابق با مقررات سیروحرکت اقدام به قبول و اعزام وسائط نقلیه می نماید.

پس از خاتمه کار نیز مجدداً با مخابره تلفنگرام برچیده شدن ایستگاه موقت را با ذکر زمان آن به کنترل و ایستگاههای طرفین اعلام می نماید.

◀ نکته مهم اینکه در زمان تشکیل و برچیدن ایستگاه موقت نباید هیچ وسیله ای در بلاک باشد

تعداد ایستگاههای موقت مورد نیاز در یک بلاک برای برقراری مسدودی از فرمول زیر تعیین می شود.

$$S = N - 1$$

$$S = \text{تعداد ایستگاه موقت}$$

$N =$ تعداد وسیله نقلیه ای که قصد اعزام به بلاک را دارند.

مثال: اگر قرار باشد سه (۳) وسیله نقلیه به بلاک بین ایستگاههای A و B اعزام شوند چند

$$S = N - 1$$

ایستگاه موقت باید تشکیل شود؟

$$S = 3 - 1$$

$$S = 2$$

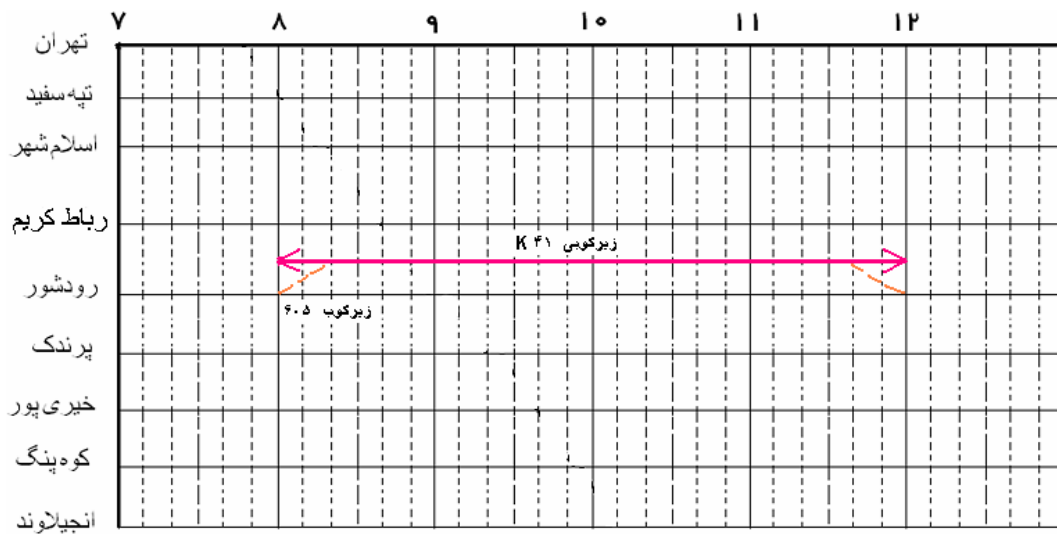
پس برای مثال فوق به ۲ ایستگاه موقت نیاز خواهیم داشت.

◀ - هر ایستگاه موقت باید مسئول جداگانه ای داشته باشد.

چگونگی رسم مسدودی و ایستگاه موقت در گراف :

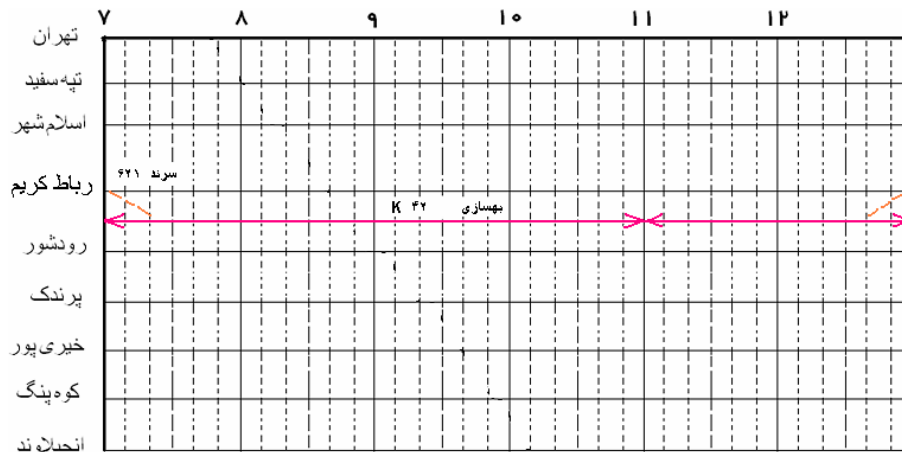
رسم مسدودی در گراف بصورت خط قرمز افقی که مابین ۲ ایستگاه کشیده و ابتدا و انتهای آن توسط فلش بسته می شود. ابتدا و انتهای زمان مسدودی توسط تلفنگرام خط مشخص می شود.

در بالای خط مسدودی ، کیلومتر عملیات (مکانی که در آن عملیات خطی انجام می شود) و نوع عملیات را قید می کنند. وسیله یا وسائط نقلیه ریلی اعزام شده به بلاک مطابق با اصول و قواعد گراف عیناً رسم می شود.



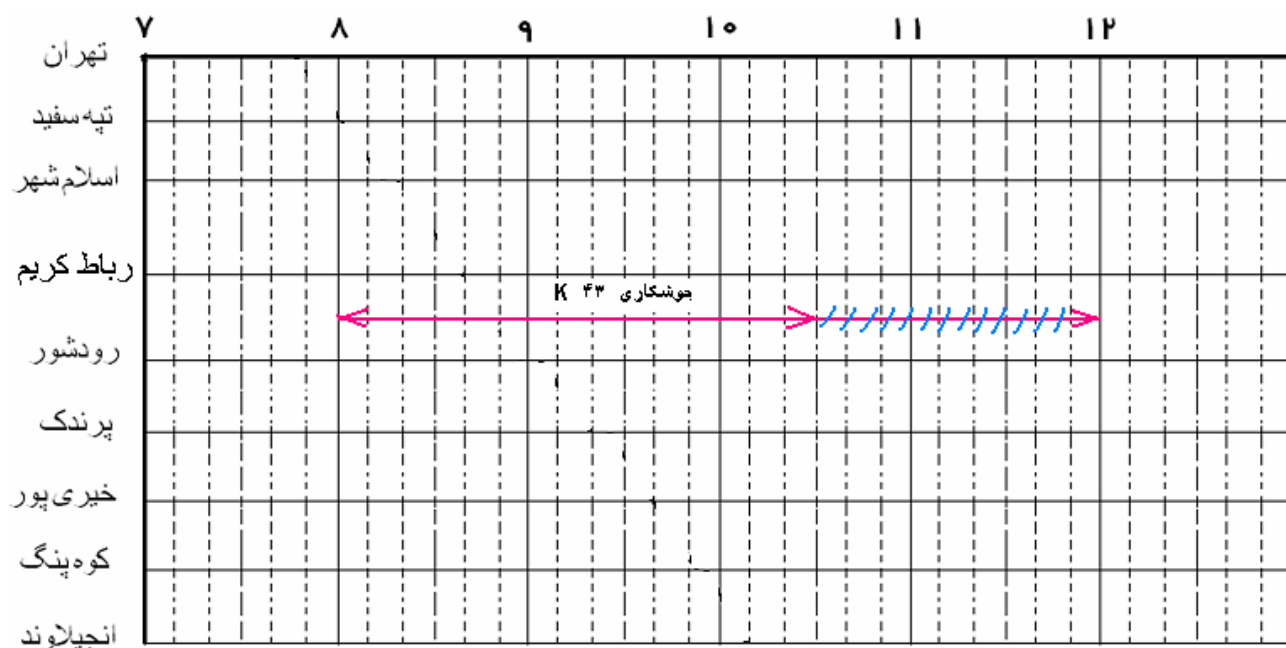
در مثال فوق یعنی عملیات در کیلومتر ۴۱ انجام می شود و نوع عملیات زیرکوبی خط است.

- اگر عملیات خطی بیش از زمان پیش بینی شده بطول انجامد خط مسدودی از انتهای آن ادامه و قسمت جدید نیز با فلش جداگانه ای ابتدا و انتهای آن بسته می شود.



