

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



دانشگاه پیام نور

دانشکده فنی و مهندسی تهران

مرکز شمیرانات

پایان نامه

برای دریافت مدرک کارشناسی ارشد

رشته راه و ترابری

گروه عمران

عنوان پایان نامه:

بررسی و اصلاح زیرسازی خطوط راه آهن موجود جهت ارتقاء سرعت و تردد قطارهای
سریع السیر

حسین کاکاخانی

استاد راهنما: دکتر محمودرضا کی منش

آذر 1392

اینجانب حسین کاکاخانی دانشجوی ورودی سال 1389 مقطع کارشناسی ارشد رشته راه و ترابری گواهی می‌نمایم چنانچه در پایان نامه خود از فکر، ایده و نوشته دیگری بهره گرفته‌ام با نقل قول مستقیم یا غیرمستقیم منبع و ماخذ آن را نیز در جای مناسب ذکر کرده‌ام. بدیهی است مسئولیت تمامی مطالبی که نقل قول دیگران نباشد برعهده خویش می‌دانم و جوابگوی آن خواهم بود.

نام و نام خانوادگی دانشجو: حسین کاکاخانی

تاریخ و امضاء

اینجانب حسین کاکاخانی دانشجوی ورودی سال 1389 مقطع کارشناسی ارشد رشته راه و ترابری گواهی می‌نمایم چنانچه براساس مطالب پایان نامه خود اقدام به انتشار مقاله، کتاب، و ... نمایم ضمن مطلع نمودن استاد راهنما، با نظر ایشان نسبت به نشر مقاله، کتاب، و ... به صورت مشترک و با ذکر نام استاد راهنما مبادرت نمایم.

نام و نام خانوادگی دانشجو: حسین کاکاخانی

تاریخ و امضاء

کلیه حقوق مادی مترتب از نتایج مطالعات، آزمایشات و نوآوری ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه متعلق به دانشگاه پیام نور می‌باشد.

" من لم يشكر المخلوق، لم يشكر الخالق "

سپاس و قدردانی :

حمد و سپاس بیکران خداوند سبحان را که چون همیشه بر بنده خویش منت نهاد و توانایی و توفیق تحقیق در گوشه ای از میهن عزیز را بر او عنایت فرمود . در انجام این تحقیق خود را مدیون زحمات و مساعدت های عزیزان بسیاری می دانم که بی تردید بدون یاری و همکاری ایشان، امکان ن به نتیجه رسیدن آن وجود نمی داشت . در اینجا بر خود لازم می دانم که زحماتشان را ارج نهاده و صمیمانه از همه آنان تشکر نمایم .

- استاد گرانقدر جناب آقای دکتر کی منش راهنمایی این تحقیق را بر عهده داشتند که بدون راهنمایی ایشان امکان تهیه این مجموعه وجود نداشت . این بزرگوار که با پشتکار و تلاش زائد الوصف، دلسوزانه و با خلوص نیت، برای این مهم زحمت زیادی کشیدند و در تمام طول تحصیل، از راهنمایی های ارزنده و بی دریغ ایشان بهره مند شدم.

دقت و تیزبینی ایشان، نقش غیرقابل انکاری در هر چه پربارتر شدن پایان نامه داشته است سپاسگزاری میکنم.

- از جناب آقای دکتر نوبخت، مدیریت محترم گروه عمران دانشگاه که دلسوزانه موارد مختلفی را در بهتر به ثمر رسیدن این پژوهش به اینجانب یادآوری فرمودند تشکر می نمایم .

- از جناب آقای دکتر منیر عباسی به عنوان داور، که قبول زحمت مطالب این تحقیق را کنترل نموده و با ارائه راهنمایی های ارزنده، اینجانب را یاری نموده اند.

- از آقایان مهندس احسان حاجی بابایی، دکتر آزاد رشیدیان و خانم لیلا زرگر که در کنترل و ویرایش علمی این پایان نامه مرا یاری دادند تشکر و قدردانی می نمایم .

