

Railway Electrification

برقي كردن راه آهن



عباس قربانعلي بيك
۱۳۸۷

با تشکر از کلیه عزیزان و بزرگوارانی که ما را در تنظیم ، تکمیل و تصحیح این مجموعه راهنمایی و یاری رساندند.

شناسنامه

● موسسه نشر: پرک، قزوین

● ص پ: ۱۷۹۱-۳۴۱۸۵

● تلفن: ۰۲۸۱-۳۶۶۲۳۵۰

● نام کتاب: برقی کردن راه آهن

● مؤلف: عباس قربانعلی بیک

● گرافیک و امور رایانه: ا. اسلامی

● ویراستار: ا. اسلامی

● ویراستار فنی: حسین نادری

● چاپ: اول - ۱۳۸۷

● تیراژ: ۱۰۰۰

● چاپخانه: گیتی

● لیتوگرافی: پارت

● شابک: ۵-۹۶-۵۷۰۳-۹۶۴-۹۷۸

● ISBN:978-964-5703-96-5

● قیمت: ۴۰۰۰ ریال

فیا

■ سر شناسه: عباس قربانعلی بیک، ۱۳۴۰

■ عنوان و پدید آور: برقی کردن راه آهن Railway Electrification

■ نویسنده: عباس قربانعلی بیک

■ مشخصات نشر: پرک، ۱۳۸۷.

■ مشخصات ظاهری: ۳۲ ص. نمودار، نقشه.

■ قیمت: ۴۰۰۰ ریال

■ شابک: ۵-۹۶-۵۷۰۳-۹۶۴-۹۷۸

■ وضعیت فهرست نویسی: فیا

■ یادداشت: کتابنامه: ص. ۳۲

■ موضوع: راه آهن - برقی

■ رده بندی کنگره: ۱۳۸۷ ۴ق۴ TF858/T

■ رده بندی دیویی: ۶۲۵/۲۶۳

■ شماره کتابخانه ملی: ۱۱۹۴۱۳۴۰

مقدمه

اختراع راه آهن در سال ۱۸۲۵ بعنوان یکی از نتایج برجسته انقلاب صنعتی به عنوان بستر توسعه شناخته و مورد توجه قرار گرفت و هر چند اختراع سیستمهای حمل و نقل جاده ای و هوایی در اواخر قرن ۱۹ از سهم این روش کاست ولی در واقع این سیستمها با ویژگیهای خاص خود بعنوان مکمل سیستم ریلی توانستند نقاط ضعف آن را پوشش دهند.

این تعامل در هر بخش و از جمله بخش ریلی نیز وجود داشته و باید با توجه به نقاط ضعف و قدرت هر سیستم نه تنها جایگاه بلکه زمان و مرحله توسعه آن را مورد توجه قرار داد تا علاوه بر اقتصادی شدن بهره وری آن نیز ارتقاء یابد.

برقی کردن راه آهن و احداث راه آهن سریع السیر بعنوان مکمل آن نیز از این قاعده مستثنی نبوده و باید با روشهای مناسب تحلیلی از آنها بعنوان یک راهکار در زمان و مکان شایسته استفاده نمود.

هرچند آثار اجتماعی بخش ریلی بسیار بالاست ولی با یک نگاه استراتژیک با تدوین اهداف، امکانات و ارزشها باید بهترین گزینه ها را با منطق و مقایسه فایده به هزینه انتخاب نمود تا از سرمایه های اجتماعی، اقتصادی و فرصتها حداکثر استفاده به عمل آید.

استقلال کشور، به ویژه از بعد سیاسی بعنوان یکی از ارزشهای بسیار بالا که شالوده انقلاب اسلامی است میتواند مبین ارزش استقلال اقتصادی باشد بویژه اگر وابستگی آن حالت شبهه انحصاری به خود گیرد و در مقابل خود کفایی صنعت برق کشور فرصتی برای گسترش و جهش در این سیستم بوجود آورده است.

همچنین خودکفایی کشور در ساخت زیر بناهای حمل و نقل و رویکرد دو دهه اخیر به حمل و نقل ریلی شهری و حومه و نیز توفیقات فراوان و توانایی ساخت ناوگان ریلی و سیستمهای علائم و ارتباط از ویژگیهای مهم دیگر در این شرایط هستند.

شرایط و روند افزایش جهانی قیمت سوخت، مشکلات آلودگی هوا، رتبه تلفات جاده ای و اتلاف وقت مردم در حمل و نقل و بویژه تنگناهای توسعه حمل و نقل هوایی نیز بر ضرورت توجه بیشتر به این روش جابجایی می افزاید.

تجربیات دیگر کشورها در این بخش از جمله ژاپن، چین و... نوید یک تحول عظیم به شرط رعایت اصول تصمیم گیری شایسته، اقدام بایسته و بهبود پیوسته را میدهد.

امید است با حضور گسترده بخش خصوصی در صنعت ریلی طی چند سال گذشته از یک سو و تدوین قوانین ارزشمندی چون تبصره ۱۳ و مواد ۱۲۸ و ۳۰ قانون بودجه برنامه چهارم و مصوبه مجلس محترم در سال ۸۶ مبنی بر الزام رشد سالانه حدود ۶۰٪ بتوان این حرکت و جنبش اقتصادی را براساس جنبش علمی به مقدمه توسعه قسط و عدالت تبدیل نمود.

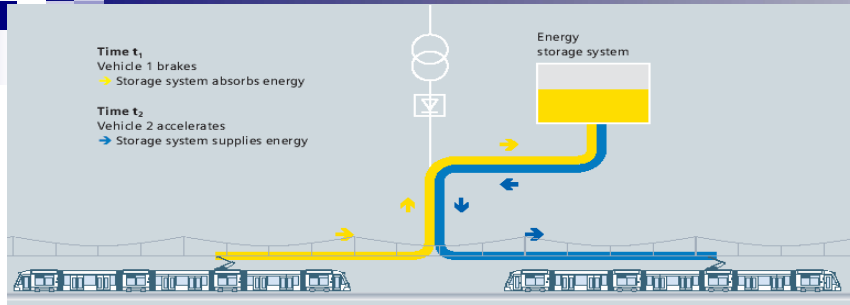
فهرست

- | | |
|---|---|
| ۱. جلد | ۱۷. اثر ارتفاع و دما بر قدرت لکوموتیو دیزل |
| ۲. شناسنامه | ۱۸. منحنی کشش - سرعت (برقی و دیزلی مسافری) |
| ۳. مقدمه | ۱۹. شرایط خط برای سرعت ۲۰۰ کیلومتر بر ساعت |
| ۴. فهرست | ۲۰. سیستم کنترل اتوماتیک قطار |
| ۵. سابقه برقی کردن در جهان | ۲۱. روند جایگزینی لکوموتیو دیزلی، بخار و برقی در آمریکا |
| ۶. اهم مزایا و محدودیتها | ۲۲. روند برقی کردن در چین |
| ۷. رابطه برقی کردن با قطار سریع السیر | ۲۳. اثر جهانی چین بر راه آهن برقی باری |
| ۸. خطوط سریع السیر دنیا | ۲۴. برخی عوامل بهره وری در شبکه و قطار برقی و سریع |
| ۹. افزایش فراز در خطوط سریع السیر | ۲۵. ترنست، قطار یا پوش پول |
| ۱۰. آثار زیست محیطی و اجتماعی | ۲۶. قابلیت اعتماد و آماده بکاری (rams) |
| ۱۱. کشته های جاده ای در اروپا | ۲۷. مهندسی فاکتورهای انسانی |
| ۱۲. زمان و شرایط مناسب برقی و سریع | ۲۸. هزینه و زمان اجرای برقی کردن راه آهن |
| ۱۳. برآورد حمل و نقل ، ناوگان مورد نیاز | ۲۹. گزینه های مختلف سرعت (برای مسافت ۱۰۰۰ km) |
| ۱۴. تاثیر قیمت سوخت و برق | ۳۰. خلاصه استراتژی برقی کردن راه آهن |
| ۱۵. اطلاعات خطوط برقی برخی کشورها | ۳۱. راه آهنهای سریع دنیا |
| ۱۶. تاثیر توان و سرعت بر زمان سیر | ۳۲. مشخصات خطوط سریع برای استفاده متقابل |

سابقه برقي کردن در جهان

- اولین لکوموتیو الکتریکی در نمایشگاه برلین آلمان توسط فون زیمنس در سال ۱۸۷۹ یعنی نیم قرن پس از اختراع راه آهن در ۱۸۲۵، ارائه گردید. (عکس)
- نخستین راه آهن برقي زیر زمینی در سال ۱۸۹۰ در لندن گشایش یافت.
- اولین کاربرد تجاري راه آهن محلي برقي در سال ۱۸۹۱ در آمریکا صورت گرفت.
- اولین کاربرد تجاري لکوموتیو دیزلي در سال ۱۹۱۸ توسط GE صورت گرفت.
- در سال ۲۰۰۰ طول خطوط برقي جهان به حدود ۲۴۰۰۰۰ کیلومتر رسید.
- براساس آمار سال ۲۰۰۵ اتحادیه بین المللي راه آهنها (UIC) بیشترین طول شبکه برقي در دنیا به ترتیب متعلق به کشور روسیه با ۴۲ هزار کیلومتر (۴۹% شبکه و ۸۳% ترافیک) و کشور چین با ۲۲ هزار کیلومتر، (۲۷% شبکه و ۵۰% ترافیک) و کشور آلمان با ۱۹ هزار کیلومتر، (۵۷% شبکه و ۸۱% ترافیک) میباشد.
- ۳۶ درصد از خطوط برقي دنیا و ۹۰% خطوط سریع السیر دنیا از نوع kv ۲۵ و ۵۰ هرتز می باشد.