گراف فوق نشان می دهد که زمان مسدودی داده شده توسط کنترل ۴ ساعت بوده ولی آزادی خط با ۲ ساعت تاخیر انجام شده است.

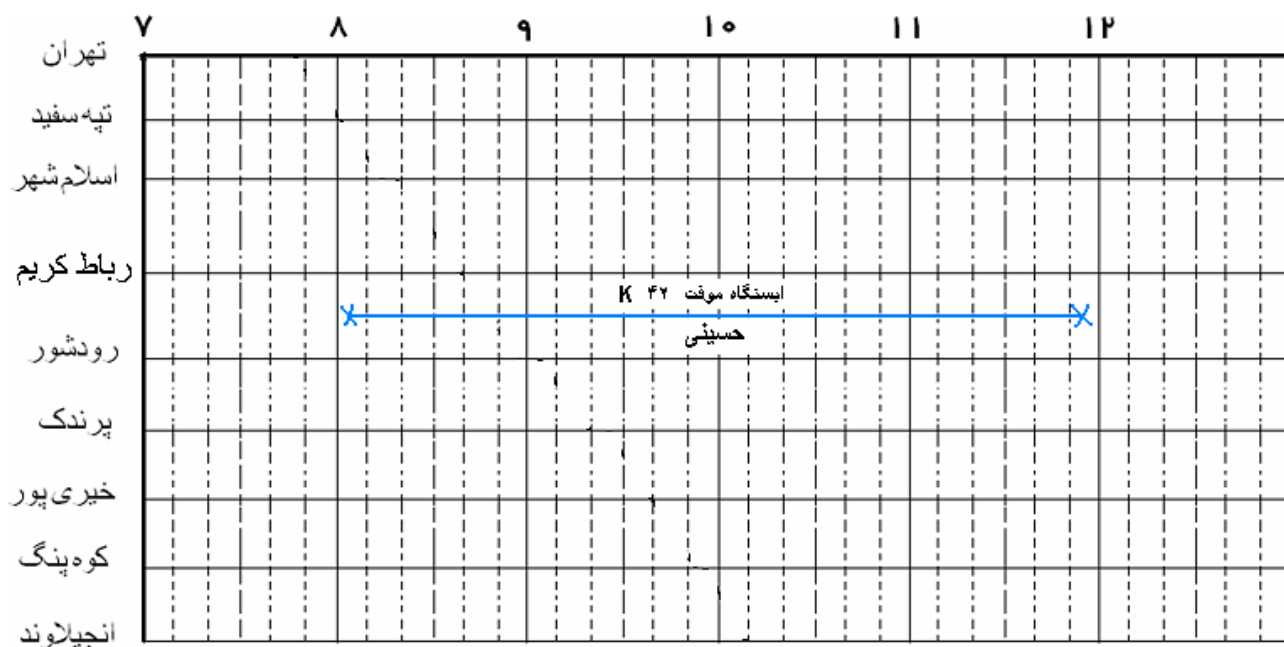
- اگر مسدودی بلاک زودتر از زمان تعیین شده آزاد گردد نقطه آزادی خط را با فلش مشخص و بقیه خط مسدودی را با خودکار آبی هاشور می زنند.



مثال فوق نشان می دهد که خط به مدت ۵ ساعت مسدود بوده ولی پس از ۳/۵ ساعت (۱/۵ ساعت زودتر) خط آزاد شده است.

ایستگاه موقت:

- ایستگاه موقت در گراف با رنگ آبی (یا مشکی) رسم میشود. نقطه شروع آن زمان اعلام شده در تلفنگرام و نقطه پایانی آن نیز زمان بر چیده شدن ایستگاه موقت خواهد بود. ابتدا و انتهای خط ایستگاه موقت را با علامت ضربدر می بندند و در روی خط ایستگاه موقت مکان برقراری و استقرار ایستگاه موقت و در زیر آن نام مسئول ایستگاه موقت ثبت می شود.



مثال فوق نشان می دهد بین ایستگاه رباط کریم و رودشور، ایستگاه موقت به مدت ۴ ساعت (از ساعت ۸ الی ۱۲) به تصدی آقای حسینی برقرار شده است .

گراف راه آزاد (گراف ایستگاهی)

برای اعزام قطار از ایستگاهی به ایستگاه دیگر (در ایستگاههایی که مسئول وقت ایستگاه مستقر می باشد) ابتداء مسئول ایستگاه اعزام کننده با تماس تلفنی با ایستگاه مجاور تقاضای راه آزاد نموده و پس از موافقت ایستگاه قبول کننده می توان قطار یا وسائط نقلیه دیگر را به ایستگاه قبول کننده اعزام نمود (روش اخذ راه آزاد در مقررات عمومی حرکت به تفصیل شرح داده شده است) قبلا این عملیات که معروف به عملیات راه آزاد است در دفتر تقاضای راه آزاد انجام می گرفت ولی اکنون همین عملیات در روی گراف راه آزاد انجام می گیرد ، گراف راه آزاد با گراف کنترل متفاوت است.

نمودار سیر قطارها و وسائط نقلیه ریلی در ایستگاه ----- تاریخ -----	
	ساعت مشاوره
	شماره تقاضای راه آزاد
	شماره قبول وسیله
	شماره حرکت
	شماره ورود
	تلاقی - سفت
	شماره برگ احتیاط
	نوع احتیاط
	خط قبول وسیله
----- ایستگاه -----	
	----- ایستگاه -----
	ساعت مشاوره
	شماره تقاضای راه آزاد
	شماره قبول وسیله
	شماره حرکت
	شماره ورود
	تلاقی - سفت
	شماره برگ احتیاط
	نوع احتیاط
	خط قبول وسیله
----- ایستگاه -----	
	----- ایستگاه -----
	ساعت مشاوره
	شماره تقاضای راه آزاد
	شماره قبول وسیله
	شماره حرکت
	شماره ورود
	تلاقی - سفت
	شماره برگ احتیاط
	نوع احتیاط
	خط قبول وسیله
----- ایستگاه -----	
	----- ایستگاه -----

با توجه به شکل فوق این گراف سه ایستگاه را نمایش می دهد ، ایستگاه بالای گراف ایستگاه سمت تهران ، و در قسمت وسط، ایستگاهی که گراف در آن رسم می شود و در قسمت پایین، ایستگاه بعدی می باشد. در این گراف دو بلاک نمایش داده میشود ، بلاک سمت بالا ، بلاک ایستگاه مورد بحث و ایستگاه سمت تهران را مشخص می کند و بلاک سمت پایین ، بلاک ایستگاه مورد بحث و ایستگاه بعدی را نمایش می دهد.

شکل زیر مربوط به گراف ایستگاه رباط کریم می باشد در قسمت بالا گراف ، ایستگاه اسلام شهر و همچنین بلاک مابین رباط کریم و اسلام شهر و در قسمت پایین ، ایستگاه رودشور و همچنین بلاک مابین رباط کریم و رودشور دیده می شود.

نمودار سیر قطارها و وسائط نقلیه ریلی در ایستگاه رباط کریم		تاریخ	
ساعت مخابره	شماره تقاضای راه آزاد	ساعت مخابره	شماره تقاضای راه آزاد
شماره قبول وسیله	شماره قبول وسیله	شماره قبول وسیله	شماره قبول وسیله
شماره حرکت	شماره حرکت	شماره حرکت	شماره حرکت
شماره ورود	شماره ورود	شماره ورود	شماره ورود
تلفظ - سبقت	تلفظ - سبقت	تلفظ - سبقت	تلفظ - سبقت
شماره برگ احتیاط	شماره برگ احتیاط	شماره برگ احتیاط	شماره برگ احتیاط
نوع احتیاط	نوع احتیاط	نوع احتیاط	نوع احتیاط
خط قبول وسیله	خط قبول وسیله	خط قبول وسیله	خط قبول وسیله
ایستگاه اسلام شهر		ایستگاه رباط کریم	
فاصله از تهران	فاصله از تهران	فاصله از تهران	فاصله از تهران
فاصله بلاک	فاصله بلاک	فاصله بلاک	فاصله بلاک
شماره قطار	شماره قطار	شماره قطار	شماره قطار
شماره لکوموتیو	شماره لکوموتیو	شماره لکوموتیو	شماره لکوموتیو
رئیس قطار	رئیس قطار	رئیس قطار	رئیس قطار
لکوموتیوران	لکوموتیوران	لکوموتیوران	لکوموتیوران
تعداد واگن	تعداد واگن	تعداد واگن	تعداد واگن
وزن کل	وزن کل	وزن کل	وزن کل
وزن خالص	وزن خالص	وزن خالص	وزن خالص
طول قطار	طول قطار	طول قطار	طول قطار
شمار ترمز	شمار ترمز	شمار ترمز	شمار ترمز
ایستگاه رودشور		ایستگاه رباط کریم	
فاصله از تهران	فاصله از تهران	فاصله از تهران	فاصله از تهران
فاصله بلاک	فاصله بلاک	فاصله بلاک	فاصله بلاک
شماره قطار	شماره قطار	شماره قطار	شماره قطار
شماره لکوموتیو	شماره لکوموتیو	شماره لکوموتیو	شماره لکوموتیو
رئیس قطار	رئیس قطار	رئیس قطار	رئیس قطار
لکوموتیوران	لکوموتیوران	لکوموتیوران	لکوموتیوران
تعداد واگن	تعداد واگن	تعداد واگن	تعداد واگن
وزن کل	وزن کل	وزن کل	وزن کل
وزن خالص	وزن خالص	وزن خالص	وزن خالص
طول قطار	طول قطار	طول قطار	طول قطار
شمار ترمز	شمار ترمز	شمار ترمز	شمار ترمز