- و از تمامی عزیزانی که امکان تشکر از تک تک ایشان در اینجا مقدور نیست، به خاطر کمک ها و همکاری های صمیمانه ایشان در طول دوران تحصیل تشکر می نمایم .

حسین کاکاخانی

پاییز 1392

چکیده:

با ظهور خطوط سریع السیر به عنوان کاراترین روش حمل مسافر در مسیرهای بین شهری، تحولی عظیم در حمل و نقل ریلی بوجود آمده است. با وجود بهبود قابل ملاحظه ای که این خطوط در سیستم حمل و نقل پدید آورده اند، وجود بارهای دینامیکی و ضربات شدیدی د وارده بر خط در سرعت های بالا نگرانی هایی در مورد کفایت روشهای طراحی سنتی در طرح این خطوط به وجود آمده است.

با توجه به هزینه های بالای ساخت خطوط راه آهن سریع السیر، برخی از کشورها در جهت ارتقاء خطوط موجود و افزایش کیفیت و بهبود شرایط بهره برداری آنها به نتایج خوبی دست یافته اند که می تواند الگوی سایر کشورها باشد. ارائه ی یک روش مناسب جهت تعیین نشست و تغییر شکل در خطوط راه آهن در اثر عبور قطارهای سریع السیر با در نظر گرفتن مفاهیم اولیه ی بارگذاری خطوط و اصول ارتعاشات و دینامیک خاک از الزامات این تحقیق می باشد. القای ارتعاش در خطوط به وسیله ی حرکت قطارهای سریع السیر از مسائل پیچیده دینامیکی می باشد. انواع گوناگونی از ارتعاشات در اثر عبور قطار از ناهمواری چرخها یا ریلها و پستی و بلندی تراورسها حاصل می گردد. این ارتعاشات به سازه خط ارسال می گردند.

پس از عبور ارتعاشات از لایه های مختلف، امواج حاصله موجب ایجاد ناراحتی برای ساکنین همجوار خطوط راه آهن و همچنین باعث نشست های احتمالی مجموعه ی خط در بخش هایی که دارای بستر ضعیف می باشند خواهد شد.

در این مقاله در ابتدا مسئله ارتعاش خاک بوسیله ی روشهای مختلف مورد بررسی قرار گرفته و سپس سعی شده مشخصات ارتعاشات فونداسیونها که همان زیرسازی خطوط راه آهن می باشد با مدنظر قرار دادن تاثیر سختی و میرایی خاک در انتقال و میرا نمودن ارتعاشات بررسی و به وسیله ی یک روش عددی نرم افزاری میزان تغییر مکان بستر محاسبه و ارزیابی گردد.

کلمات کلیدی: زیرسازی خطوط راه آهن، سرعت بحرانی، پدیده تشدید، تغییر مکان خط، میرایی

فهرست مطالب

۱	.....مقدمه	۱
۱	.....فصل اول : تاریخچه راه آهن سریع السیر	۲
۲	.....تاریخچه راه آهن سریع السیر	۳
۲	.....۱-۱-تاریخچه راه آهن سریع السیر در جهان	۲
۲	.....۱-۱-۱-وضعیت راه آهن سریع السیر در اروپا	۲
۲	.....۱-۱-۱-۱-فرانسه	۲
۳	.....۱-۱-۱-۲-آلمان	۳
۳	.....۱-۱-۱-۳-بلژیک	۳
۴	.....۱-۱-۱-۴-انگلستان	۴
۴	.....۱-۱-۱-۵-هلند	۴
۴	.....۱-۱-۱-۶-ایتالیا	۴
۵	.....۱-۱-۱-۷-اسپانیا	۵
۵	.....۱-۱-۱-۸-پرتغال	۵
۵	.....۱-۱-۱-۹-لهستان	۵
۶	.....۱-۱-۱-۱۰-سوئد	۶
۶	.....۱-۱-۱-۱۱-روسیه	۶
۷	.....۱-۱-۲-وضعیت راه آهن سریع السیر در آسیا	۷
۷	.....۱-۲-۱-ژاپن	۷
۸	.....۱-۲-۲-کره جنوبی	۸
۹	.....۱-۲-۳-چین	۹