اهم مزایا و محدودیت ها

- ترمز قویتر و امکان بازیافت انرژی
- افزایش موقت توان
- عدم افت توان لکوموتیو در ارتفاعات و گرما
- عدم افت توان بین تعمیرات
- کاهش وابستگی به موتورهای دیزلی سنگین
- امکان افزایش طول تونل در طراحی مسیر

اهم محدودیت ها و نقاط ضعف برقی کردن

- سرمایه گذاری اولیه در زیر ساخت
- محدودیت ابعاد و بویژه ارتفاع
- محدودیت لکوموتیو به مسیر برقی
- چسبندگی کمتر لکوموتیو در سرعت بالاتر
- گشتاور کمتر تراکشن در توان بالاتر
- مقاومت بالاتر قطار در سرعت بالاتر
- هزینه اصلاح سیستمهای علامت و ارتباط
- هزینه تعمیرات و نگهداری شبکه
- وابستگی به شبکه برق سراسری
- سابقه کم در حمل قطارهای سنگین باری
- محدودیت های امداد در سوانح

- افزایش ظرفیت شبکه
- افزایش ظرفیت ایستگاههای اصلی
- افزایش سرعت متوسط قطارها
- امکان افزایش تعداد مسافر بر واگن
- افزایش تعداد واگن در قطار مسافری
- افزایش سیر سالانه لکوموتیو و واگن
- کاهش هزینه های پرسنلی مسافری و باری
- کاهش تاخیرات مسافری (UIC451)
- افزایش تقاضا و سهم بخش ریلی
- کاهش آلودگی های صوتی و زیست محیطی
- بویژه در مناطق مسکونی شهرها
- کاهش احتمال خروج از خط واگنهای باری (UIC703)
- کاهش هزینه نگهداری لکوموتیو
- کاهش احتمال خرابی لکوموتیو
- افزایش سیر سالانه لکوموتیو
- طول عمر بالاتر لکوموتیو برقی
- افزایش آماده بکاری لکوموتیو
- نیاز به تعداد لکوموتیو کمتر
- توان بالاتر در بخش مسافری

رابطه برقی کردن با قطار سریع

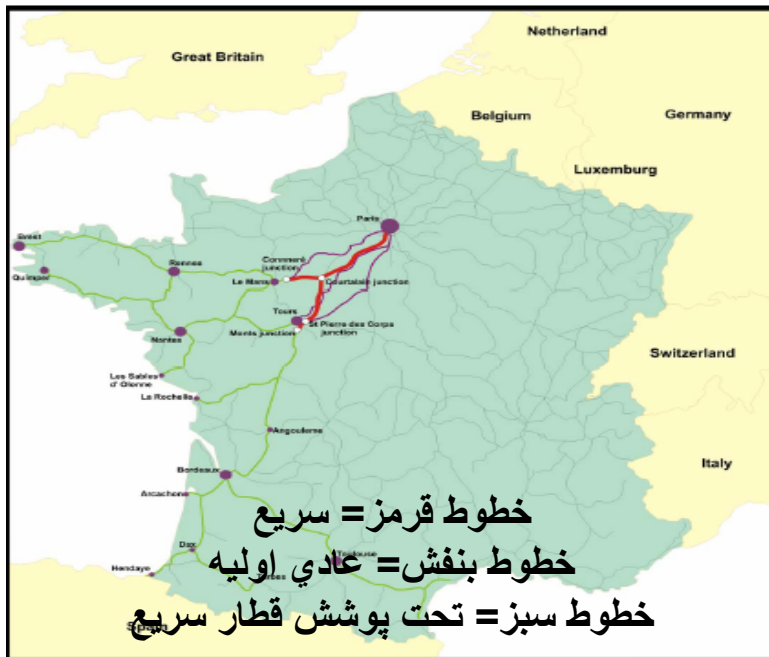
تا سال ۱۹۶۴ ماکزیم سرعت عملیاتی قطار سریع السیر 160 km/h در اروپا بوده و در ژاپن به دلیل وجود خطوط متریک حداکثر سرعت آن به 80 km/h محدود بود و به همین دلیل در سال ۱۹۶۴ اولین خط سریع السیر نرمال دنیا با سرعت 210 km/h در ژاپن راه اندازی شد.

حداکثر سرعت محقق شده در خطوط ریلی غیر سریع السیر پس از اصلاحات به حدود 250 کیلومتر در ساعت رسیده است. (بالتر از این سرعت سریع السیر محسوب میگردد، UIC ۷۹۹، یعنی $250-350$ کیلومتر بر ساعت)

خطوط برقی معمولی، برای قطارهای سریع با سرعت **حدود ۲۰۰ تا ۲۵۰** کیلومتر در ساعت مورد استفاده قرار می گیرند. (بیش از سه برابر مسیر سریع السیر)

پوشش ایستگاهها در خطوط معمولی فرانسه توسط قطارهای سریع بیش از ۱۰ برابر خطوط سریع است. (**۲۰۰ ایستگاه**)

طول خطوط سریع فرانسه 1840 کیلومتر در سال ۲۰۰۷ و خطوط تحت پوشش قطارهای سریع با سرعت 200 معادل 7000 کیلومتر است.

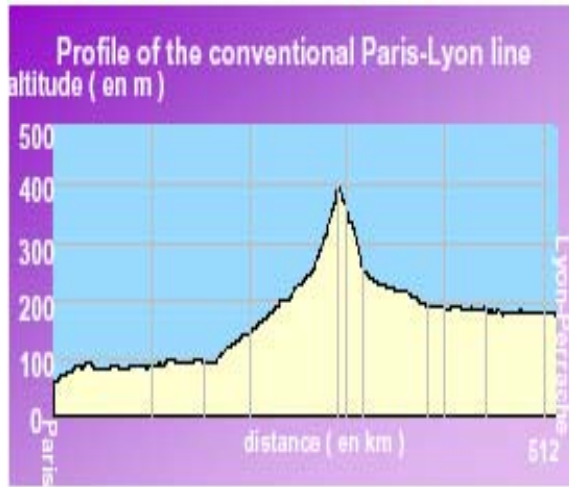




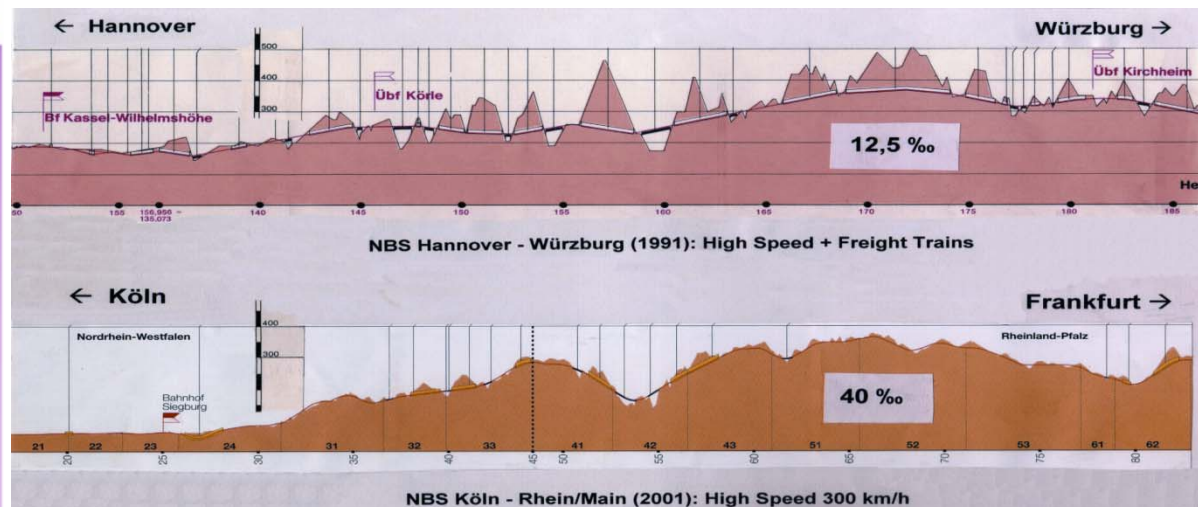
خطوط سریع السیر دنیا

- طبق تعریف (UIC) به خطوط بالای ۲۵۰ کیلومتر بر ساعت گفته میشود.
- طول خطوط سریع السیر ژاپن حدود ۲۳۰۰ کیلومتر میباشد. (۱۱٪ از کل).
- طول کل خطوط سریع السیر دنیا تا سال ۲۰۰۶ حدود ۸۰۰۰ کیلومتر (کمتر از ۱٪ از کل)
- تعداد تلفات قطارهای سریع السیر در ژاپن طی ۴۰ سال با جابجایی ۷ میلیارد نفر، صفر بوده است.
- خطوط سریع السیر ژاپن در دنیا از سال ۱۹۶۴ تا ۱۹۸۱ انحصاری و رکورد دار بود.
- جابجایی ۳۰۰ میلیون مسافر با سیر متوسط ۲۵۰ کیلومتر در سال ۲۰۰۳ در ژاپن با تاخیر ۶ ثانیه.
- شکستن رکورد سرعت توسط قطار دو طبقه فرانسه در ۳ آوریل ۲۰۰۷ **۵۷۵ km/h**.
- حداکثر سرعت قطارهای سریع السیر جدید: ۳۵۰، متوسط: ۲۸۰ (نوع تیلتینگ در خطوط معمولی ۱۹۱)
- اجرائی کردن پروژه قطارهای سریع السیر در **چند مرحله** انجام میگردد، مانند مسیر **پاریس-لیون-بندر مarse**
- مسیر مذکور طی مدت **۲۰ سال** (سال ۱۹۸۱ تا ۲۰۰۱) و در ۵ فاز انجام پذیرفت. (همچنین تونل مانش)
- ظرفیت نشسته یک قطار سریع دو طبقه با ۴۰۰ متر طول در ژاپن به ۱۶۰۰ نفر می رسد.
- در خطوط سریع السیر میتوان تا ۲۲۰ زوج قطار با ظرفیت حدود ۵۰۰ هزار نفر در روز اعزام نمود.
- ظرفیت خط سریع السیر جدید کره در سال ۲۰۰۳ حدود ۸۰ میلیون نفر بوده و در ۲۰۱۰ به ۱۲۰ میرسد.
- هزینه احداث خطوط سریع السیر اروپا بطور متوسط **۱۳ میلیون یورو** بر کیلومتر است.
- تکنولوژی بکار رفته در قطارهای سریع السیر کمتر از سایر تکنولوژیهای روز دنیا از جمله هواپیما است.

افزایش فراز در خطوط سریع السیر



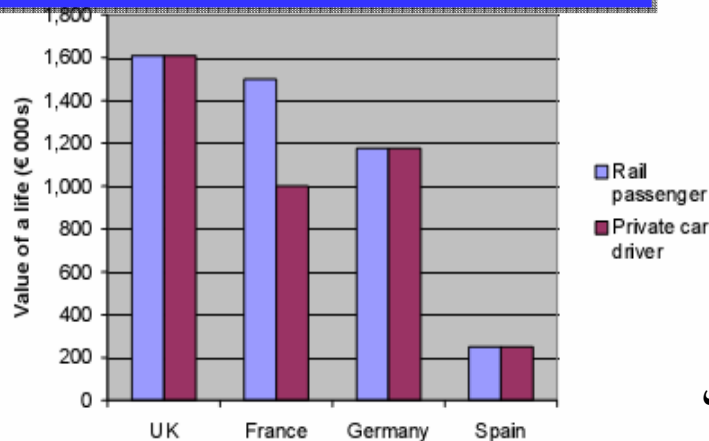
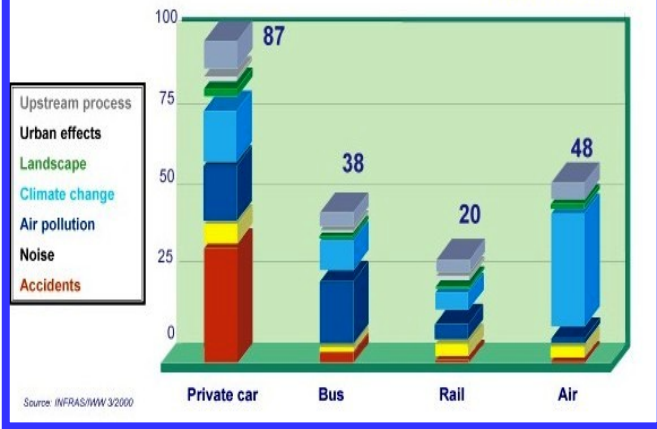
۱. مسیر کوتاهتر
۲. ساخت سریعتر
۳. ساخت ارزانتر
۴. سیر سریعتر
۵. انرژی کمتر