عملیات راه آزاد روی گراف همانند عملیات دفتر راه آزاد می باشد ، تمام عملیات راه آزاد مطابق مقررات عمومی حرکت باید روی گراف پیاده شود از جمله می توان به ساعت مخابره، شماره تقاضای راه آزاد ، شماره قبول وسیله ، شماره حرکت ، شماره ورود و خط قبولی و..... و مشخصات قطار از جمله به شماره قطار ، شماره لکوموتیو ، نام لکوموتیوران ، نام رئیس قطار ، وزن قطار ، تعداد واگن و طول قطار و..... اشاره نمود.

در شکل زیر قطار باری ۱۰۲ از ایستگاه اسلام شهر در ساعت ۲/۲۰ به سمت ایستگاه رباط کریم حرکت نموده و در ساعت ۲/۴۰ به ایستگاه رباط کریم رسیده وبصورت عبوری از ایستگاه رباط کریم گذشته و در ساعت ۳/۰۰ به ایستگاه رودشور وارد شده است. و قطار باری ۱۰۱ از ایستگاه رودشور در ساعت ۴/۴۰ به سمت ایستگاه رباط کریم حرکت و در ساعت ۵/۰۰ به ایستگاه رباط کریم رسیده است این قطار پس از ۲۰ دقیقه

توقف در ساعت ۵/۲۰ از ایستگاه رباط کریم حرکت و در ساعت ۵/۴۰ به ایستگاه اسلام شهر وارد شده است.

نمودار سیر قطارها و وسائط نقلیه ریلی در ایستگاه رباط کریم	
تاریخ -----	
شماره قطار	۱۰۲ / ۲/۳۰
شماره دگوموتیو	۹۰۸ / ۱۶
رئیس قطار	قصری / ۲۲
دگوموتوران	زمانی / ۳۳
شداد واگن	۲۲ / ۳۴
وزن خک	۱۴۵۰
وزن خالص	۹۰۰
طول قطار	۴۰۰
فشار ترمز	۸۵۰ / ۲
فاصله از تهران	
فاصله باک	
فاصله از تهران	۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ۶ ۷ ۸ ۹ ۱۰ ۱۱ ۱۲ ۱۳ ۱۴ ۱۵
شماره قطار	۲/۳۵ / ۵/۱۰
شماره دگوموتیو	۷۱ / ۱۱
رئیس قطار	۸۴ / ۲۴
دگوموتوران	۱۱ / ۱۹
شداد واگن	۸۸ / ۲
وزن خک	
وزن خالص	
طول قطار	
فشار ترمز	۱ / ۲
فاصله از تهران	
فاصله باک	
فاصله از تهران	۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ۶ ۷ ۸ ۹ ۱۰ ۱۱ ۱۲ ۱۳ ۱۴ ۱۵
شماره قطار	۱۰۱ / ۳/۳۰
شماره دگوموتیو	۸۶۰ / ۱۵
رئیس قطار	ناصری / ۴۴
دگوموتوران	داداشی / ۱۹
شداد واگن	۳۳ / ۳۴
وزن خک	۱۹۵۰
وزن خالص	۱۳۰۰
طول قطار	۴۲۰
فشار ترمز	۱

تلاقی دو قطار در روی گراف ایستگاهی:

در گراف زیر تلاقی دو قطار در ایستگاه رباط کریم دیده میشود.

قطار باری ۱۰۸ ساعت ۱۳/۵۰ از ایستگاه اسلام شهر به سمت ایستگاه رباط کریم حرکت و در ساعت ۱۴/۱۰ به ایستگاه رباط کریم رسیده و در خط سه متوقف گردیده است، قطار باری ۱۰۷ ساعت ۱۳/۵۵ از ایستگاه رودشور به سمت رباط کریم حرکت و ساعت ۱۴/۱۵ به ایستگاه رباط کریم رسیده و به صورت عبوری از ایستگاه رباط کریم ادامه سیر داده و ساعت ۱۴/۳۵ به ایستگاه اسلام شهر رسیده است، قطار ۱۰۸ که ساعت ۱۴/۱۰ به ایستگاه رباط کریم رسیده و منتظر تلافی بوده در ساعت ۱۴/۲۰ به سمت ایستگاه رودشور حرکت و ساعت ۱۴/۴۰ به ایستگاه رودشور رسیده است.

نمودار سیر قطرها و وسائط نقلیه ریلی در ایستگاه رباط کریم
تاریخ -----

ساعت مشاوره	شماره تقاضا، راه آزاد	شماره قبول وسیله	شماره حرکت	شماره ورود	کلافی - سبقت	شماره برگ احتیاط	نوع احتیاط	خط قبول وسیله
۱۰/۸	۱۴/۴۵	۱۱	۳۰	۶۸	۲۵	۱۴۵۰	۴۵	۳
۸۵۰	۱۱	۳۰	۶۸	۲۵	۱۴۵۰	۴۵	۳	
ناصری								
صیوری								
۲۵								
۱۴۵۰								
۷۵۰								
۴۱۰								
۸۱۰								
ایستگاه اسلام شهر								
ایستگاه رباط کریم								
ساعت مشاوره	شماره تقاضا، راه آزاد	شماره قبول وسیله	شماره حرکت	شماره ورود	کلافی - سبقت	شماره برگ احتیاط	نوع احتیاط	خط قبول وسیله
۱۴/۱۸	۱۴/۴۵	۷۱	۳۱	۷۸	۲۲	۲	۲	
۷۱	۳۱	۷۸	۳۲	۸۸	۲۲	۲		
۳۱	۳۲	۸۸						
۳۲								
۸۸								
ایستگاه رباط کریم								
ایستگاه رودشور								
ساعت مشاوره	شماره تقاضا، راه آزاد	شماره قبول وسیله	شماره حرکت	شماره ورود	کلافی - سبقت	شماره برگ احتیاط	نوع احتیاط	خط قبول وسیله
۱۳/۴۰	۱۰/۷	۱۱	۱۶	۱	۲۴	۱۴۵۰	۴۶	۲
۱۱	۱۶	۱	۲۴	۱۴۵۰	۴۶	۳۵۰	۲	
۱۶	۱	۲۴	۱۴۵۰	۴۶	۳۵۰	۲		
۱	۲۴	۱۴۵۰	۴۶	۳۵۰	۲			
۲۴	۱۴۵۰	۴۶	۳۵۰	۲				
۱۴۵۰	۴۶	۳۵۰	۲					
۴۶	۳۵۰	۲						
۳۵۰	۲							
۷۰۰								

سبقت دو قطار در روی گراف ایستگاهی:

در گراف زیر سبقت قطار مسافری از باری دیده میشود.