۹	.....۱-۱-۲-۴-تایوان
۹	.....۱-۱-۲-۵-ترکیه
۹	.....۱-۱-۲-۶-هند
۱۰	.....۱-۱-۲-۷-عربستان سعودی
۱۱	.....۱-۱-۳-وضعیت راه آهن سریع السیر در سایر نقاط جهان
۱۱	.....۱-۱-۳-ایالات متحده آمریکا
۱۱	.....۱-۱-۳-۲-مراکش
۱۱	.....۱-۱-۳-۳-برزیل
۱۱	.....۱-۱-۳-۴-آرژانتین
۱۲	.....۱-۲-تاریخچه راه آهن سریع السیر در ایران
۱۲	.....۱-۳-آمار کلی خطوط راه آهن سریع السیر در دنیا
	.....۱-۴-اهمیت احداث و تغییر خطوط راه آهن موجود به راه آهن سریع السیر در ایران (برنامه ریزی و ارزیابی)
۱۴	.....۱-۴-۱-ارزیابی اقتصادی پروژه
۱۵	.....۱-۴-۲-هزینه ها و فایده ها
۱۶	.....۱-۴-۲-۱-هزینه ها
۱۷	.....۱-۴-۲-۲-فایده ها
۱۹	.....فصل دوم : سیستم های ریلی و اجزای آن
۲۰	.....۱-۲-تعریف خط راه آهن سریع السیر
۲۱	.....۲-۲-مشخصات هندسی مورد نیاز خطوط راه آهن سریع السیر
۲۲	.....۱-۲-۲-۱-سوزن (دوراهی)
۲۲	.....۱-۲-۲-۱-۱-مشخصات هندسی سوزن ها

۲۳	..... ۲-۱-۲-۲- نکات مهم در بکارگیری سوزن های مسیر سریع السیر
۲۴	..... ۳-۱-۲-۲- نقطه امان
۲۴	..... ۲-۲-۲- بیلندی در خطوط مخصوص قطارهای سریع السیر
۲۶	..... ۳-۲-۲- حداقل طول قوس های دایره ای
۲۶	..... ۴-۲-۲- فاصله مستقیم بین قوس های متوالی
۲۷	..... ۵-۲-۲- نیمرخ طولی مسیر
۲۸	..... ۶-۲-۲- خم خط (قوس های قائم)
۲۸	..... ۳-۲- ضوابط زیر سازی و طبقه بندی بستر خطوط راه آهن
۲۹	..... ۱-۳-۲- خاکریزها
۳۰	..... ۱-۱-۳-۲- بخشهای مختلف خاکریزها
۳۰	..... ۱-۱-۱-۳-۲- لایه زیر بالاست
۳۱	..... ۲-۱-۱-۳-۲- لایه سابگرید
۳۱	..... ۳-۱-۱-۳-۲- بدنه باربر خاکریز
۳۲	..... ۴-۱-۱-۳-۲- بستر خاکریز
۳۲	..... ۲-۳-۲- مصالح مورد استفاده و رده بندی کیفی بستر
۳۵	..... ۴-۲- ارتقاء سرعت در خطوط راه آهن کلاسیک
۳۶	..... فصل سوم : مطالعه ارتعاشات و امواج الاستیک در نیم فضا به دلیل عبور قطار سریع السیر
۳۷	..... ۱-۳- مقدمه
۳۷	..... ۲-۳- فازهای اصلی انتقال ارتعاشات
۳۸	..... ۳-۳- روشهای آنالیز و محاسبه ارتعاشات
۳۸	..... ۱-۳-۳- روشهای تحلیلی
۳۹	..... ۱-۱-۳-۳- تئوری کلاسیک انتشار موج