Average External Costs

Without congestion Passenger Traffic 1995

Euro / 1000 Pkm



Emitted waste gases of modern Diesel locomotives:

CO ₂	650	g/kWh
CO	0.6	g/kWh
NO _x	7.5	g/kWh
CH	0.3	g/kWh

آثار زیست محیطی و اجتماعی

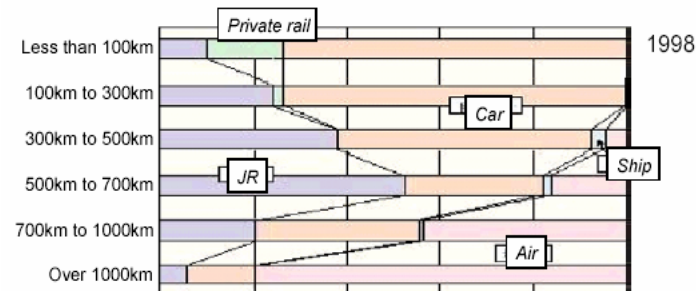
- با مقایسه هزینه اجتماعی حمل و نقل به ازاء هر ۱۰۰۰ نفر کیلومتر در اروپا توسط (INFRAS/IWW) با شرایط ایران (PPP و GNP=3.6) برای هر مسافر خودرو عدد ۲۴ هزار تومان و برای هر مسافر ریلی کمتر از ۶ هزار تومان حاصل میگردد.
- این هزینه در اروپا ۷,۸٪ درآمد سرانه معادل ۵۳۰ میلیارد یورو در سال ۲۰۰۰ و بدون آثار اشیاع ترافیکی محاسبه شده است.
- البته این نسبت بدون در نظر گرفتن نسبت ۶ برابر حوادث جاده ای ایران به متوسط اروپا و یارانه پرداختی بابت سوخت است.
- کمیسیون حمل و نقل ترکیبی انگلیس (CFIT) با مقایسه بین چهار کشور اروپایی متوسط ارزش جان را در پروژه های ریلی بیش از یک میلیون یورو برآورد کرده است.
- این کمیسیون، ارزش وقت را ۱۰ یورو منظور کرده است.
- (FHWA+FRA) مبنای محاسبه ارزش جان در پروژه های ریلی را در ۲۰۰۴ معادل ۳ میلیون دلار محاسبه نموده است.
- کاهش اتلاف وقت حدود ۲۰ میلیارد تومان برای کاهش دو ساعت وقت هر ۱۰ میلیون نفر مسافر (با فرض هر ساعت ۱۰۰۰ تومان)
- کاهش آلودگی هوا به ازاء هر نفر سفر ۱۰ کیلو CO₂
- کاهش عوارض آلودگی صوتی
- کاهش عوارض آلودگی خاک

PPP=purchasing power parity

کشته های جاده ای در اروپا

Western European countries	Number of deaths	Trends 2005/2004
Austria	768	- 12.5%
Belgium	1 089	- 6.4%
Denmark	331	- 10.3%
Finland	379	- 1.1%
France	5 318	- 3.8%
Germany	5 361	- 8.2%
Greece	1 606	- 3.8%
Iceland	19	-17.4%
Liechtenstein	2	Not applicable
Luxembourg	46	- 6.1%
Malta	17	+ 30.8%
Netherlands	750	- 6.7%
Norway	224	- 12.8%
Portugal	1 094	- 3.6%
Spain	3 857	- 18.7%
Sweden	440	- 8.3%
Switzerland	409	- 19.8%
United Kingdom	3 336	- 1.0%
Turkey	4 525	+ 2.2%
Total	29 571	- 6.5%

FIGURE E3 RAIL MARKET SHARE BY JOURNEY LENGTH



- بر اساس گزارش کمیسیون اروپایی وزرای حمل و نقل (ECMT) در سال ۲۰۰۵ در ۱۹ کشور اتحادیه اروپا و حتی ترکیه با جمعیت کل ۴۰۰ میلیون نفر، ۲۹۵۷۱ نفر با رشد منفی ۶٫۵٪ کشته شدند.
- بیشترین کشته ها به ترتیب متعلق بود به : آلمان ۵۳۶۱ نفر، فرانسه ۵۳۱۸ نفر، ترکیه ۴۵۲۵ نفر، اسپانیا ۳۸۵۷ نفر و انگلیس ۳۳۳۶ نفر.
- در سال ۲۰۰۲ بخش ریلی اروپا به ازاء هر میلیارد نفر کیلومتر ۰٫۴ کشته داشت.
- در سال ۱۹۹۸ در کشور ژاپن در مسافت ۵۰۰ تا ۷۰۰ کیلومتر ۵۰٪ مسافرین با راه آهن ژاپن جابجا گردیدند و در فواصل کمتر از ۱۰۰ کیلومتر سهم ریلی ۲۶٪ بود که ۱۶٪ آن متعلق به بخش خصوصی بود .
- قیمت سوخت خودرو، قیمت بلیط، ارزش وقت و ارزش جان از عوامل موثر در تمایل استفاده از روشهای مختلف حمل و نقل با فرض دسترسی یکسان میباشند.
- اخذ هزینه های جانبی از استفاده کنندگان هر روش یکی از راهکارهای مدیریت این هزینه ها است.
- برای نمونه عوارض دسترسی به اتوبان برای یک مسیر مساوی در آمریکا ۷، فرانسه ۲۵ و در ژاپن ۱۰۰ دلار است.
- همین سیاست منجر به بالاترین سهم بخش ریلی در ژاپن به میزان ۳۴٪ در مقابل ۱۰٪ در فرانسه شده است.

زمان و شرایط مناسب برقی و سریع



■ برقی کردن نیز مانند هر اقدام دیگر زمان و شرایط مناسب دارد.

■ این زمان و شرایط قابل محاسبه و پیش بینی است. تقدم یا تاخر در این امر هزینه نسبی را افزوده و عملیات را غیر اقتصادی مینماید.

■ احداث راه آهن سریع السیر نیز تابع همین قاعده است و جایگزین هواپیما و خودرو شدن یکی از شرایط آن میباشد.

■ دو خطه و علانمی کردن و ارتقاء سرعت مقدم بر برقی کردن هستند.

■ بر اساس تجربه دنیا، برقی کردن با ارتقاء سرعت مقدم بر راه آهن سریع السیر است.

■ سهم حمل و نقل سریع در سفرهای ۲,۵ ساعت در اروپا ۷۵٪ و در ۴ ساعت ۵۰٪ است.

■ بانک جهانی در مطالعات خود در سال ۱۹۸۴ نقطه سر به سر برقی کردن را بین ۲ تا ۲۲ میلیون تن ناخالص بر اساس متغیرهای متفاوت در کشورهای مختلف اعلام کرده است.

■ عوامل عمده و با حساسیت در ترافیک بحرانی عبارتند از: هزینه اصلاحات خط، قیمت لکوموتیو، تعرفه سوخت و برق.



برآورد حمل و نقل، ناوگان مورد نیاز

• بانک جهانی در مطالعات خود در سال ۱۹۸۴ که همچنان مورد استناد است، یکی از عوامل مهم تعیین نقطه سر به سر را تاثیر برقی کردن بر ناوگان ذکر میکند که خلاصه فرضیات پایه آن در زیر به ترتیب برای نوع برقی و (دیزلی) آورده شده است:

۱. آماده بکاری لکوموتیو ۹۵-۸۵)، کشورهای جهان سوم تا ۶۵
۲. توان لکوموتیو ۵۰۰۰-۲۵۰۰) کیلووات
۳. هزینه تعمیرات ۰,۸۳-۰,۱۶) دلار بر کیلومتر
۴. قیمت لکوموتیو ۱,۷-۱,۳) میلیون دلار
۵. انرژی مصرفی ۲۳-۶) کیلووات (لیتر) بر تن کیلومتر ناخالص
۶. قیمت انرژی ۵-۲۶) سنت بر کیلووات (لیتر)، از خط انتقال کمتر
۷. سیر روزانه مسافری ۸۰۰-۶۰۰) کیلومتر
۸. هر تن کیلومتر خالص برابر ۲ تن کیلومتر ناخالص
۹. هر نفر کیلومتر برابر ۱ تن کیلومتر ناخالص
۱۰. تناز قطار مسافری و باری ۶۰۰-۱۲۰۰ تن
۱۱. نقطه سر به سر ۲۲-۵) میلیون تن ناخالص
۱۲. هزینه برقی کردن ۱۴۸-۱۰۶ هزار دلار بر کیلومتر یک خطه
۱۳. بدون نیاز به اصلاح خط
۱۴. ضریب دو خطه ۱,۸
۱۵. تاثیر برقی بر ظرفیت ۱۵%
۱۶. نرخ بهره ۱۲%

توضیح: اطلاعات فوق مربوط به متوسط دهه ۸۰ میباشد و صرفاً برای تقریب ذهنی و تخمین اولیه مناسب است و باید برای هر مورد متناسب با شرایط زمانی و مکانی تدقیق گردد.

برقی	دیزلی		
		مسافت	۱
		تعداد خط	۲
		سرعت	۳
		بار محوری	۴
		مسافر	۵
		رشد مسافر	۶
		بار	۷
		رشد بار	۸
		رشد ظرفیت	۹
		لکوموتیو	۱۰
		ناوگان مسافری	۱۱
		ناوگان باری	۱۲
		خط برقی	۱۳
		هزینه نگهداری	۱۴
		هزینه انرژی	۱۵
		هزینه خط برقی	۱۶
		بازگشت سرمایه	۱۷
		نرخ بهره	۱۸
		رشد قیمت برق	۱۹
		رشد قیمت سوخت	۲۰



تأثیر قیمت سوخت و برق

■ یک لکوموتیو دیزل ۲ مگاواتی در سال یک تا دو میلیون لیتر سوخت مصرف میکند.

■ با افزایش قیمت جهانی نفت و رسیدن قیمت فوب (تحويل روی عرشه کشتی) خلیج فارس به حدود ۸۰۰ دلار بر تن مصرف سالانه سوخت لکوموتیو دیزلی تا یک میلیون دلار و حدود شش برابر متوسط هزینه تعمیرات آن بالغ میگردد.

■ در همین شرایط صرفه جویی نسبی هر لکوموتیو باری فعال (در سرویس) بین ۶ تا ۸ میلیون دلار نسبت به حمل جاده ای است.