قطار باری ۱۰۹ ساعت ۱۶/۵۰ از ایستگاه رودشور به سمت ایستگاه رباط کریم حرکت و در ساعت ۱۷/۱۰ به ایستگاه رباط کریم رسیده و در خط سه ایستگاه برای سبقت قطار مسافری متوقف گردیده است ، قطار مسافری ۱۲۱ ساعت ۱۷/۲۰ از ایستگاه رودشور به سمت رباط کریم حرکت و ساعت ۱۷/۳۴ به ایستگاه رباط کریم رسیده و بدون توقف از قطار باری سبقت داده شده و ساعت ۱۷/۵۰ به ایستگاه اسلام شهر رسیده است ، قطار باری متوقف در ایستگاه رباط کریم در ساعت ۱۷/۵۵ از ایستگاه رباط کریم حرکت و ساعت ۱۸/۱۵ به ایستگاه اسلام شهر رسیده است.

نمودار سیر قطارها و وسائط نقلیه ریلی در ایستگاه رباط کریم
تاریخ -----

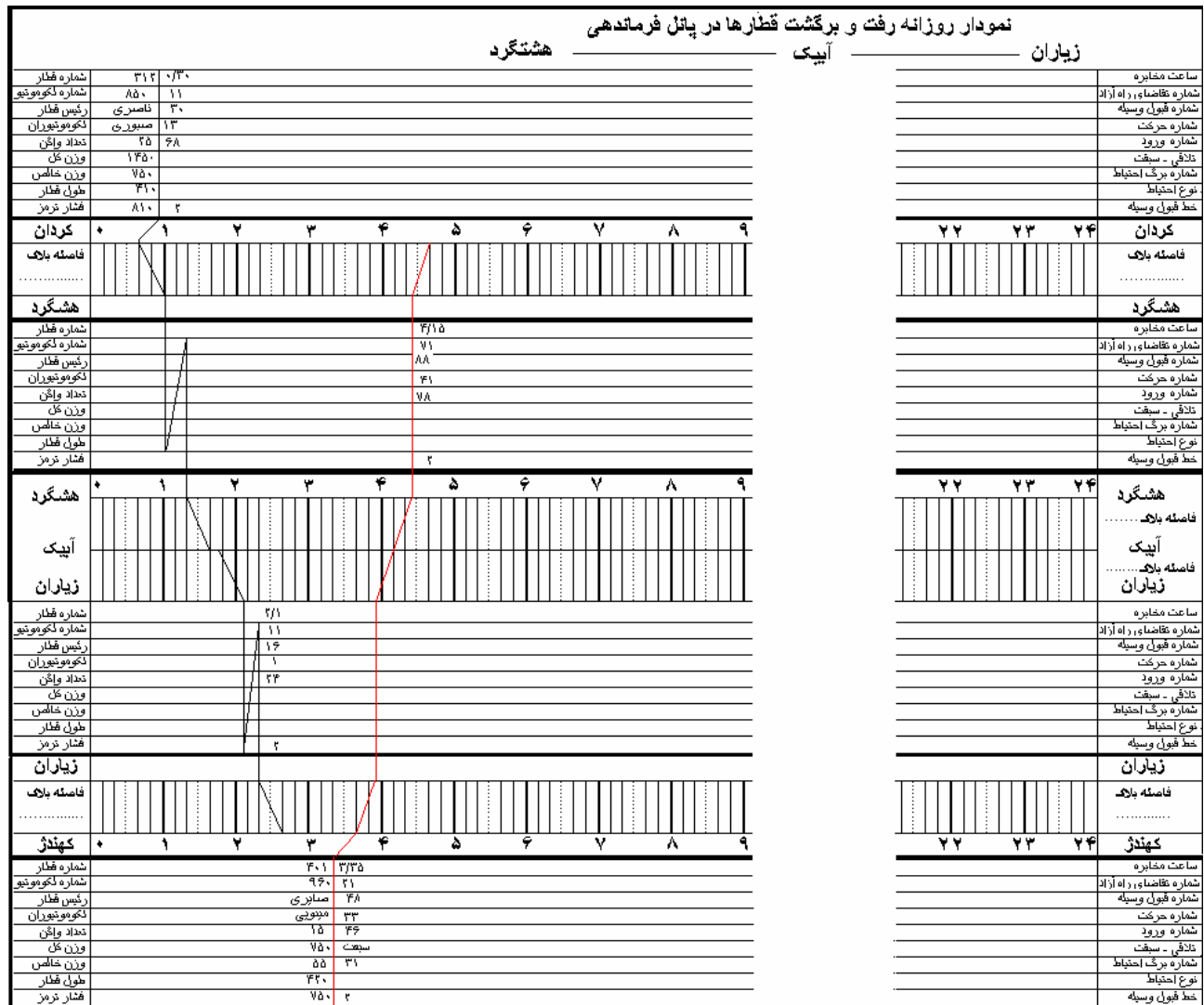
ساعت مخابره	شماره قطار	شماره قیول	شماره حرکت	شماره ورود	تلفی - سبقت	شماره برگ احتیاط	نوع احتیاط	خط قیول	خط قیول وسیله
ایستگاه اسلام شهر									
ایستگاه رباط کریم	۱۷/۲۵	۱۷/۵۲	۷۱	۷	۸۸	۵۸	۳۳	۳۹	۶۸
ایستگاه رباط کریم			۷۸	۶۸				۲	۲
ایستگاه رودشور	۱۰۹	۱۹/۴۵	۱۴۱	۱۷/۱۵	۸۳۵	۱۱	۹۶۰	۴۸	۳۳
ایستگاه رباط کریم			۱۳	۱۵	۱۴۵۰	۷۵۰	۳۱	۴۲۰	۲
ایستگاه رباط کریم			۲۵	۴۴	۸۵۰	۴۱۰	۸۱۰	۳	۷۵۰

گراف راه آزاد در راه آهن دوخطه:

رسم گراف در راه آهن دو خطه همانند راه آهن یک خطه می باشد و فقط در راه آهن دو خطه دو گراف راه آزاد برای خطوط فرد و زوج پیش بینی گردیده است که عملیات هر یک از خطوط فرد و زوج روی گراف خود انجام گیرد.