- ۴۲ ۳-۳-۱-۲-بارگذاری محیط الاستیک بوسیله بارهای متحرک
- ۴۲ ۳-۳-۱-۳-تیر بارگذاری شده توسط بار متحرک بر روی نیم فضای الاستیک
- ۴۴ ۳-۳-۱-۴-مکانیزم تولید بار
- ۴۵ ۳-۳-۲-اندازه گیری میدان
- ۴۷ ۳-۳-۳-مدل های پیش بینی تجربی
- ۴۸ ۳-۳-۴-شبه سازی عددی
- ۴۹ ۳-۴-۱-امواج الاستیک در نیم فضا به دلیل عبور قطار سریع السیر
- ۵۰ ۳-۴-۱-توابع بارگذاری برای فرم های مختلف بارهای متحرک
- ۵۰ ۳-۴-۲-تابع بار عمومی یک قطار متحرک
- ۵۲ ۳-۴-۳-بار گذاری تابع توزیع
- ۵۳ ۳-۴-۳-۱-بار نقطه ای تکی
- ۵۳ ۴-۴-۳-۲-یک بار چرخ توزیع شده یکنواخت
- ۵۴ ۳-۴-۳-۳-یک بار چرخ توزیع شده به صورت الاستیک
- ۵۵ ۳-۴-۳-۴-بارهای چرخ متوالی
- ۵۶ ۳-۴-۴-۱-اندر کنش نیروهای بین چرخ های ریل ها
- ۵۸ ۳-۴-۵-محاسبه ی تبدیل معکوس فوریه
- ۵۸ ۳-۵-۱-نشست پذیری خاکریز
- ۵۹ ۳-۵-۱-۱-ضوابط محاسبه ی نشست خاکریز ها
- ۵۹ ۳-۵-۱-۱-نشست آنی خاک خاکریز
- ۶۰ ۳-۵-۱-۲-نشست تحکیمی خاک خاکریز
- ۶۲ ۳-۵-۱-۳-نشست های اتفاقی - آنی بستر
- ۶۳ ۳-۵-۲-حداکثر مقادیر نشست قابل تحمل

۶۶	فصل چهارم : پاسخ دینامیکی خاکریز و بستر در اندر کنش با روسازی در اثر عبور قطارهای سریع السیر.....
۶۷	۴-۱- مقدمه.....
۶۸	۴-۲- مفهوم سرعت حدی.....
۶۹	۴-۳- معرفی روش های بررسی دینامیکی بستر.....
۷۱	۴-۴- مدل سازی تغییر مکان خط ناشی از عبور قطار سریع السیر.....
۷۱	۴-۴-۱- مدل سازی تحلیلی.....
۷۶	۴-۴-۱-۱- محاسبه مدول ارتجاعی (بر جهندگی) فونداسیون.....
۷۷	۴-۴-۲- مدل سازی توسط روش تقاضل محدود.....
۷۸	۴-۵- ضوابط طراحی دینامیکی خاکریزها.....

فصل پنجم : بررسی و تحلیل عددی و تعیین تغییر شکل های حاصله در اثر عبور قطار

۷۹	سریع السیر در چند نمونه خط راه آهن.....
۸۰	۵-۱- مقدمه.....
۸۰	۵-۲- مشخصات نرم افزار FLAC
۸۰	۵-۳- قابلیت های نرم افزار FLAC
۸۱	۵-۴- گام های ی یک مدل سازی کامل.....
۸۲	۵-۵- تحلیل دینامیکی توسط نرم افزار FLAC
۸۲	۵-۶- فرمول بندی دینامیکی.....
۸۳	۵-۷- بارگذاری دینامیکی.....
۸۵	۵-۸- مشخصات بارگذاری ناشی از حرکت قطار.....
۸۷	۵-۹- مشخصات مکانیکی خاک بستر و روسازی خط ریلی.....
۹۰	الف- خاک بستر با نوع S0
۹۴	ب- خاک بستر با نوع S1

۹۸	.....ج-خاک بستر با نوع S2
۱۰۳	.....د-خاک بستر با نوع S3
۱۰۷	.....ه-خاک بستر با نوع R
۱۱۱	.....و-خاک بستر با نوع Sand
۱۱۷	.....فصل ششم : روش های اصلاح و تقویت بستر خطوط راه آهن
۱۱۸	.....۱-۶-مقدمه
۱۲۱	.....۲-۶-تمهیدات مورد نیاز جهت تأمین امکان سرعت حدی در شرایط نا مناسب بستر
۱۲۵	.....نتیجه گیری
۱۲۶	.....پیشنهادات
۱۲۷	.....منابع و مراجع
۱۲۸	.....ABSTRACT-