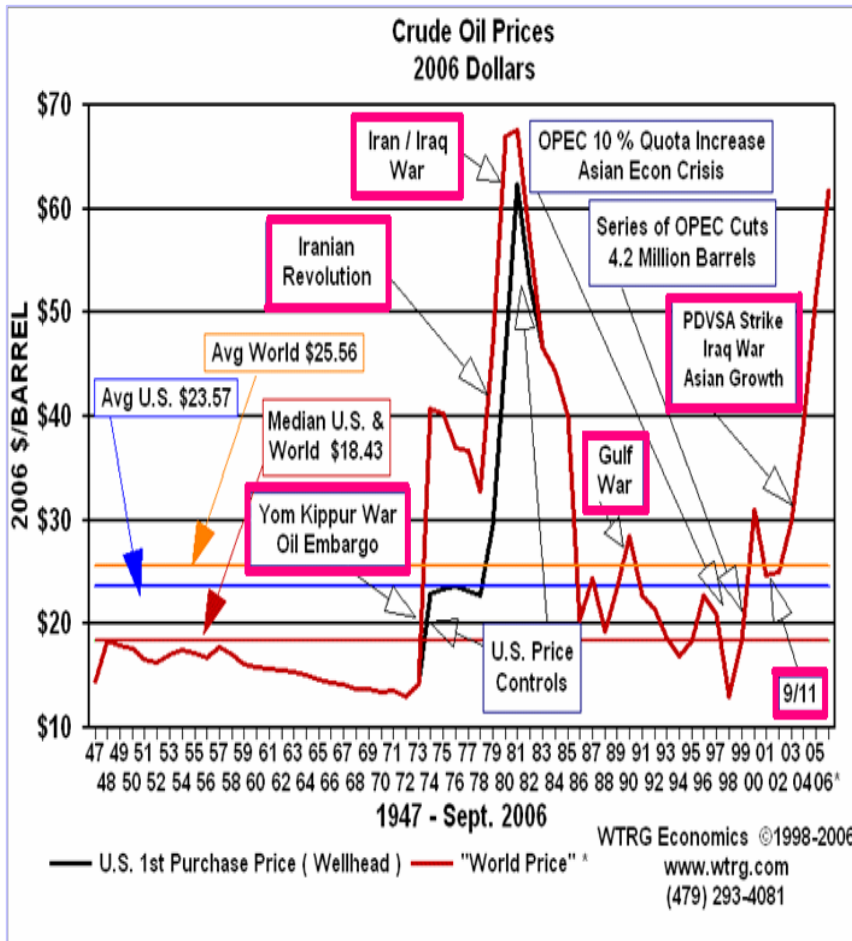
■ افزایش قیمت سوخت، ترافیک بهینه و اقتصادی برقی کردن راه آهن را کاهش میدهد.

■ افزایش قیمت سوخت مسافت اقتصادی حمل را به نفع ریلی تغییر میدهد.

■ در مقابل سهم سوخت در هزینه برق تولیدی نیروگاهها حدود ۸۰٪ بوده و استفاده از سوختهای ارزان چون گاز، مازوت و... و نیز مصرف شبانه هزینه انرژی ریلی را میکاهد.

■ در بخش برق در جهان بدلیل افزایش راندمان تا حد ۵۰٪، استهلاک کم در خطوط انتقال و استفاده از انرژیهای پست، افزایش تعرفه قابل اغماض میباشد.

■ متوسط تعرفه برق صنعتی ۲۰۰۴ در ۳۳ کشور جهان ۵ سنت بوده است.



اطلاعات خطوط برقي برخي کشورها

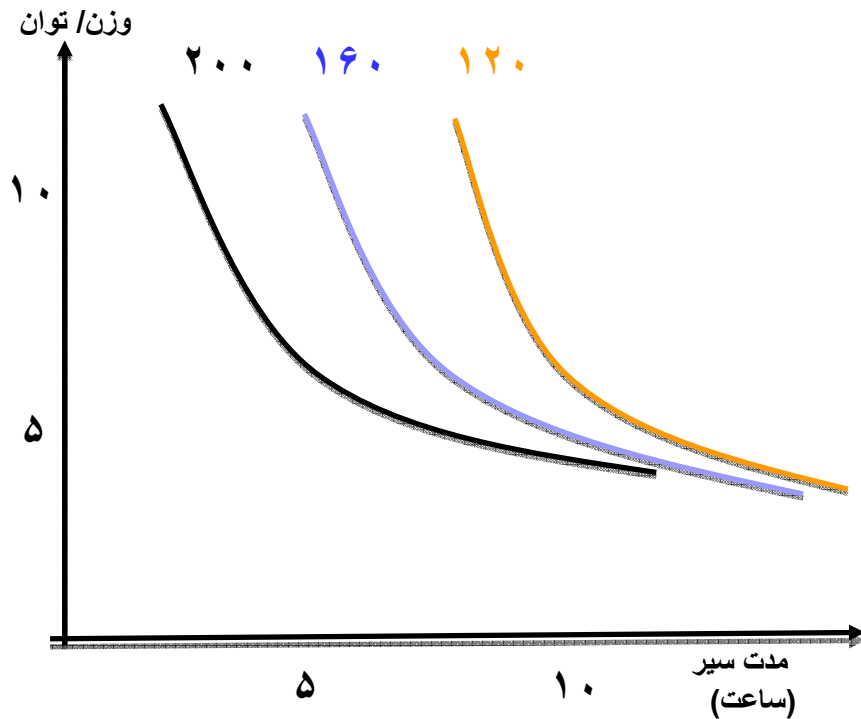
رتبه ايران در نسبت طول خطوط برقي به طول کل خطوط در بين ۴۰ کشور ، ۳۳ مي باشد.

رتبه	کشور	طول کل شبکه (km*)۱۰۰۰	طول شبکه برقي (km*)۱۰۰۰	جابجايي بارومسافر (مليارد واحد حمل)	درصد مسافر	شبکه برقي جديد (۲۰۰۵-۲۰۰۰)	درصد ناوگان برقي	درصد ترافيك ناخالص در خطوط برقي
۱	آفريقاي جنوبي	۲۰	۸	۱۱۰	۱	۲۳۹	۶۰	۹۰
۲	آلمان	۳۴	۱۹	۱۶۱	۴۵	۲۷۱	۴۵	۸۱
۳	ايران	۷	۰.۱۴۸	۳۰	۳۷	۰	۱	۰
۴	آمریکا	۲۲۹	۰.۰۲۳	۲۷۲۶	۱	۰	۰	۰
۵	ترکیه	۹	۲	۱۴	۲۲	۱۶۸	۲۱	۲۳
۶	چین	۶۲	۱۹	۲۵۱۸	۲۳	۴۵۴۴	۳۰	۴۱
۷	روسیه	۸۶	۴۲	۱۹۶۶	۸	۱۳۷۳		۸۳
۸	ژاپن	۲۰	۱۲	۲۶۹	۹۱	۱۳۷	۶۷	۹۳
۹	فرانسه	۲۹	۱۵	۱۲۰	۶۵	۶۶۱	۴۷	۸۹
۱۰	قزاقستان	۲۴	۴	۱۸۴	۱	۴۱۱	۳۷	۵۰
۱۱	لهستان	۲۰	۱۲	۶۲	۲۷	۲۵	۵۹	۹۱
۱۲	هند	۶۳	۱۷	۹۸۳	۵۹	۳۲۳۵	۴۷	۵۴
۱۳	جمع	۵۹۳	۱۵۲	۶۲۱۲	۳۲	۱۱۰۶۴	۳۳	۶۳
۱۴	کل کشورها	۱۰۱۰	۲۴۴	۱۰۸۸۵	۲۰	۱۲۱۱۵	۲۴*	۴۳

* این عدد نسبت لکوموتیوها بدون در نظر گرفتن ترنست می باشد.

بر اساس گزارشات UIC در سال ۲۰۰۳ و ۲۰۰۵ (از بين ۹۰ کشور عضو UIC)

تأثیر توان و سرعت بر زمان سیر

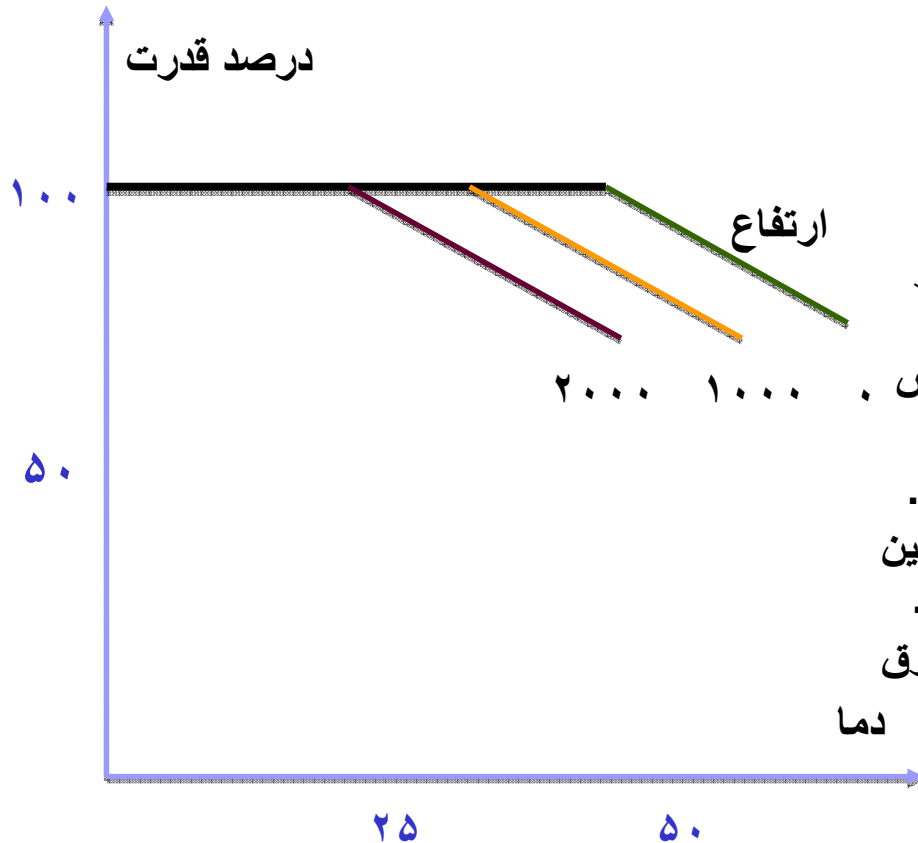


- برای کاهش زمان سیر قطار یا باید نسبت توان به وزن قطار را افزود یا حداکثر سرعت را بالا برد.
- با حفظ سرعت حداکثر با افزایش نسبت توان به وزن میتوان زمان سیر را کاهش داد.
- در نسبت توان به وزن ثابت با افزایش سرعت حداکثر میتوان زمان سیر را کاهش داد.
- با افزایش تعداد واگن، مقاومت نسبی قطار کاهش یافته و زمان سیر کاهش می یابد.
- کاهش ضریب مقاومت هوا نیز در این نتایج موثر است.
- سرعت مجاز حداقل در ایستگاهها نیز موجب تغییر نتایج میگردد.
- برای انتخاب زمان سیر مناسب باید با تحلیل فایده به هزینه با توجه به ارزش وقت و ... به گزینه مناسب را یافت.
- با افزایش سرعت مسافت لازم برای ترمز اضطراری بصورت جدول روبرو افزایش می یابد.

Speed (km/h)	Braking distance (m) - TSI-
۲۰۰	۱۹۴۰
۲۵۰	۳۱۳۰
۳۰۰	۴۶۹۰
۳۳۰	۵۸۴۰



اثر ارتفاع و دما بر قدرت لکوموتیو دیزل



■ قدرت موتور دیزل با افزایش دمای محیط کاهش می یابد.