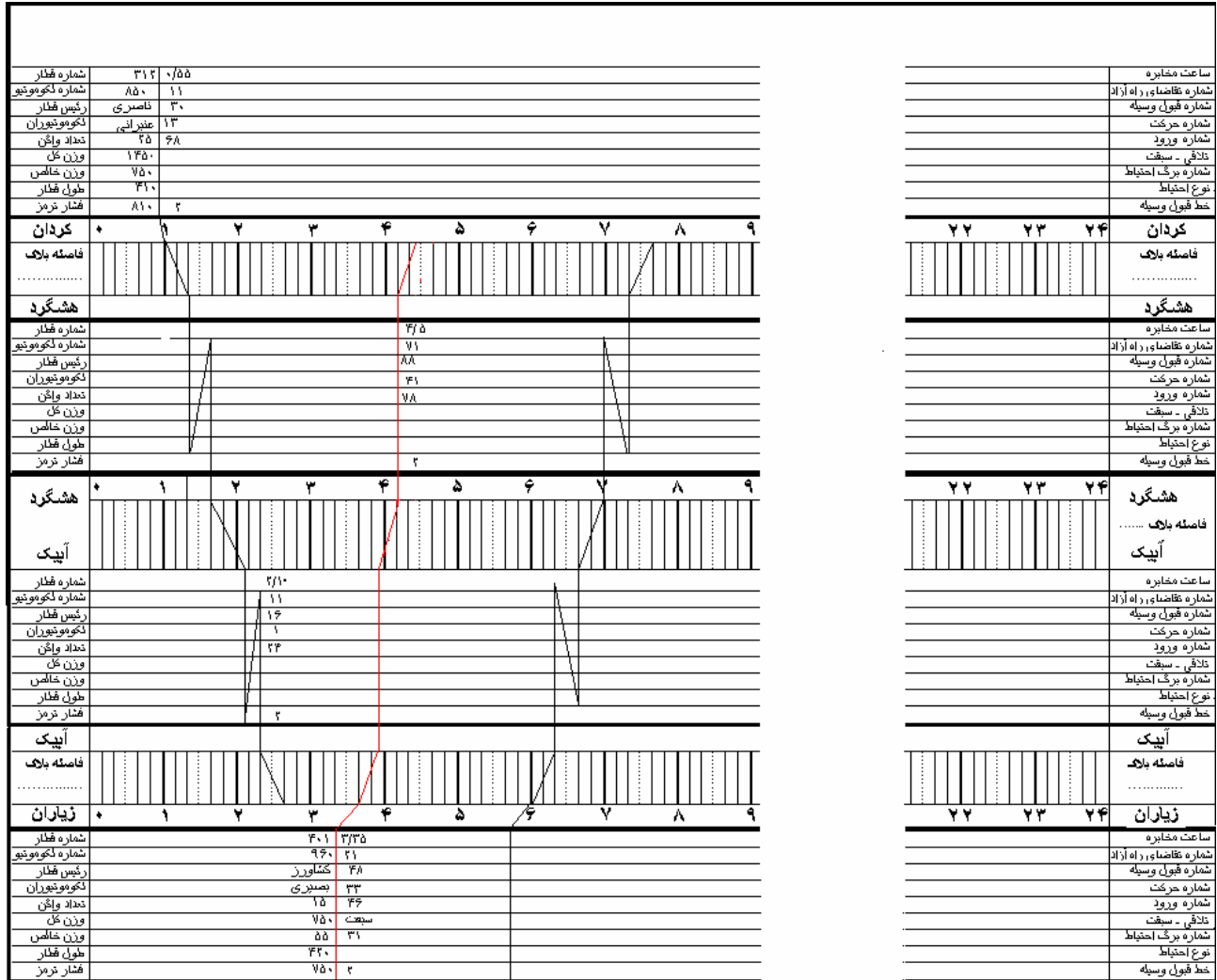
گراف در ایستگاههای فرماندهی RC

گراف در ایستگاههای فرماندهی RC تلفیقی از گراف ایستگاهی و گراف کنترل می باشد، چون در سیستم RC نیاز به تقاضای راه آزاد از ایستگاه تحت فرمان نمی باشد این قسمت گراف مشابه گراف کنترل عمل میشود و مابقی عملیات گراف مطابق گراف ایستگاهی می باشد. در شکل زیر ایستگاه آبیگ فرماندهی می باشد و دو ایستگاه هشترگرد و زیاران تحت فرماندهی ایستگاه آبیگ است



در سیستم RC اکثرا یک ایستگاه فرماندهی و دو ایستگاه تحت فرمان آن می باشد چنانچه بعلا یکی از ایستگاه های تحت فرمان بصورت محلی اداره شود ، گراف ایستگاه

فرماندهی که اکنون یک ایستگاه تحت فرمان دارد بصورت زیر خواهد بود ، در این گراف ایستگاه آبیگ فرماندهی و ایستگاه هشترگرد تحت فرمان ایستگاه آبیگ و ایستگاه زیاران بصورت محلی اداره می شود.



مزایای گراف راه آزاد به دفتر راه آزاد

- کلیه عملیات ۲۴ ساعته ایستگاه در یک صفحه نمایش داده می شود.
- ساعت ورود و خروج و توقف قطار در ایستگاه کاملا مشهود است.
- تعداد قطارها و وسائط نقله دیگر در ۲۴ ساعت در یکجا قابل مشاهده می باشد.

- عملیات مسدودی خط روی گراف کاملاً مشخص می شود.
- مدت سیر قطارها با یک نگاه روی گراف قابل مشاهده است.
- عملیات اشتباه مسئولین ایستگاهها در دفتر راه آزاد هنگام تقاضا و قبول قطار که بعلت حجم زیاد عملیات پیش می آید در گراف راه آزاد به حداقل ممکن رسیده است.
- در مصرف کاغذ صرفه جویی شده است.

ملاحظات فنی در برنامه ریزی و گراف قطارها

دوره گردش واگنها :

از زمانی که واگن جهت بارگیری واگذار می شود و زمان سیر واگنها تا مقصد و تخلیه و بازگشت مجدد واگن به مبدا جهت بارگیری را دوره گردش واگن می گویند که شامل چهار مرحله بشرح ذیل می باشد.

الف - زمان بارگیری در مبدا

ب - زمانهای سیر و توقف از مبدا بارگیری تا مقصد

ج - زمان تخلیه واگن در مقصد

د - زمان بازگشت واگن از مقصد به مبدا

مراحل فوق برای بارهای یکطرفه مانند بارهای معادن می باشد چنانچه در مقصد، بار برای حمل مهیا باشد و واگن بصورت خالی اعزام نگردد، زمان بازگشت واگن از مقصد به مبدا در مراحل فوق حذف می گردد.

اداره کل سیروحرکت تلاش می نماید دوره گردش واگنها ئی که در اختیار راه آهن می باشد حداقل امکان کوتاه باشد و شرکتهای خصوصی که واگن در اختیار دارند برای سودآوری بیشتر باید تلاش نمایند که دوره گردش واگنهای شرکت زمان کوتاهی باشد.

لکوموتیو معادل (دیزل معادل) :

برای محاسبه نیروی کشش موجود در هر یک از نواحی راه آهن، اداره کل نیروی کشش براساس قدرت موتور (کشش) لکوموتیو $G18$ را معادل یک واحد در نظر گرفته و لکوموتیوهای دیگر را با آن مقایسه و می سنجند.

برای مثال لکوموتیو $GM = 1/36$ و $2/4 =$ آلستوم باری و $2/1 =$ آلستوم مسافری برابر لکوموتیو معادل است.

اگر یک ناحیه ۱۰ لکوموتیو آلستوم باری داشته باشد دیزل معادل آن ناحیه برابر ۲۴ خواهد بود.

$$2/4 \times 10 = 24$$

دیزل معادل هر ناحیه در ساعت ۶ صبح هر روز محاسبه و اعلام میگردد.

بهینه سازی سیر در شبکه ریلی :

برای بهینه سازی هر پارامتری، باید وضعیت موجود در سیستم فعلی را شناخت و براساس این شناخت برای بهینه شدن پارامتر موردنظر راهکار ارائه نمود. طراحی و تدوین برنامه مطلوب بلندمدت و با قابلیت اجرا که از واقعیت چندان هم دور نباشد، ضرورت هر سازمان منسجم، بویژه سازمان حمل و نقل کشور است که یکی از ارکان اصلی توسعه اقتصادی بشمار می رود. برای نیل به آن اولین قدم ضرورت شناخت نارسائی ها و تنگنایهای موجود در شبکه و به تصویر کشیدن آن می باشد، تا در طراحی و توسعه آتی سعی در رفع این مشکلات برآیند. به همین منظور در این بخش به برخی از مواردی که باعث کندی سیر می گردد. اشاره می کنیم.

تلاقی :

در سیستم راه آهن یک خطه طبق مقررات در هر بلاک در یک زمان فقط یک قطار می تواند حرکت نماید و تا زمانی که قطار بلاک را خالی ننموده باشد هیچ قطار دیگری نمی تواند وارد بلاک شود ، زمانیکه دو قطار از طرفین به ایستگاهی میرسند یکی از قطارها باید به ایستگاه وارد شده و متوقف گردد و سپس به قطار روبرو اجازه ورود به ایستگاه داده شود به این توقف زمانی، تلاقی گفته می شود تلاقی باعث تاخیر در سیر قطارها می شود.

بازدید :

قطار را در بعضی ایستگاهها جهت بازدید آلات ناقله توقف اجباری داده و در این ایستگاهها باید قطار مورد بازدید فنی قرار گیرد.(پستهای بازدید معمولا در ایستگاههای تشکیلاتی مستقر می باشند)

خرابی و شکستگی ریل :

در اثر عدم رعایت بار محوری مجاز یا عدم نگهداری مناسب و دلایل دیگر، شکستگی یا خرابی در ریل بوجود می آید که موجب توقف قطارها می شود.

خرابی واگن :

در صورتیکه واگنی معیوب شود بنحوی که ادامه حرکت آن باعث ایجاد مشکل گردد، این واگن باید منفصل شود و پس از انجام آزمایش مجدد ترمز، قطار به حرکت خود ادامه دهد. معیوب شدن واگنها بدلائل مختلف می تواند باشد از جمله این دلایل می توان به بارگیری بیش از حد مجاز، عدم دقت کافی در هنگام بازدید، عدم انجام تعمیرات بموقع واگنها اشاره نمود این مسئله هم گاهی اوقات باعث تاخیرات زیاد در زمان سیر قطار می شود.