فهرست اشکال

- شکل ۲-۱- نمای کلی یک دور راهه ۲۳
- شکل ۲-۲- مقطع تیپ خاکریزی ۳۰
- شکل ۳-۱- فازهای انتقال ارتعاشات ۳۸
- شکل ۳-۲- انواع موج های منتشره در زمین ۴۱
- شکل ۳-۳- نیم فضای الاستیک با یک بار عمومی ۵۰
- شکل ۳-۴- تابع توزیع بار $\Phi(z)$ و نیروی بر هم کنش بین چرخ و ریل $f(t)$ ۵۱
- شکل ۳-۵- بار وارده به ریل و بستر ۵۴
- شکل ۳-۶- اندر کنش نیروهای بین چرخ و ریل ۵۹
- شکل ۴-۱- امواج حاصل از عبور قطار ۶۷
- شکل ۴-۲- حالت های مختلف مدل وینکلر ۷۲
- شکل ۴-۳- تأثیر سرعت بر روی مدل ویتکلر برای تغییر مکان تیر واقع بر بستر الاستیک ۷۵
- شکل ۴-۴- عرض (B) ۷۷
- شکل ۵-۱- نمایی از قطار سریع السیر Thalys ۸۶
- شکل ۵-۲- مقطع عرضی خط ریلی ۸۸
- شکل ۵-۳- الف - مش بندی مدل ۸۹
- شکل ۵-۳- ب - تعیین مرزهای مدل ۸۹
- شکل ۵-۴- نمودار نیروی نامتعادل کننده بستر SO ۹۰
- شکل ۵-۵- نمودار نیروی نامتعادل کننده بستر SO پس از اعمال بار ۹۱
- شکل ۵-۶- نشست خط در اثر نیروی اجراء خط در بستر SO ۹۲
- شکل ۵-۷- نمودار تعیین مکان خط در اثر عبور قطار در بستر SO ۹۲

- شکل ۵-۸- تغییر مکان خط در اثر عبور قطار در بستر S0 ۹۳
- شکل ۵-۹- نمودار سرعت در نقطه بررسی در بستر S0 ۹۳
- شکل ۵-۱۰- نمودار نیروی نامتعادل کننده بستر S1 ۹۴
- شکل ۵-۱۱- نمودار نیروی نامتعادل کننده بستر S1 پس از اعمال بار ۹۵
- شکل ۵-۱۲- نشست خط در اثر نیروی اجراء خط در بستر S1 ۹۶
- شکل ۵-۱۳- نمودار تعیین مکان خط در اثر عبور قطار در بستر S1 ۹۶
- شکل ۵-۱۴- تغییر مکان خط در اثر عبور قطار در بستر S1 ۹۷
- شکل ۵-۱۵- نمودار سرعت در نقطه بررسی در بستر S1 ۹۸
- شکل ۵-۱۶- نمودار نیروی نامتعادل کننده بستر S2 ۹۹
- شکل ۵-۱۷- نمودار نیروی نامتعادل کننده بستر S2 پس از اعمال بار ۱۰۰
- شکل ۵-۱۸- نشست خط در اثر نیروی اجراء خط در بستر S2 ۱۰۱
- شکل ۵-۱۹- نمودار تعیین مکان خط در اثر عبور قطار در بستر S2 ۱۰۱
- شکل ۵-۲۰- تغییر مکان خط در اثر عبور قطار در بستر S2 ۱۰۲
- شکل ۵-۲۱- نمودار سرعت در نقطه بررسی در بستر S2 ۱۰۲
- شکل ۵-۲۲- نمودار نیروی نامتعادل کننده بستر S3 ۱۰۳
- شکل ۵-۲۳- نمودار نیروی نامتعادل کننده بستر S3 پس از اعمال بار ۱۰۴
- شکل ۵-۲۴- نشست خط در اثر نیروی اجراء خط در بستر S3 ۱۰۵
- شکل ۵-۲۵- نمودار تعیین مکان خط در اثر عبور قطار در بستر S3 ۱۰۵
- شکل ۵-۲۶- تغییر مکان خط در اثر عبور قطار در بستر S3 ۱۰۶
- شکل ۵-۲۷- نمودار سرعت در نقطه بررسی در بستر S3 ۱۰۶
- شکل ۵-۲۸- نمودار نیروی نامتعادل کننده بستر R ۱۰۷
- شکل ۵-۲۹- نمودار نیروی نامتعادل کننده بستر R پس از اعمال بار ۱۰۸