■ قدرت موتور دیزل با افزایش ارتفاع کاهش می یابد.

■ قدرت موتور دیزل در تونل کاهش می یابد.

■ قدرت لکوموتیو دیزل با گرفتگی فیلتر هوا، رادیاتور آب و ... کاهش میابد.

■ قدرت موتور با افزایش تعداد متوالی لکوموتیو کاهش می یابد.

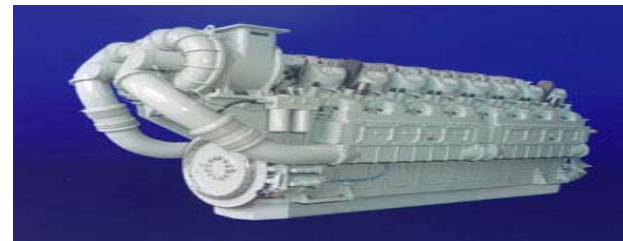
■ مصرف سوخت در تمام شرایط فوق افزایش می یابد.

■ میزان آلودگی نیز در این حالت بالا میرود ولی در عین حال با فاصله بسیار زیاد با هواپیما و خودرو میباشند.

■ درصد خرابی و هزینه لکوموتیو دیزلی در شرایط فوق افزایش میابد.

■ در موتورهای با تنفس طبیعی و توربینها این آثار بسیار شدیدتر بوده و به حدود ۵۰٪ میرسد.

Pollutant	CO (mg)	No _x (mg)	SO (mg)	CH (mg)	CO ₂ (mg)
Railway	3.2	13	11.2	0.3	18
Highway	510	131	11.5	41.8	71
Aviation	225	449	44	17	139

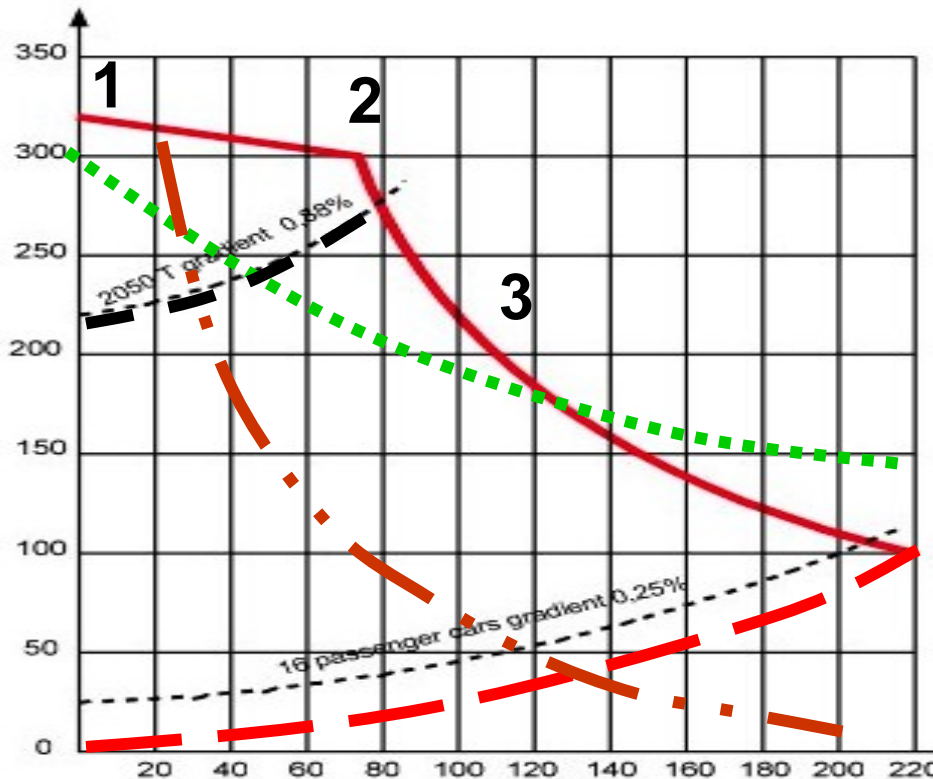


ردیف	نوع لکوموتیو	واحد	دیزلی	برقی	دیزلی	برقی
۱	آرایش محور		BO-BO	BO-BO	CO-CO	CO-CO
۲	توان موتور	kw	۲۰۰۰		۲۰۰۰	
۲	توان روی چرخ	kw	۱۶۰۰	۶۲۰۰	۲۵۰۰	۶۵۰۰
۵	وزن	ton	۸۴	۸۶	۱۲۶	۱۲۹
۶	سرعت	Km/h	۱۴۰	۲۲۰	۱۲۰	۱۴۰
۷	کشش اولیه	kN	۲۲۰	۲۰۰	۵۴۰	۲۰۰
۸	کشش مداوم	kN	۱۸۰	۲۴۰	۴۰۰	۳۲۰
۹	سال ساخت		۲۰۰۰	۱۹۹۹	۱۹۹۸	۱۹۹۸
۱۰	تعداد محصول	دستگاه	۷۰	۲۵۰	۲۱	۱۳
۱۱	کل تولید	دستگاه	۵۲۳	۳۱۳۳	۱۶۰۰	۲۵

منحنی کشش - سرعت لکوموتیو (برقی و دیزلی مسافری)

- توان لکوموتیو مسافری برقی تا بیش از چهار برابر و کشش آن غالباً تا ۳۰٪ بالاتر از نوع دیزلی است. (شکل روبرو)
- توان لکوموتیو باری برقی تا دو برابر بالاتر ولی کشش آن غالباً تا ۲۰٪ کمتر از نوع دیزلی با وزن مساوی است.

مقایسه لکوموتیوهای دیزلی و الکتریکی (یک سازنده) Effort - kN



۱. کشش استارت (STE)
۲. کشش مداوم (CTE)
۳. کشش چسبندگی (ATE)
۴. منحنی چسبندگی
۵. توان لکوموتیو دیزل
۶. توان لکوموتیو برقی
۷. مقاومت قطار مسافری با ۱۶ واگن در فراز ۲,۵ در هزار
۸. مقاومت قطار باری ۲۰,۵۰ تنی در فراز ۸,۸ در هزار

اطلاعات فوق برای لکوموتیوهای ۴ محوره و غالباً اروپایی برای تقریب ذهنی ارائه شده است و برای لکوموتیوهای ۶ محوره متفاوت است.

Speed- km/h



Profile of rail : UIC 60, UIC 54
 Grade of steel : 900A (recommended)
 Type of sleepers : concrete
 Sleeper spacing : 60 cm
 Type of fastening : resilient direct or indirect
 Continuous welded rail : recommended
 Type and section of ballast : very high quality
 and sufficient ballast profile

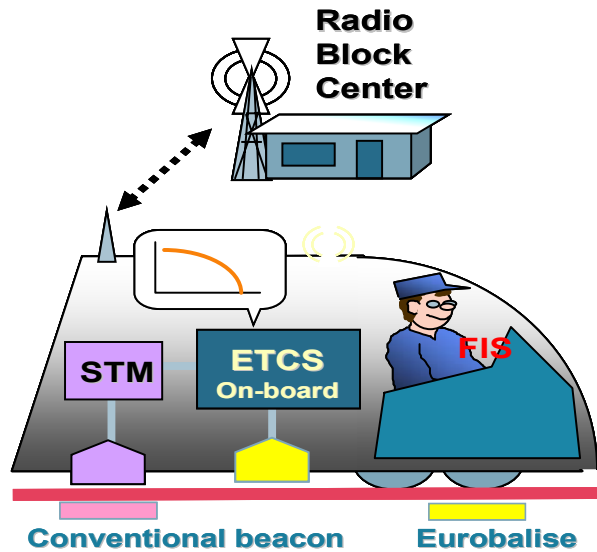
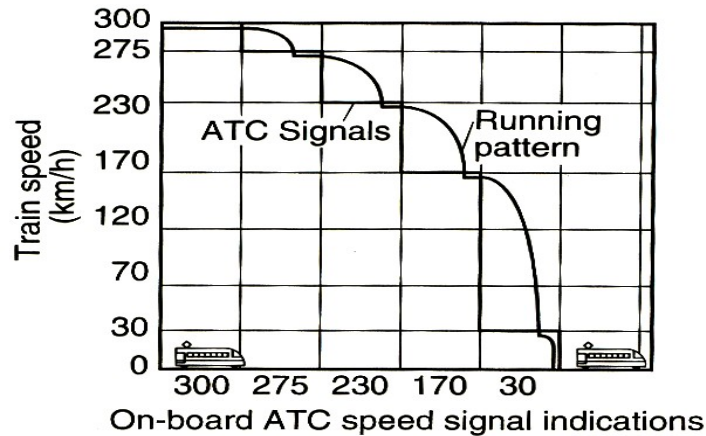


شرایط خط برای سرعت ۲۰۰ و بالاتر

- بر اساس استاندارد ۷۰۵ اتحادیه بین المللی راه آهنها (UIC) منتشره ۲۰۰۳ برای کاهش زمان سیر قطارهای تیلتینگ در خطوط معمولی مشخصات لازم برای سرعت ۲۳۰ بصورت روبرو آمده است:
- برای این سرعت بار محوری ۱۸ تن توصیه شده است.
- حداقل قوس این مسیرها ۲۵۰ متر ذکر شده است.
- بار محوری ۲۲,۵ تن طبق استاندارد ۷۱۳ با سرعت ۲۰۰ مجاز است.
- خطوط سریع السیر بالای ۲۵۰ کیلومتر در ساعت میباشند.
- طبق استاندارد ۷۳۴ گذر گاههای هم سطح در خطوط تا سرعت ۲۰۰ باید طبق استاندارد ۷۶۲ باشند.
- برای سرعت ۱۶۰ به بالا کنترل اتوماتیک قطار الزامیست.
- حداکثر شتاب جانبی مجاز ۱,۸ متر بر مجذور ثانیه میباشد.
- حداکثر دور یا بر بلندی نیز ۱۵۰ میلیمتر است.
- و بر اساس فیش ۷۹۹ حداقل ارتفاع سیم تماس خطوط برقی در سرعت ۲۳۰ برابر ۵۵۰۰ و حداکثر ۶۵۰۰ میلیمتر میباشد.
- بر اساس استاندارد ۴۵۱ برای رعایت حدود بازگشت پذیری به برنامه برای سرعت ۱۶۰ حدود ۱۰٪ و برای ۲۰۰ حدود ۱۳٪ به زمان سیر اضافه میگردد.