انفصال یا اتصال لکوموتیو (دیزل):

در بعضی موارد بعلت خراب شدن یک دیزل یا نیاز به نیروی کشش بیشتر و یا در حالتی که نیاز است یک دیزل خراب به مراکز تعمیراتی منتقل شود، یک دیزل به قطار افزوده می شود یا در صورتی که نیاز باشد یک دیزل از قطار جدا شود دیزل از قطار منفصل می شود، طبق مقررات عمومی حرکت چون در قطار تغییراتی ایجاد شده است باید آزمایش ترمز مجدد انجام شود این دلیل هم می تواند باعث افزایش زمان توقف قطار و در نتیجه افزایش زمان سیر واگنها شود.

انفصال یا اتصال واگن :

در بعضی موارد بنا به دلایل مختلف تعدادی واگن از قطار منفصل می شود یا تعدادی واگن به قطار متصل می شوند پس از انجام این کارها طبق مقررات باید دوباره قطار آزمایش ترمز شود، این مورد نیز باعث افزایش زمان سیر و حرکت قطار می شود.

مبادله :

گاهی اوقات مامورین دو قطاری که در جهت مخالف هم حرکت می کند پس از رسیدن به هم در یک ایستگاه اقدام به جابجایی مامورین دو قطار می نمایند به این عمل مبادله می گویند اغلب این زمان حدود ۱۵ تا ۲۰ دقیقه بطول می انجامد، که باعث تاخیر در سیر قطار میشود.

عدم قبول قطار:

در بعضی موارد بدلیل نداشتن خط آزاد در یک ایستگاه یا دلایل دیگر ، ایستگاه مربوطه قادر به قبول قطار جدید نمی باشد و قطار موردنظر باید تا زمانی که اجازه سیر به آن داده شود، در ایستگاه قبل منتظر بماند. این مورد نیز باعث تاخیر در سیر میشود.

زیرکوبی خط :

در اثر حرکت مرتب قطارها و لرزش ایجاد شده از طریق آنها بر ریلها و تراورسها، بالاستها از زیر ریل و تراورسها خارج می شوند. در طول دوره های مشخص باید بوسیله دستگاه زیرکوب بالاستها به زیرریلها و تراورسها برگردانده و کوبیده و تثبیت شوند. به این منظور قسمتی از خط را مسدود نموده و در طول زمان زیرکوبی کلیه قطارهایی که به ایستگاههای طرفین بلاک مسدود می رسند، متوقف می شوند و پس از خاتمه عملیات و آزادی بلاک براساس برنامه ریزی به ترتیب ادامه سیر می دهند این عامل نیز باعث افزایش زمان سیر قطارها می شود.

عدم حرکت لکوموتیوران :

گاهی اوقات بنا به دلایل مختلف (از جمله خستگی – افزایش ساعت کار و) لکوموتیوران برای مدتی از ادامه حرکت سرباز می زند که این عامل نیز در افزایش زمان سیر و حرکت تاثیر دارد.

قطار متراژی :

به قطارهایی که طولش از کوتاهترین خط ایستگاه مسیر بلندتر باشد و امکان دگاژ قطار در آن ایستگاه نباشد متراژی می گویند ، چنین قطاری یا باید از تمام ایستگاهها عبوری سیر نماید یا اینکه قطار در پشت علامت ورودی ایستگاه منتظر بماند تا قطاری که از مقابل می آید در ایستگاه دگاژ شود و سپس این قطار وارد ایستگاه شود. این عامل نیز گاهی اوقات باعث افزایش زمان سیر قطار می شود.

قطع ارتباط :

یکی دیگر از عواملی که باعث تاخیر در اعزام قطارها می شود، قطع ارتباط می باشد قطع ارتباط زمانی پیش می آید که ارتباط مخابراتی بین دو ایستگاه کاملا قطع شده باشد.

تاخیرات قطارهای مسافری و تاثیر آن بر قطارهای باری :

در اعزام قطارها ابتدا قطار مسافری و بعد قطارهای باری اعزام می گردند و در هنگام تلاقی باری - مسافری باید قطارهای باری در ایستگاه متوقف شود تا قطار مسافری مورد تلاقی بصورت عبوری سیر نماید. (در بعضی مواقع هنگام تلاقی ، قطار مسافری نیز باید متوقف شود) چنانچه قطارهای مسافری نیز زیاد باشد خود باعث افزایش توقف قطارهای باری و در نتیجه افزایش زمان سیر قطارهای باری می شود.

جوشکاری درز ریل :

به منظور جوشکاری درز ریل همانند مورد زیرکوبی قسمتی از مسیر مسدود می شود که این مسئله نیز باعث افزایش زمان سیر قطارها می شود.

سوانح :

هر نوع سانحه ای که موجب مسدودی خط می شود به میزانی که این مسدودی طول بکشد باعث افزایش زمان توقف واگنها و در نتیجه افزایش زمان سیر قطارها می شود.

جواز راه آزاد :

در مسیرهایی که حرکت قطارها به صورت جواز راه آزاد انجام می شود برای گرفتن جواز راه آزاد مخصوصا هنگام تلاقی و سبقت زمان زیادی صرف میشود که خود باعث تاخیر قطارها میگردد.

یکی دیگر از عواملی که باعث توقف نمی شود ولی باعث کاهش سرعت قطار در بعضی نقاط مشخص در داخل بلاک می شود، دستور احتیاط است که قبل از حرکت قطار به لکوموتیوران داده می شود و او موظف است که سرعت خود را در نقاط تعیین شده به

حدی که در حکم احتیاط مشخص شده پایین بیاورد. این مسئله به خاطر تعمیرات انجام شده در آن محل یا خرابی خاص در آن محل و یا مسائل دیگر می باشد.

خرابی علائم :

در محورهایی که از سیستم علائم الکتریکی استفاده می شود در صورتی که این علائم به دلیلی از کار بیفتند یا خراب شوند باید سوزن‌ها به صورت دستی عوض شوند و قطارها با سیستم جواز راه آزاد ادامه سیر دهند در این حالت نیز قطارها با تاخیر سیر مواجه میشوند.

خرابی لکوموتیو :

گاهی اوقات در اثر خراب شدن لکوموتیو قطار متوقف می شود که گاهی این مسئله در داخل بلاک صورت می پذیرد و باعث مسدود شدن بلاک می شود و تاخیراتی نیز برای سایر قطارها بوجود می آورد و در بعضی موارد این مسئله در ایستگاه صورت می گیرد که باعث متوقف شدن قطار و زیاد شدن زمان سیر همان قطار می شود. موارد فوق بخشی از پارامترهای محدود کننده که موجب افزایش زمان سیر قطارها میشوند بوده و لازم است که در برنامه ریزی های بلند مدت برای رفع آنها برنامه ریزی مناسب صورت پذیرد.

سرعت متوسط :

عبارت است از کل مسافت طی شده تقسیم بر کل زمان سیر (بدون احتساب زمان توقف)

$$\bar{V} = \frac{X}{T_x}$$

$$\begin{aligned} \bar{V} &= \text{سرعت متوسط} \\ X &= \text{کل مسافت} \\ T_x &= \text{کل زمان سیر} \end{aligned}$$

سرعت فنی :

عبارت است از کل مسافت طی شده تقسیم بر کل زمان (زمان سیر + زمان توقف)

$$V_{tech} = \frac{X}{T_x + T_s}$$

$$\text{سرعت فنی} = V_{tech}$$

$$\text{کل مسافت} = X$$

$$\text{زمان سیر} = T_x$$

$$\text{زمان توقف} = T_s$$

ضریب ناهماهنگی:

ضریب ناهماهنگی در یک محور از حاصل تقسیم زمان سیر (رفت و برگشت) بلاک بحرانی به میانگین زمان سیر (رفت و برگشت) سایر بلاکها بدست می آید. در یک محور ضریب ناهماهنگی هرچه به عدد ۱ نزدیک باشد از نظر بهره برداری بهتر می توان از آن محور استفاده نمود و هر چه از عدد ۱ بزرگتر باشد نشان دهنده ناهماهنگی بلاکها میباشد که موجب عدم استفاده بهینه از ظرفیت سایر بلاکها می شود.

$$T_{med} = \frac{\sum T}{N}$$

T_{med} : متوسط سیر رفت و برگشت بلاکها

$\sum T$: جمع کل زمان رفت و برگشت بلاکها (غیر از بلاک بحرانی)

N : تعداد بلاکها

T_{max} : زمان رفت و برگشت بلاک بحرانی

A : ضریب ناهماهنگی

$$A = \frac{T_{max}}{T_{med}}$$

تعیین ظرفیت خط :