- شکل ۵-۳۰- نشست خط در اثر نیروی اجراء خط در بستر R ۱۰۹
- شکل ۵-۳۱- نمودار تعیین مکان خط در اثر عبور قطار در بستر R ۱۰۹
- شکل ۵-۳۲- تغییر مکان خط در اثر عبور قطار در بستر R ۱۱۰
- شکل ۵-۳۳- نمودار سرعت در نقطه بررسی در بستر R ۱۱۰
- شکل ۵-۳۴- نمودار نیروی نامتعادل کننده بستر Sand ۱۱۱
- شکل ۵-۳۵- نمودار نیروی نامتعادل کننده بستر Sand پس از اعمال بار ۱۱۲
- شکل ۵-۳۶- نشست خط در اثر نیروی اجراء خط در بستر Sand ۱۱۳
- شکل ۵-۳۷- نمودار تعیین مکان خط در اثر عبور قطار در بستر Sand ۱۱۳
- شکل ۵-۳۸- تغییر مکان خط در اثر عبور قطار در بستر Sand ۱۱۴
- شکل ۵-۳۹- نمودار سرعت در نقطه بررسی در بستر Sand ۱۱۴
- شکل ۶-۱- تقسیم بندی انواع روش های بهسازی خاک ۱۱۹
- شکل ۶-۱- استفاده از روش های تثبیت خاک در بخش سابگرید ۱۲۱
- شکل ۶-۲- اجرای لایه بتن آسفالتی در سطح خاکریز ۱۲۲
- شکل ۶-۳- استفاده از تسلیح خاک به وسیله ژئوکامپوزیت ها در زیر لایه بالاست ۱۲۳
- شکل ۶-۴- استفاده از بهسازی در لایه های خاک و اجرای دال باربر زیر لایه زیر بالاست ۱۲۳
- شکل ۶-۵- استفاده از روسازی بتنی بار سختی کافی ۱۲۴

فهرست جداول

- جدول ۱-۱- طول مسیرهای راه آهن سریع السیر در دنیا..... ۱۳
- جدول ۱-۲- ابعاد سوزن های مناسب برای خطوط اصلی و خطوط قبول و اعزام مسیرهای سریع السیر ۲۲
- جدول ۲-۲- سوزن های توصیه شده برای دپوها و پارکینگ و خطوط دیگر مسیرهای سریع السیر ۲۲
- جدول ۳-۲- شعاع قوس های قائم برای سرعت ۲۵۰ کیلومتر بر ساعت..... ۲۸
- جدول ۴-۲- رده بندی کیفی خاک برای استفاده به عنوان خاکریز و یا بستر روسازی طبق استاندارد UIC714 ۳۴
- جدول ۱-۵- مشخصات قطار Thalys ۸۶
- جدول ۲-۵- مشخصات مکانیکی خاک بستر خط ریلی..... ۸۷
- جدول ۳-۵- مشخصات مکانیکی لایه های روسازی..... ۸۸
- جدول ۱-۶- مشخصات روش های بهسازی زمین..... ۱۲۰

فهرست نمودارها

- نمودار ۵-۱- میزان نشست های ایجاد شده (کل) برای انواع بستر..... ۱۱۵
- نمودار ۵-۲- میزان نشست های ایجاد شده (در اثر حرکت قطار) برای انواع بستر..... ۱۱۵