سیستم کنترل اتوماتیک قطار

Figure 5 ATC Train Running Pattern



Conventional and ETCS systems can be installed

- سیستم کنترل اتوماتیک قطار (ATC) را برای قطارهای سرعت بالایی چون شینکانسن که حرکت سریع قطار مهلت تایید علائم کنار خط را به راننده نمیدهد ابداع شده است.
- از زمان افتتاح اولین شینکانسن در سال ۱۹۶۴ از سیستم (ATC) برای کنترل تمامی بخشهای خطوط شینکانسن استفاده میگردد.
- راه آهن و موسسه تحقیقات فنی راه آهن ژاپن (RTRI) سیستمهای متنوعی را برای ایمنی در مقابل زلزله، بارندگی شدید، بارش برف شدید، تند باد و ... در خطوط شینکانسن توسعه داده اند.
- برای دستیابی به سرعتی بالای ۱۶۰ کیلومتر بر ساعت استفاده از سیستم علائم کابین توسط اتحادیه بین المللی راه آهنها در استاندارد ۷۳۴ توصیه شده است.
- در سالهای اخیر راه آهنهای اروپا از سیستم (ETCS) برای یکسان سازی و کاهش هزینه استفاده مینمایند.
- ملاحظات ایمنی در قطارهای سریع دنیا منجر به نادر بودن تلفات آنها در مقایسه با قطار معمولی شده است.
- وزارت راه انگلستان در گزارش سال ۲۰۰۳ به دولت و مجلس، علائم در کابین را مقدمه خوبی برای برقی کردن اعلام میکند.

روند جایگزینی لکوموتیو دیزلی، بخار و برقی در آمریکا

سال	جمع	دیزلی	بخار	برقی	خطوط*	حمل #
1929	57559	22	56939	601	610	655
1939	42470	510	41117	843	585	488
1947	41701	5772	35108	821	570	
1960	29031	28278	261	492	548	834
1970	27077	26796	13	268	516	1110
1980	28094	28003	12	79	435	1346
1990	18835	18835	0	0	320	1571
2000	20028	20026	0	0	268	2209

• راه آهنهای باری خصوصی آمریکا با رتبه ۱، تعداد ۷ شرکت میباشند که با کسب ۳۵ میلیارد دلار در سال ۲۰۰۲ به نرخ بازگشت سرمایه ۷٪ دست یافتند.

• دلایل زیر را میتوان برای عدم توسعه و کاهش نرخ نفوذ شبکه برقی در خطوط باری ذکر نمود:

۱. خصوصی بودن راه آهنهای باری در هر دو بخش زیر بنا و ناوگان.

۲. قیمت سوخت گازوئیل پایینتر از سایر کشورهای پیشرفته است.

۳. کاهش کمتر لکوموتیو باری برقی بدلیل کاهش چسبندگی.

۴. ارجحیت سیستم برقی بطور متوسط در ۱۵٪ از مسیر (فراز باردار)

۵. محدودیت ارتفاع برای حمل کانتینر دو طبقه یا خودرو سه طبقه و....

۶. لزوم تعویض لکوموتیو برقی و دیزلی در حمل از مبدا تا مقصد.

۷. بالا بودن بار محوری و دسترسی به موتورهای تا ۶۰۰۰ اسب .

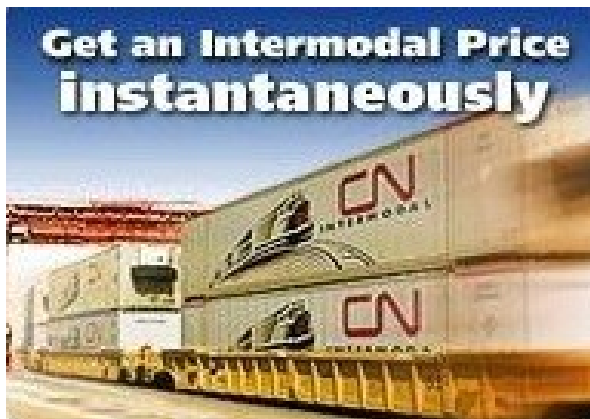
۸. ارتفاع زیاد تونلها و امکان استفاده از موتورهای بزرگتر.

۹. یکی بودن سازنده موتور دیزل و لکوموتیو.

۱۰. تعداد بسیار بالای تولید و قیمت پایین لکوموتیو دیزلی .

۱۱. در حال کاهش بودن طول خطوط ریلی اصلی .

۱۲. استفاده از قطارهای طولی و سنگین با ۲۰۰۰۰ تن .



منبع: Rail Road Facts 2003

روند برقي کردن در چین

برنامه	دوره	راه آهن برقي شده در ۵ سال	کل خطوط برقي شده	درصد برقي شده	درصد بار حمل شده در خطوط برقي
6th	81-85	2507	4187	8	7
7th	86-90	2664	6851	12	18
8th	91-95	3012	9864	16	25
9th	96-2000	5029	14893	22	40
10th	01-05	5587	20132	27	50
	2020	28000	50000	50	80

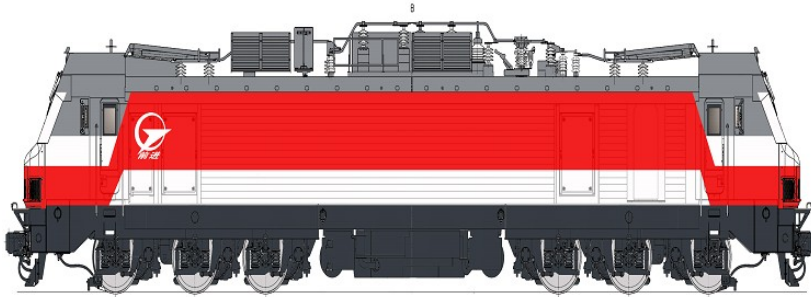
Beijing-Shanghai railway is about 1453km, which was electrified by EEB in only one year. This project also includes related modification works concerning the signaling, communication, power lighting system, and civil works such as permanent way, track bed, bridges, culverts, curve radius adjustment, etc, in order to lift train speed.



- تا ماه جولاي ۲۰۰۶ چین ۴۴ راه آهن برقي با طول كلي ۲۱,۶۸۵ كيلومتر ساخته است.
- نسبت برقي شده ۲۷% است كه بیش از ۵۰% كل بار يا خدمات راه آهن را حمل مينمايد.
- در حال حاضر اين کشور سالانه ۱۰۰۰ كيلومتر از خطوط خود را برقي مينمايد.
- برخي از دلایل توجه چین به برقي کردن را شاید بتوان در موارد زیر خلاصه نمود:
 ۱. راه آهن چین دولتي و تصميم گيري آن متمرکز است.
 ۲. چین وارد کننده سوخت بوده و قيمت سوخت در آن بالاست.
 ۳. راه آهن چین با سرعت بسیار زياد در حال توسعه است.
 ۴. احداث و توسعه راه آهن سريع السير از اهداف مهم است.
 ۵. قطارهاي مسافري طويل و مسير طولاني است.
 ۶. حمل بار عمدتاً معدني و طولاني است.
 ۷. تقاضاي حمل و نقل بار به شدت افزايش يافته است.
 ۸. وزن قطارهاي باري سنگين به ۲۰ هزار تن رسیده است.
 ۹. ظرفيت خطوط باري به ۴۰۰ ميليون تن نیز رسیده است.

اثر جهانی چین بر راه آهن برقی باری

راه آهن چین طی چند سال گذشته بویژه از سال ۲۰۰۴ اقدام به سفارش بیش از ۱۲۰۰ لکوموتیو سنگین ۶ محوره باری با سه سازنده معروف جهانی (آستوم، بمباردیر و توشیبا)، نموده است که بیش از ده برابر متوسط خرید جهانی لکوموتیو برقی ۶ محوره با عرض استاندارد طی سی سال گذشته از این شرکتها میباشد و اولین سری آنها سال گذشته وارد سرویس شده است.



این لکوموتیوها قرار است در مسیرهایی چون داتونگ - شین

هوانگداو با ظرفیت ۴۰۰ میلیون تن در سال جایگزین

لکوموتیوهای دوقلو ۴ محوره در حمل قطارهای ۲۰۰۰۰ تنی

گردند و به این ترتیب ۳ لکوموتیو مذکور بجای ۶ لکوموتیو ۴

محوره قرار میگیرد.

Axle load: 23t

with ballast: 25t

Tractive power at wheel rim

(continuous): 9600kW

Electric braking power at wheel rim

(continuous): 9600kW

Continuous traction effort: 540kN

Continuous speed: 80km/h

Constant power speed range:

Tractive state: 80-140km/h

Regenerative braking state: 96-140km/h



برخی عوامل بهره وری در شبکه و قطار برقی و سریع

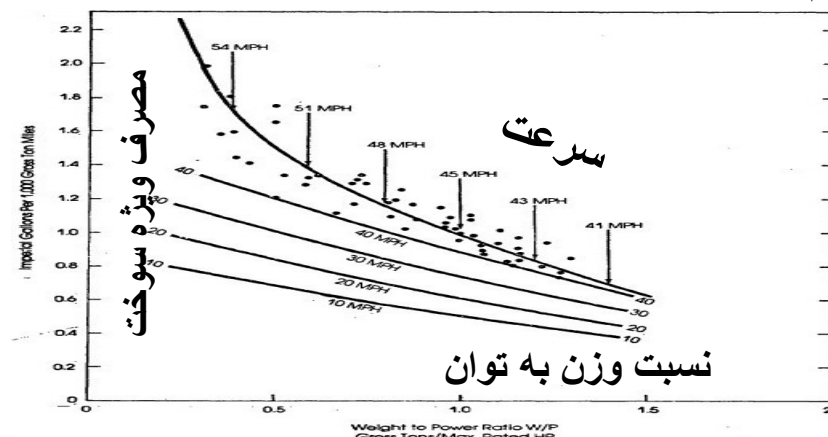


باید بهره وری را در کنار اثر بخشی و کارایی
با نگاه فایده به هزینه مورد توجه قرار داد.

- | | |
|-----------------------------|----------------------|
| افزایش طول قطار | افزایش عرض واگن |
| افزایش طول واگن | افزایش طول واگن |
| دو طبقه کردن واگن | تعداد صندلی بر واگن |
| اعتدال در تعداد درب | انعطاف پذیری چینش |
| ظرفیت قلاب | پلاتفرم مشترک ناوگان |
| دو خطه کردن | |
| تراک بندی دوخطه | |
| افزایش فراز در خطوط سریع | |
| افزایش بار محوری | |
| افزایش بار بر طول | |
| کاهش فراز غالب در خطوط باری | |
| افزایش شعاع حداقل قوسها | |
| توازی با آزادراهها | |
| سیستمهای ماجولار | |
| سیستمهای تشخیص عیب | |

رکوردهای ریلی دنیا:

- ۲۰۰۷ فرانسه ۵۷۵ km/h قطار TGV دو طبقه
- ۲۰۰۶ اسپانیا ۴۰۴ km/h قطار AVE
- ۲۰۰۵ ژاپن ۵۸۱ km/h قطار مغناطیسی
- ۲۰۰۵ ایتالیا ۳۵۱ km/h قطار ETR
- ۱۹۹۶ ژاپن ۴۴۳ km/h شینکانسن
- ۱۹۹۰ فرانسه ۵۱۵ km/h قطار TGV
- ۱۹۸۹ آلمان ۴۵۰ km/h قطار مغناطیسی
- ۱۹۸۸ آلمان ۴۰۷ km/h قطار ICE



ترنست، قطار یا پوش پول

با فرض زمان سیر یکسان:

- با کاهش تعداد واگن در قطار هزینه بر صندلی افزایش میابد.

- برای کاهش هزینه نسبی در قطارهایی کم ظرفیت از سیستمهای خودکشش یا ترنست میتوان استفاده نمود.