ظرفیت خط در یک بلاک عبارت است از حداکثر تعداد زوج قطاری که در ۲۴ ساعت می تواند از بلاک مورد نظر تردد نماید. برای محاسبه ظرفیت خط در یک محور ، ظرفیت بلاک بحرانی آن محور مد نظر قرار می گیرد. عملاً ظرفیت خطی که بصورت تئوری محاسبه می شود قابل دست یابی نبوده و عوامل و پارامترهای مختلفی در کاهش ظرفیت خط موثر می باشند. بنابراین به جای مفهوم حداکثر ظرفیت، از ظرفیت بهره برداری بهینه استفاده می کنیم، که به صورت ذیل تعریف می شود. (حداکثر تعداد قطارهایی که می توانند با سطحی از تاخیر یا کیفیت بهره برداری قابل قبول از خطوط راه آهن بگذرند). این تاخیرها می توانند به علت توقف های برنامه ای شامل بازدید، آبیگری، پیاده و سوار شدن مسافر، تخلیه یا بارگیری کالا، نماز و ... و یا توقف های اجباری ناشی از انجام عملیات تلاقی در ایستگاهها، خصوصاً در خطوط یک خطه به علت محدودیت وجود تنها یک قطار در یک بلاک بوجود آیند.

ظرفیت واقعی یک خط، تعداد قطارهای سیر نموده در خط را شامل می شود که به صورت درصدی از ظرفیت بهره برداری تعریف می شود(به عبارت دیگر حداکثر قطارهایی که در ۲۴ ساعت (یک شبانه روز) می توانند از یک محور عبور نماید را ظرفیت خط گویند)

روش نموداری در تعیین ظرفیت خط :

در این روش یک نمودار کنترلی اصلی تهیه می گردد بر روی این نمودار ابتدا سیر قطارهای مسافری رسم می شود و به عبارت دیگر کارشناسان مربوطه باتوجه به دانش و تجربه شان نسبت به شرایط حاکم و باتوجه به محدودیت عبور قطارها از کنار یکدیگر (تلاقی ها) در مسیر حرکت قطارها را بررسی و رفع می کنند و پس از آن در زمانهای باقیمانده تا حد امکان قطارهای باری رسم می گردند.

پس از خاتمه رسم نمودار، ظرفیت خط از مجموع قطارهای مسافری و باری مسیر استخراج می شود که بسیار وقت گیر نیز می باشد.

روشهای ریاضی در تعیین ظرفیت خط :

برای تعیین ظرفیت خط می توان از مدل ریاضی استفاده نمود ، یکی از قدیمی ترین روشها فرمول ارائه شده به صورت زیر است .

$$N = \frac{1440 - W}{T + t} \times K$$

که در آن :

N : ظرفیت خط یا مجموع تعداد قطار در شبانه روز (در دو جهت برای یک خطه و در هر جهت برای دوخطه)

1440 : تعداد دقیقه در شبانه روز

W : زمانی که برحسب دقیقه برای نگهداری و تعمیر خط به طور روزانه منظور می شود

T : زمان حرکت کندترین قطار باری در بلاک بحرانی (برحسب دقیقه)

t : زمان تاخیرات قطار

K : ضریب بازده ، که به علت عواملی مانند توقف قطارها به خاطر مسافرها، وجود تقاطع و حق اولویت، تاخیر و حرکت خارج از برنامه قطارها اعمال می شود.
این ضریب را عموماً ۷۰ درصد در نظر می گیرند.

روش بعدی فرمول امریکایی است. به صورت ذیل می باشد.

$$N = \frac{1440 - 60 \cdot d}{T_1 + T_2 + \Delta t}$$

که در آن $(T_1 + T_2)$ زمان سیر کندترین قطار در هر جهت می باشد در این فرمول استفاده از زمانهای سیر در دو جهت تامین شده است و پارامتر Δt همان زمان تاخیر و تلاقی است.
d زمان مسدودی خط به ساعت می باشد.

روش مرسوم در ایران برای تعیین ظرفیت خط :

در سیستم ریلی کشور به منظور تعیین ظرفیت خط از فرمول خاصی که به فرمول ظرفیت عملی مشهور است استفاده می شود برای تعیین ظرفیت هر خط در این روش باید مدت سیر قطارها در بلاک بحرانی و همچنین مدتی که به طور عادی بین ورود و خروج دو قطار در موقع تلاقی طول می کشد در نظر گرفت. فرمول ظرفیت عملی متداول به صورت ذیل است

$$N = \frac{1440 - 60d}{T_1 + T_2 + \Delta t} - K(np + nd)$$

N : تعداد زوج قطارهای باری که می توانند در یک شبانه روز بین دو ایستگاه سیر کنند (یا در یک محور)

۱۴۴۰: تعداد دقیقه در شبانه روز

d : میزان ساعتی که جهت مسدودی خط در نظر گرفته می شود.

$T_1 + T_2$: مدت زمان رفت و برگشت در بلاک بحرانی (یا بین دو ایستگاه)

Δt : زمانهای تلف شده بین ورود یک قطار و حرکت قطار بعدی.

K : ضریبی بزرگتر از واحد که ضریب تردد نامیده می شود علت کاربرد این ضریب این است که قطارهای مسافری باعث برهم زدن نظم قطارها شده و موجب کاهش ظرفیت می شود این ضریب برای خطوط ریلی ایران ۲ است .

np : تعداد قطارهای مسافری خط (برحسب زوج قطار)

nd : تعداد قطارهای عملیاتی خط (برحسب زوج قطار)

روشهای افزایش ظرفیت خط:

ظرفیت خط راه آهن به عواملی نظیر زمان سیر قطارها در بلاک، میزان تاخیر تلاقی و کیفیت بهره برداری از خط بستگی دارد به برخی از این عوامل اشاره می کنیم.

الف : ساخت و ساز جدید :

۱- دوخطه کردن بخشهایی از خطوط یک خطه جهت انجام عملیات تلاقی و سبقت بدون توقف

۲- ایجاد ایستگاههای اضافی در مسیر که اینکار باعث تقسیم کردن بلاک شده و نتیجتاً زمان سیر در بلاک را کاهش می دهد.

۳- تهیه خطوط فرعی اضافی در ایستگاه که منجر به افزایش ظرفیت ایستگاه برای پذیرش تعداد بیشتری قطار شده و در نتیجه ظرفیت خط را افزایش می دهد.

ب : بهبود فنی و تکنیکی :

۱- اقدامات تکنیکی در ارتباط با تجهیزات علائمی و ارتباطی مثل استفاده از مدار خط برای بلاکها، بکارگیری سیستمهای علائمی ، نصب علائم پیش خبر دهنده، کاهش دادن زمانهای موردنیاز برای قبول و اعزام قطارها و استفاده از تجهیزات علائمی پیشرفته و ...

۲- اقدامات تکنیکی در ارتباط با زیربنای شبکه راه آهن مثل بهسازی و نوسازی خطوط ایستگاهها جهت افزایش سرعت ورود و خروج قطارها، افزایش طول مفید ایستگاهها، بهبود دادن نقاطی از خط که دارای شیب تند یا قوس بوده و موجب محدودیت سرعت قطارها می شوند ، بهبود بخشیدن در طراحی ایستگاهها ، نوسازی مراکز راه آهن از قبیل ایستگاه ها و محوطه مانور و

۳- اقدامات تکنیکی در رابطه با نیروی کشش مثل بکارگیری نیروی کشش الکتریکی که باعث افزایش ظرفیت کشش قطار شده و توان عملیاتی آن را بالا می برد.

ج : بهبود کیفیت بهره برداری

- ۱- افزایش سرعت قطارها باعث افزایش ظرفیت خط میشود ضمناً سرعت های زیاد موجب افزایش هزینه های نگهداری مربوط به خط و واگن می شود.
- ۲- استاندارد کردن سرعت های حرکتی مختلف قطارها
- ۳- کاهش قطارهایی که دارای سرعت های مختلف میباشد و هماهنگی در اعزام قطارها
- ۴- دسته بندی قطارهای باری و مسافری به منظور حرکت قطارها با سرعت یکسان
- ۵- بهینه سازی موقعیت ایستگاه ها
- ۶- ترسیم نمودارهای پیشرفته

د) تراک بندی بلاکها

برای افزایش ظرفیت خط می توان بلاکها را تراک بندی نمود و برای هر تراک چراغ علائم نصب کرد، با تراک بندی بلاکها که بیشتر در راه آهن دو خطه کاربرد دارد می توان ظرفیت خط را تا چندین برابر افزایش داد.