مقدمه

مقدمه

حرکت قطارهای سریع السیر روی خط آهن بسته به سرعت و فاصله محورهای قطار باعث اعمال بارگذاری تناوبی در مدت زمان عبور قطار می گردد. این بارگذاری دارای دو مشخصه طول موج و فرکانس است. تفاوت بارگذاری استاتیک (بار مرده) ناشی از روسازی با بارگذاری دینامیک (بار زنده) ناشی از عبور قطارهای سریع السیر روی بستر راه آهن در این است که بستر تحت بارگذاری استاتیک با گذشت زمان به تحکیم و ثبات بیشتری می رسد، در حالیکه در اثر بارگذاری دینامیکی بر اثر گذشت زمان، بستر ثبات خود را از دست داده و دچار وضعیت بدتری می گردد.

در سرعت های پایین، فرکانس بار دینامیک عبور قطار در روسازی فیلتر می گردد و اثر خاصی بر روسازی و زیرسازی ندارد، در عوض با افزایش سرعت حرکت قطار امواج بار دینامیکی با فرکانس بالاتر و قوی تر به بستر انتقال می یابد و در نتیجه نمی توان همانند قطارهای کلاسیک از آن صرف نظر نمود. قطارهای سریع السیر برای اینکه به بیشترین سرعت سیر خود برسند، باید در خطوط ویژه این قطارها حرکت کنند. اما به دلایل زیر بعضا ممکن است این قطارها در خطوط شبکه راه آهن کلاسیک حرکت نمایند.

- پایین آوردن قیمت انجام پروژه های راه آهن سریع السیر:

با توجه به اینکه تملک زمین در محدوده شهرهای بزرگ بسیار پر هزینه است و شبکه راه آهن کلاسیک قبل از توسعه شهر و گران شدن زمین در محدوده شهری احداث شده است، استفاده از شبکه ریلی موجود، ضمن فراهم نمودن امکان دسترسی به مراکز شهرها، قیمت پروژه را نیز به میزان زیادی کاهش می دهد.

- ارائه سرویسهای یکسره:

برای اینکه مسافرین مجبور به تعویض چندین قطار از نوع سریع السیر و کلاسیک در طول مسیر خود بین مبدا و مقصد نباشند، برای بخشی از مسیر، قطارهای سریع السیر وارد شبکه راه آهن کلاسیک و یا قطارهای کلاسیک وارد شبکه راه آهن سریع السیر می شوند.

ضمناً خطوط سریع السیر اختصاصی که در آن فقط قطارهای سریع السیر حرکت می کنند دارای مزایای زیر هستند:

- برنامه ریزی و طراحی ترافیک آسان تر

- سرعت متوسط بالاتر

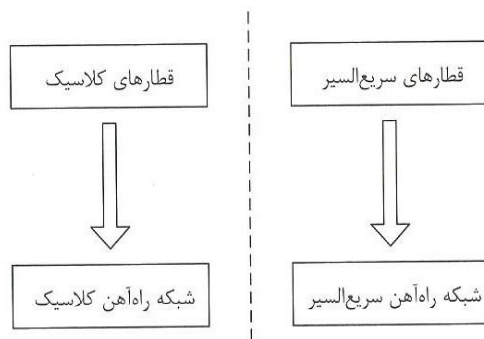
- ظرفیت بالاتر

- امکان پیاده سازی شیب های تند تر و در نتیجه مسیر کوتاه تر

در مجموع چهار حالت مختلف برای ترکیب بهره برداری راه آهن سریع السیر و راه آهن کلاسیک وجود دارد که به شرح زیر است:

نوع اول - بهره برداری مجزا

این نوع بهره برداری ، خالص ترین سیستم بهره برداری راه آهن سریع السیر است . همانگونه که در شکل مشاهده می شود ، در این سیستم شبکه راه آهن سریع السیر اختصاص به قطارهای سریع السیر و شبکه راه آهن کلاسیک اختصاص به قطارهای کلاسیک دارد و هیچیک از انواع قطارها امکان استفاده از شبکه دیگری ندارد.



بهره برداری مجزا