- در حد فاصل توجیه قطار و ترنست از قطارهایی دو کشنده میتوان استفاده نمود.

- هر کدام از این سیستمها قابل ارتقاء می باشد و بعنوان مثال دو طبقه کردن در قطارهایی ژاپن، فرانسه و آلمان بدون اضافه کردن وزن ظرفیت را تا ۴۰٪ افزایش داد.
- متناسب با شرایط هر کشور این نسبتها تغییر میکند.

- ۱- محدوده مناسب ترنست

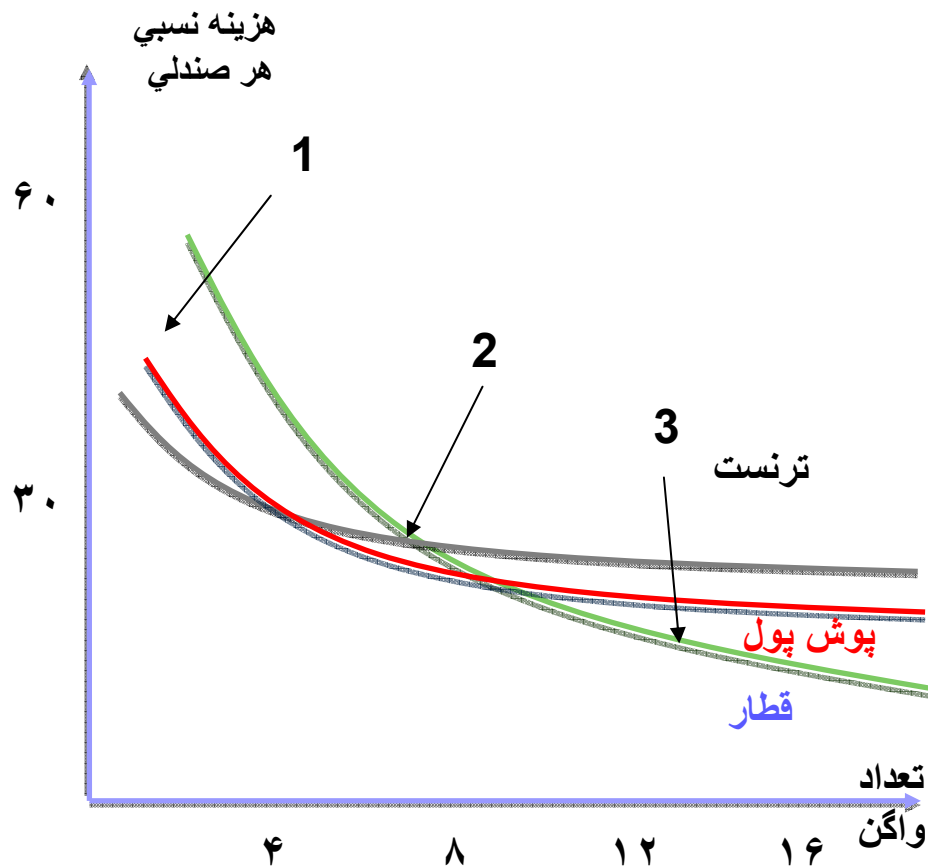
- ۲- محدوده مناسب پوش پول

- ۳- محدوده مناسب قطار

- این رابطه برای مقایسه

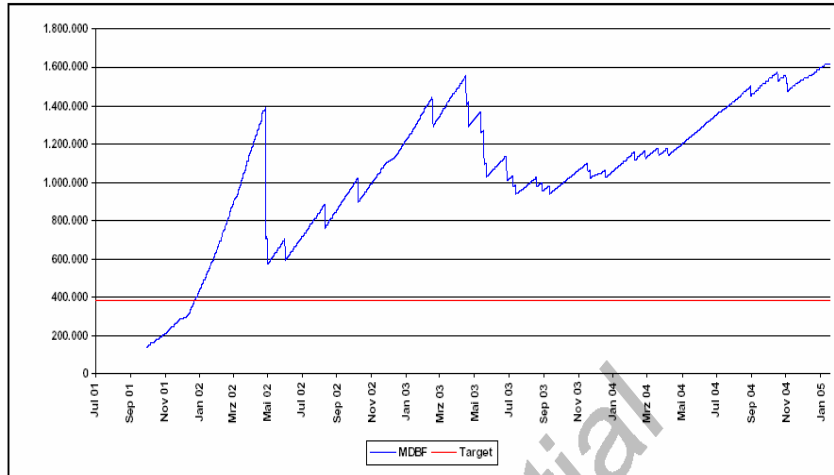
- روشهای مختلف حمل و نقل

همچون روش دریایی، هوایی جاده ای و ریلی نیز برقرار است.



Copyright © 2002 D A J Fossett

قابلیت اعتماد و آماده بکاري (RAMS)



Target: 380.000 km Actual MDBF: 1.620.745km

The measured average reliability is very much better than the contractual value of 380'000 km (total fleet operation is 54 Mio



Source: DB Cargo

یکی از شاخصهای گسترش یافته طی دهه های گذشته در راه آهنهای جهان (RAMS) میباشد. این شاخص مخفف قابلیت اعتماد، آماده بکاري، تعمیرپذیری و ایمنی است.

بعنوان مثال راه آهن ایتالیا در ۱۹۹۵ حد ۲,۵ خرابی در سیر یک میلیون کیلومتر را برای ترنست ۱۰ واگنه الکتریکی تعیین کرده بود که با تدابیر، تلاش و اصلاحات انجام شده نتایج بهتری حاصل شد.

نمونه دیگر برای خرید لکوموتیو برقی در نمودار روبرو مشاهده میگردد که تحقق ۳۸۰,۰۰۰ کیلومتر فاصله بین دو خرابی (MDBF) بعنوان تکلیف سازنده بوده و طی ۴ سال با سیر ۵۴ میلیون لکوموتیو کیلومتر به عدد ۱,۶ میلیون کیلومتر دست یافتند.

برای آماده بکاري نیز به متوسط ۹۷% در طی در همین مدت دست یافتند.

بسیاری از راه آهنها شاخصهایی چون قابلیت اعتماد، آماده بکاري و... را در مشخصات فنی قرارداد لکوموتیوها حتی از نوع دیزلی درج مینمایند.

RAMS=RELIABILITY,AVAILABILITY,MAINTAINABILITY,SAFETY



مهندسي فاکتورهاي انساني

- اهميت مهندسي فاکتورهاي انساني در مقايسه راحتي اتوبوسهاي جديد و قديم بين شهري آشکار ميگردد.

- حدود راحتي انسان متناسب با زمان تحمل، متفاوت است بعنوان مثال فضاي نسبي مفروض هر مسافر در يك واگن مترو با واگن قطار حومه و سراسري تا چند برابر کمتر است و بايد با مطالعه و آزمايش قطعي گردد.

- استراتژي راه آهنها براي اولويت بندي فاکتورها با نظر سنجي از مسافرين و ملاكهايي چون آناليز فايده هزينه اتخاذ ميگردد.
(delivering a sustainable railway, DFT)

- سطح صدای ۲۵ متری ۸۴

- دمای مطلوب ۲۴

- هوای تازه ۲۰٪

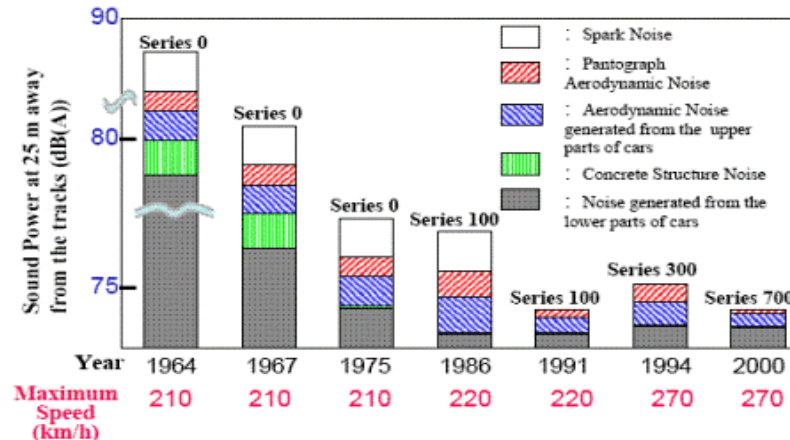
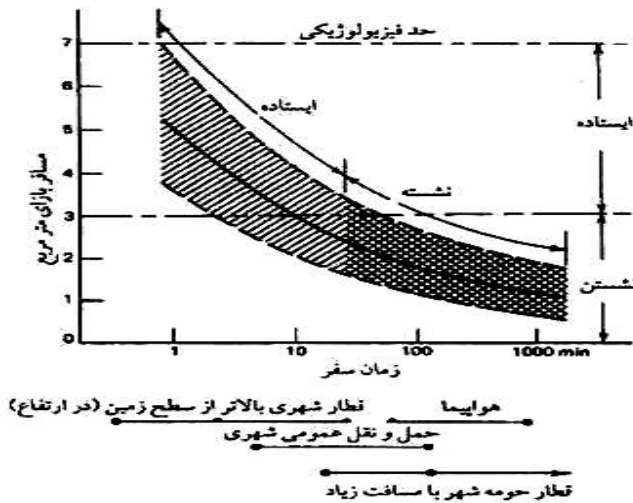
- گام صندلي (متر) ۰٫۸

- شتاب منفي ۰٫۸ m/ss

- شتاب مثبت ۱ m/ss

- شتاب جانبي ۱ m/ss

- شتاب قائم ۰٫۶ m/ss



تغییرات صدا در فاصله ۲۵ متری



هزینه و زمان اجرای برقی کردن راه آهن

- بانک جهانی در دهه ۸۰ متوسط هزینه برقی کردن را ۱۵۰۰۰۰ دلار برای راه آهن یکخطه برآورد کرده است.
- با توجه به توان ساخت داخل برقی کردن هر ۱۰۰۰ کیلومتر دو خطه حدود **۲۵۰ میلیون یورو** برآورد میگردد.

۲۳۰	۲۰۰	۱۶۰	لکوموتیو
۲۶۰۰	۲۵۰۰	۲۳۰۰	4MW
۲۸۰۰	۲۷۰۰	۲۵۰۰	5MW
۳۰۰۰	۲۹۰۰	۲۷۰۰	6MW

- زمان اجرای پروژه با این مشخصات حدود ۳ سال و حتی کمتر میتواند باشد.
- ساخت لکوموتیو برقی در همین مدت امکانپذیر است.
- تاثیر سرعت و توان لکوموتیو در قیمت آن در جدول بالا آورده شده است.
- اثر سرعت و ظرفیت در قیمت خط برقی مشابه جدول پایین است.
- هزینه احداث خطوط سریع السیر اروپا بطور متوسط **۱۳ میلیون یورو** برکیلومتر است.

- هزینه تعمیرات هر کیلومتر خط سریع السیر ۷۰ هزار یورو در سال است.
- یکی از روشهای تامین هزینه که بویژه در ژاپن و فرانسه بکار گرفته شده استفاده از فرصتهای تجاری جانبی همچون هتل، خدمات، مراکز فروش و مستغلات میباشد.