ه - کاهش زمان سیر قطارها در بلاک بحرانی

یکی دیگر از عوامل موثر در ظرفیت خط، زمان عملی رفت و برگشت قطارها در بلاک است .

عوامل موثر در این زمان ، شامل شکل هندسی خط (قوس، شیب و فراز) طول بلاک و سرعت قطارها در رفت و برگشت میباشد. سرعت قطارها صرف نظر از شکل هندسی با نیروی کشش لکوموتیو نسبت مستقیم و با وزن قطار نسبت عکس دارد.

برای کاهش زمان سیر در بلاک بحرانی به موارد زیر میتوان اشاره نمود.

۱- اگرعلت افزایش زمان سیر در بلاک بحرانی ، مسافت زیاد (طویل بودن) بلاک باشد ، می توان با ایجاد ایستگاه جدید مسافت را کم نمود تا زمان سیر کاهش یابد و یا اینکه برای مدت محدود از ایستگاه موقت استفاده نمود.

۲- اگرعلت افزایش زمان سیر در بلاک بحرانی ، وجود فراز غالب که باعث کاهش سرعت قطارها میگردد باشد ، میتوان با افزایش نیروی کشش سرعت قطارها را افزایش داد. افزایش نیروی کشش می تواند بصورت دوبله کردن لکوموتیو باشد و یا اینکه فقط

در بلاک بحرانی از نیروی کشش کمکی بصورت دالگاژ جهت افزایش سرعت قطار استفاده نمود.

۳- - اگر علت افزایش زمان سیر در بلاک بحرانی، بعلت موقعیت و موانع هندسی خط بجز شیب و فراز باشد میتوان با اصلاح خط نسبت به افزایش سرعت قطارها اقدام نمود.

و : کاهش زمان مسدودی خط

از آنجا که قطارها برای سیر منظم و کاملاً ایمن و مطلوب خود نیازمند به بازدید و بهبود مستمر و منظم وضعیت شبکه و تاسیسات خطوط راه آهن بویژه برای روسازی خط، علائم و ارتباطات و دارند، لذا زمانی را برای مسدودی خط جهت مرمت و بازسازی در نظر میگیرند برای کاهش زمان مسدودی خط میتوان از تجهیزات پیشرفته جهت مرمت و بازسازی خط استفاده نمود ، بهرحال زمان مسدودی خط تاثیر بسزایی روی ظرفیت خط داشته و باعث کاهش ظرفیت خط میشود .

تعیین تعداد قطارها با توجه به وزن خالص بار

تعداد قطارهای روزانه یک مسیر را از فرمول زیر محاسبه می نماید.

$$N = \frac{G}{Q \times K}$$

G : وزن بار خالص

K : ضریب (وزن بار خالص به وزن ناخالص بار که حدود ۰/۶ می باشد)

Q : وزن اجمالی یک قطار

مثال : وزن بارخالص موجود در یک ایستگاه تشکیلاتی ۱۲,۰۰۰ تن می باشد باتوجه به اینکه وزن هر قطار ۱۰۰۰ تن در این مسیر پیش بینی گردیده است حساب کنید بار موجود در این ایستگاه چندقطار می شود.

$$N = \frac{G}{Q \times K}$$

$$N = \frac{12000}{1000 \times 0.6}$$

$$N = 20$$

چنانچه وزن بارخالصی که برای حمل پیش بینی گردیده زیاد باشد یا اینکه بارخالص برای حمل یکساله پیش بینی شده باشد فرمول فوق به این صورت می شود.

$$N = \frac{G}{365 \times Q \times K}$$

مثال وزن بار خالص برای حمل یکساله ۴۸۱۸۰۰۰ تن می باشد حساب کنید روزانه چندقطار هزارتنی باید تنظیم و اعزام گردد

$$N = \frac{4818000}{365 \times 1000 \times 0.6}$$

$$N = 22$$

قابلیت خط

قابلیت خط عبارت است از میزان بار خالص سالانه قابل حمل در یک محور که به تن بیان می شود. قابلیت خط از فرمول زیر محاسبه می شود

$$G = \frac{365 \times N \times K \times Q}{\lambda}$$

G : قابلیت خط

N : ظرفیت خط

K : ضریب بار خالص به بار ناخالص (این ضریب در ایران برابر با ۰/۶ می باشد)
در محاسبه وزن قطار، وزن کل قطار محاسبه می شود که بار ناخالص است.

Q : وزن اجمالی قطار

λ : نوسان بار شبکه (این ضریب برابر ۱/۲ می باشد)

مثال اگر ظرفیت یک محور ۱۲ زوج قطار باشد و وزن اجمالی قطارهای این محور ۱۲۰۰ تنی در نظر گرفته شود حساب کنید قابلیت خط این محور چه میزان است؟

$$G = \frac{365 \times N \times K \times Q}{\lambda}$$

$$G = \frac{365 \times 2 \times 12 \times 0.6 \times 1200}{1/2}$$

$$G = 5256000$$

چگونگی افزایش قابلیت خط :

باتوجه به مثال فوق به روشهای ذیل می توان قابلیت خط را افزایش می یابد

- ۱- سبک سازی وزن واگن ها و افزایش ظرفیت بارگیری آنها
- ۲- استفاده از واگنها با ظرفیت بارگیری بالاتر
- ۳- اصلاح زیرسازی و روسازی خطوط به منظور استفاده از فشار محوری بالاتر
- ۴- استفاده از قطارهای سنگین (با استفاده از لکوترول)
- ۵- استفاده از قطارهای متراژی
- ۶- افزایش ظرفیت خط

مقاومتهایی که باعث کاهش ظرفیت و قابلیت خط می شود

مقاومتهایی که باعث کندی سیر قطارها گردیده و عامل کاهش ظرفیت و نهایتاً قابلیت خط می گردد به شرح ذیل می باشد .

الف- مقاومتهایی که ساختمان خط باعث ایجاد ان می باشد

۱) مقاومتهای قوسها

۲) مقاومت شیب ها

۳) مقاومت سوزنها

۴) مقاومت تونلها

ب- مقاومتهای حرکتی (مقاومت اصلی)

۱) اصطکاک بین چرخها و ریلها

۲) اصطکاک در یاتاقانها

۳) اصطکاک مقاومت هوا

علاوه بر مقاومتهای فوق، مقاومت های دیگری مانند ترمزها، شتاب حرکت در قطارها نقش دارند

پرسش

- ۱- عوامل موثر در برنامه ریزی را توضیح دهید
- ۲- فواید برنامه ریزی در راه آهن را شرح دهید
- ۳- برنامه های کتابی - هندسی - عمومی را شرح دهید
- ۴- مقصود از زمان بندی حرکت قطارها چیست
- ۵- انواع گراف ها را شرح دهید
- ۶- مفهوم رنگ در گراف ها را شرح دهید
- ۷- دوره گردش واگن در راه آهن را توضیح دهید
- ۸- ظرفیت خط به چه عواملی بستگی دارد توضیح دهید.
- ۹- قابلیت خط را توضیح داده و چگونگی افزایش قابلیت خط را بنویسید.
- ۱۰- اولویت حمل قطارها را توضیح دهید

تمرین

- ۱- از ساعت ۱۶ تا ساعت ۲۲ بین تهران - قم خط قدیم چهار قطار باری از سمت قم و چهار قطار باری از سمت تهران حرکت داده و گراف آن را ترسیم نمایید. (سرعت قطارها ۶۰ کیلومتر در ساعت)
- ۲- در گراف تهران - قم خط قدیم مابین ایستگاه های رودشور و رباط کریم خط را سه ساعت (از ساعت ۱۰ تا ۱۳) مسدود نمایید و درزین را از ایستگاه رباط کریم حرکت داده و به ایستگاه رودشور با استفاده از مسدودی اعزام نمایید گراف مربوطه را ترسیم کنید.
- ۳- در مسیری که بیشترین زمان سیر در بلاک بحرانی آن ۲۵ دقیقه می باشد با توجه به پنج ساعت مسدودی خط محاسبه نمایید چند زوج قطار می توان اعزام نمود.