۲۵۰	۲۰۰	۱۶۰	خط برقی
۲۶۵	۲۲۵	۲۰۰	20min
۳۰۰	۲۵۰	۲۲۰	10min
۳۳۰	۲۷۰	۲۴۰	5min

- قیمت یکدستگاه ترنست سریع السیر با ۳۵۰ نفر ظرفیت ۲۰ میلیون یورو و هزینه تعمیرات سالانه ۱ میلیون یورو با سیر ۵۰۰ هزار کیلومتر در سال.
- قیمت یکدستگاه ترنست ۷ واگنه و سرعت ۲۳۰ با ظرفیت ۵۰۰ نفر حدود **۲۰ میلیون دلار** است.



گزینه های مختلف سرعت (برای مسافت ۱۰۰۰ km)

سرعت	۱۶۰	۲۵۰	۳۵۰
شرایط خط	موجود	موجود	جدید
سیستم کشش	Diesel	Electric	High speed
انرژی سرانه	۱۶ لیتر یا کیلووات	۳۰	40
زمان سیر	۹ ساعت	5	۳
ظرفیت نسبی	۲ صندلی بر متر	۳	۴
سیر سالانه	۲۵۰ هزار کیلومتر	۵۰۰	۷۵۰
ظرفیت نهایی	۲۰ میلیون نفر	۶۰	۱۵۰
زیر ساخت	۱۰۰ میلیارد تومان	۶۰۰	۳۰۰۰
ناوگان ۱۰ میلیون	1200	800	600
کل هزینه	1300	1400	3600
نگهداری	۱۰۰ میلیارد تومان	۱۲۰	۲۰۰
بلیط بدون یارانه	۴۰ هزار تومان	30	60
زمان ساخت	۲ سال	3	8

- بمنظور تصور یک نمونه قابل مقایسه جدول روبرو با داشتن گزینه های مختلف سرعت از ۱۶۰ تا ۳۵۰ کیلومتر در ساعت با فرض کشش دیزلی، برقی و خط سزیم السیر برای حمل ۱۰ میلیون نفر در سال با سیر ۱۰۰۰ کیلومتر تدوین شده است.

- اعداد ذکر شده تقریبی و نسبی بوده و با تجزیه و تحلیل باید برای هر مسیر خاص محاسبه گردند.

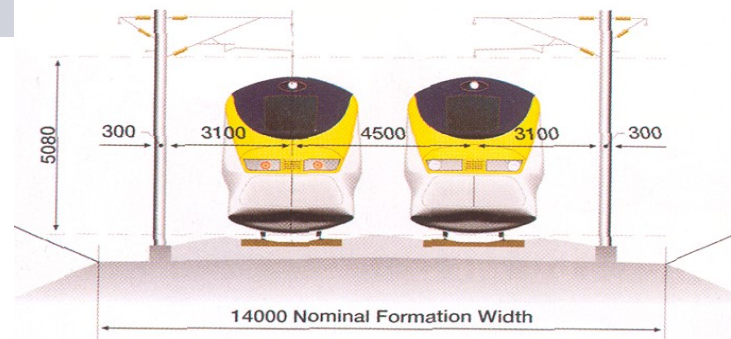
- یکی از مزایای مهم افزایش سرعت، سیر بیشتر سالانه ناوگان و افزایش ظرفیت مسافر واگنها میباشد.

خلاصه استراتژي برقي کردن راه آهن

<p><u>قوتها:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • خودکفائي بالاتر لکوموتيو برقي • افزايش ظرفيت شبکه • افزايش سرعت متوسط • کاهش مصرف سوخت و هزینه تعمیرات 	<p><u>ضعفها:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • هزینه و زمان احداث شبکه • محدودیت لکوموتيو به مسیر • ضعف کارشناسي و پیمانکاری • کشش کمتر در حالت باري 	<p>داخلي</p> <p>بيروني</p>
<p><u>فرصتها:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • محدودیت تامین لکوموتيو • ديزلي • تحریم صنعت هواپیمایی • افزايش قيمت سوخت • ایمني نسبي ۶۰ برابر 	<p><u>تهدیدها:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • تامین لکوموتيو برقي • تامین تجهیزات پست ها • تامین انرژی برق • آماده نشدن مقدمات 	<p>۱- پيش بيني اتصال به سريع السير</p> <p>۲- زمينه سازي سرمايه گذاري خصوصي با تامین لکوموتيو</p> <p>۳- رفع گلوگاههاي شبکه براي جهش سهم با رشد ۵۰٪</p> <p>۴- الزام سياست محاسبه هزینه اجتماعي</p>
<p>۱- پيلوت خط برقي و پست</p> <p>۲- ساخت پروتوتايب لکوموتيو</p> <p>۳- پيش بيني گزینه هاي متعدد</p> <p>۴- قرارداد تهاتري با انرژی</p>	<p>۱- پيلوت خط برقي و پست</p> <p>۲- ساخت پروتوتايب لکوموتيو</p> <p>۳- پيش بيني گزینه هاي متعدد</p> <p>۴- قرارداد تهاتري با انرژی</p>	<p>۱- پيلوت خط برقي و پست</p> <p>۲- ساخت پروتوتايب لکوموتيو</p> <p>۳- پيش بيني گزینه هاي متعدد</p> <p>۴- قرارداد تهاتري با انرژی</p>



راه آهنهای سریع دنیا



TGV	ICE	TALGO	TRE	THSRC	KTX	Shinkansen	
فرانسه	آلمان	اسپانیا	ایتالیا	تایوان	کره	ژاپن	کشور
۱۴۳۵	۱۴۳۵	۱۴۳۵	۱۴۳۵	۱۴۳۵	۱۴۳۵	۱۴۳۵	عرض خط
۱۷	۲۰	۱۷	۱۹		۲۰	۱۷	بار محوري
۳۲۰	۳۲۰	۳۵۰	۳۰۰		۳۰۰	۳۰۰	سرعت حداکثر
۵۴۵	۴۰۴	۳۱۸	۵۹۴	۹۸۹	۹۳۵	۱۳۲۴	ظرفیت قطار
۴۲۴	۴۶۹	۳۶۰	۴۶۵			۷۹۴	وزن قطار
2*۲۰۰	2*۲۰۰	۲۰۰	۳۱۷	۳۰۴	۳۸۸	۴۰۴	طول قطار
۳۰۰					۱۲۲	۴۰۰	قطار در روز
۳۵	40	۱۲	۱۸		30	۳۵	فراز حداکثر
۳۲۰۰	۵۱۰۰	۲۳۰۰	۵۱۰۰		۷۰۰۰	۲۵۰۰	حداقل شعاع
۷۱	۸۲	۷۵	۷۶		۱۰۰	۶۱	مقطع تونل
۴۲۰۰	۴۷۰۰	۴۳۰۰	۵۰۰۰		۵۰۰۰	۴۲۰۰	فاصله دو خط
۲۹۰۴	۳۰۲۰	۲۹۰۴	۲۸۴۵		۲۹۰۴	۳۳۸۰	عرض واگن
۵۰۰	۱۶۷	۴۶	۶۰	۳۰	۵۰	۳۳۰	تعداد ترنست
۱۵۰۰				۳۵۴	۴۰۰	۲۳۰۰	خطوط سریع

■ از سال ۱۹۶۴ که ژاپن اولین قطار سریع را افتتاح نمود کشورهای متعددی به این حرکت پیوستند.

■ اقدام ژاپن بیشتر برای پاسخگویی به تقاضای روز افزون سفرهای کاری روزمره بود ولی در اروپا بیشتر هدف سفرهای تجاری و تبیین توانایی پس از عقب افتادگی ۲۰ ساله بود.

■ اضافه عرض واگنهای ژاپن به میزان ۵۰ سانتیمتر، تقدم در ساخت قطارهای سریع السیر دو طبقه و اهمیت بیشتر به ظرفیت، از عوامل بهره وری بیشتر در قطار سریع این کشور است.

مشخصات خطوط سریع برای استفاده متقابل

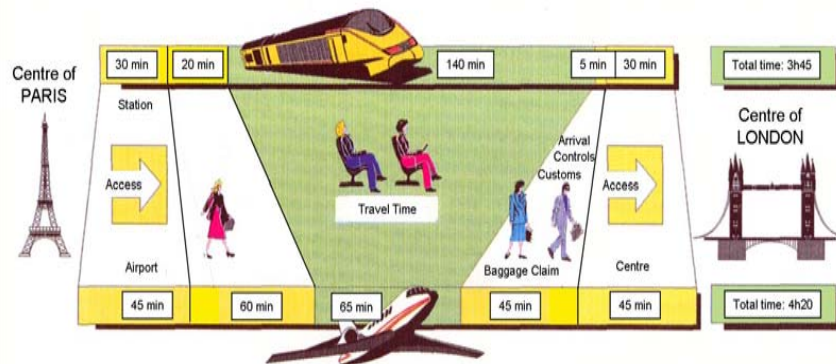


TABLE 1 TYPES OF LINE, PARAMETERS OF THE ROUTE AND THE GEOMETRY OF THE TRACK

PARAMETER	COUNTRY										STI (Draft)
	(km/h)										
	France		Germany			Italy		Spain		Belgium	
	300	350	300 (1)	300 (2)	350 (3)	300	350 (3)	300	350	300	350
Type of traffic	PASSENGER	PASSENGER	PASSENGER /FREIGHT	PASSENGER	PASSENGER	PASSENGER /FREIGHT	PASSENGER /FREIGHT	PASSENGER	PASSENGER	PASSENGER	PASSENGER
Maximum axle load for the maximum line speed, high speed trainsets (t)	17	17	17	17	≤ 16	17	17	17	18	17	17
Maximum axle load for locomotives (t)	None	None	20	None	None	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	None
Maximum axle load for freight wagons (7) (t)	None	None	22.5	None	None	22.5	22.5	None	None	22.5	None
Maximum design speed of the lines (km/h)	300	350	300 (tunnels 330)	300 (tunnels 330)	350	250 - 300	350	270	350	320	> 300
Maximum operating speed of the lines (km/h)	300	320	300	300	330	300	350	270 (300)	> 300	300	None
Minimum radius of curvature for the maximum speed (m)	4 000	6 250 exc. (5 556)	4 000	3 350 (4)	5 120	5 450	7 000	4 000	6 500	4 800	Defined by I
Maximum cant of the rack (mm)	180	180	160	170	170	105	130	150	150	150	200
Maximum gradient (mm/m)	35	35	20	40	40	12 (6)	12 (6)	12.5	25	15 - 21 (6)	35 (for lengths < 6 km)

در سال ۲۰۰۱ سند استاندارد توسط اتحادیه راه آهن های دنیا تنظیم گردید مبنی بر اینکه :
خطوط جدید باید با قابلیت سرعت ۳۵۰ کیلومتر بر ساعت برای امکان استفاده متقابل برای قطارهای سریع السیر تمامی کشورهای اروپا ساخته شود.
بر این اساس امکان سیر مستقیم قطارها از يك کشور به کشور دیگر بدون تعویض حتی لکوموتیوران فراهم میگردد.