شرکت حمل و نقل ریلی
(مترو) غرب استان تهران

مشـــاوران اندیشکار مشـــاوران نقش محیط

بروزرسانی مطالعات امکان‌سنجی کریدور ریلی غرب استان تهران جهت اتصال به شبکه مترو تهران

مطالعات لینک و ارتباطات بین خطوط ریلی (LNK/1)

تاریخ: مهرماه ۱۴۰۳

شناسه گزارش: WestMetro-95042-LNK1-00

شرکت حمل و نقل ریلی (مترو) غرب استان تهران

مطالعات بروزرسانی مطالعات امکان‌سنجی کریدور ریلی غرب استان تهران جهت اتصال به شبکه مترو تهران

مطالعات لینک و ارتباطات بین خطوط ریلی (LNK/1)

مهر ۱۴۰۳

مشاوران اندیشکار

اولین مشاور ایران در رسته حمل و نقل و ترافیک

بسم الله الرحمن الرحيم

شناسنامه گزارش		
عنوان پروژه	**به روز رسانی مطالعات امکان‌سنجی کریدور ریلی غرب استان تهران جهت اتصال به شبکه مترو تهران**	
عنوان گزارش	مطالعات لینک و ارتباطات بین خطوط ریلی (LNK/1)	
شماره قرارداد	۰۲/م/۰۳۸	
تاریخ قرارداد	۱۴۰۲/۰۲/۱۶	
شناسه گزارش	WestMetro-95042-OP1-00	
کارفرما	مهندس امین رحمتی	مدیر عامل شرکت حمل و نقل ریلی (مترو) غرب استان تهران
ناظر پروژه	مهندس مرتضی موسویان	معاون فنی شرکت حمل و نقل ریلی (مترو) غرب استان تهران
کارکنان کلیدی و عوامل مشاور	دکتر امیررضا مهدوی	مدیر پروژه
	مهندس سامان مشاق زاده دکتر مهدی باوقار	مشاوران عالی پروژه
	سید حسام موسوی	سایر عوامل کلیدی پروژه
	کوشان خلفی	
ارسال گزارش	تعداد نسخه	یک
	تاریخ ارسال	مهر ۱۴۰۳
	شماره نامه ارسال	

فهرست مطالب

1 بررسی نتایج مطالعات فرادست برای شناخت آمار تقاضای سفر مورد انتظار از شبکه خطوط قطار شهری ۵
1-1 جمع‌آوری اطلاعات ورودی ۷

۲ مرور نتایج اولیه مطالعات ناوگان ۸
3 بررسی الزامات ترافیکی در خصوص اتصال خط ریلی ۹
۴ بررسی الزامات بهره‌برداری در خصوص اتصال خط ریلی ۱۱
4-1 مرور کریدور و وضعیت پلان و پروفیل در خط اکسپرس B متروی تهران ۱۱
4-2 بررسی سرفاصله (هدوی) طراحی اولیه مورد نظر ۱۴
4-3 لی‌اوت مسیر ۱۵
۴-۴ بررسی الزامات نیازمندی اتصال به شبکه ریلی یا راه‌آهن ملی ۱۶
۴-۴-۱ بررسی توجیه اقتصادی احداث لینک ارتباطی ۱۶
۴-۴-۲ معیارهای ارزیابی و اولویت‌بندی لینک‌های ارتباطی از دیدگاه بهره‌برداری ۱۷

۵ بررسی الزامات ایمنی، امداد و نجات در خصوص اتصال خط ریلی ۱۸
۵-۱ انواع خرابی های در نظر گرفته شده ۱۸
۵-۱-۱ اصول بهره‌برداری ناوگان بصورت تنزل یافته ۱۹
۵-۱-۲ بازیابی تأخیر، دسته بندی و اصول اصلاحی ۲۰
۵-۱-۳ ایمنی مسافر ۲۱
۵-۲ جمع‌بندی ۲۱

6 لزوم درنظرگیری لینک ارتباطی بین خطوط ۲۲
۶-۱-۱ بررسی لینک ارتباطی در خطوط متروی برخی از شهرهای ایران ۲۲

۷ الزامات تعمیر و نگهداری در خصوص استفاده از تسهیلات مشترک تعمیر و نگهداری نیازمندی‌های اتصال خطوط ریلی ۲۴
۷-۱ مفاهیم دپوی جامع در یک شهر و نیازمندی‌ها ۲۴
۷-۱-۱ ضرورت احداث دپوی جامع از دیدگاه بهره‌برداری ۲۵
۷-۱-۲ ضرورت احداث دپوی جامع از دیدگاه تعمیرات ناوگان و تجهیزات مربوطه ۲۵
۷-۱-۳ ضرورت احداث دپوی جامع از دیدگاه تملک اراضی و ساخت ساختمان‌ها ۳۰
۷-۲ مقایسه فنی و اقتصادی احداث دپوی جامع ۳۱

8 ارائه واریانت‌های مختلف لینک خط ریلی با سایر خطوط ریلی ۳۳
۸-۱ معرفی واریانت‌های لینک ارتباطی از طریق خطوط موجود متروی تهران و شبکه ملی راه‌آهن و مقایسه آنها ۳۳

فهرست جدول‌ها

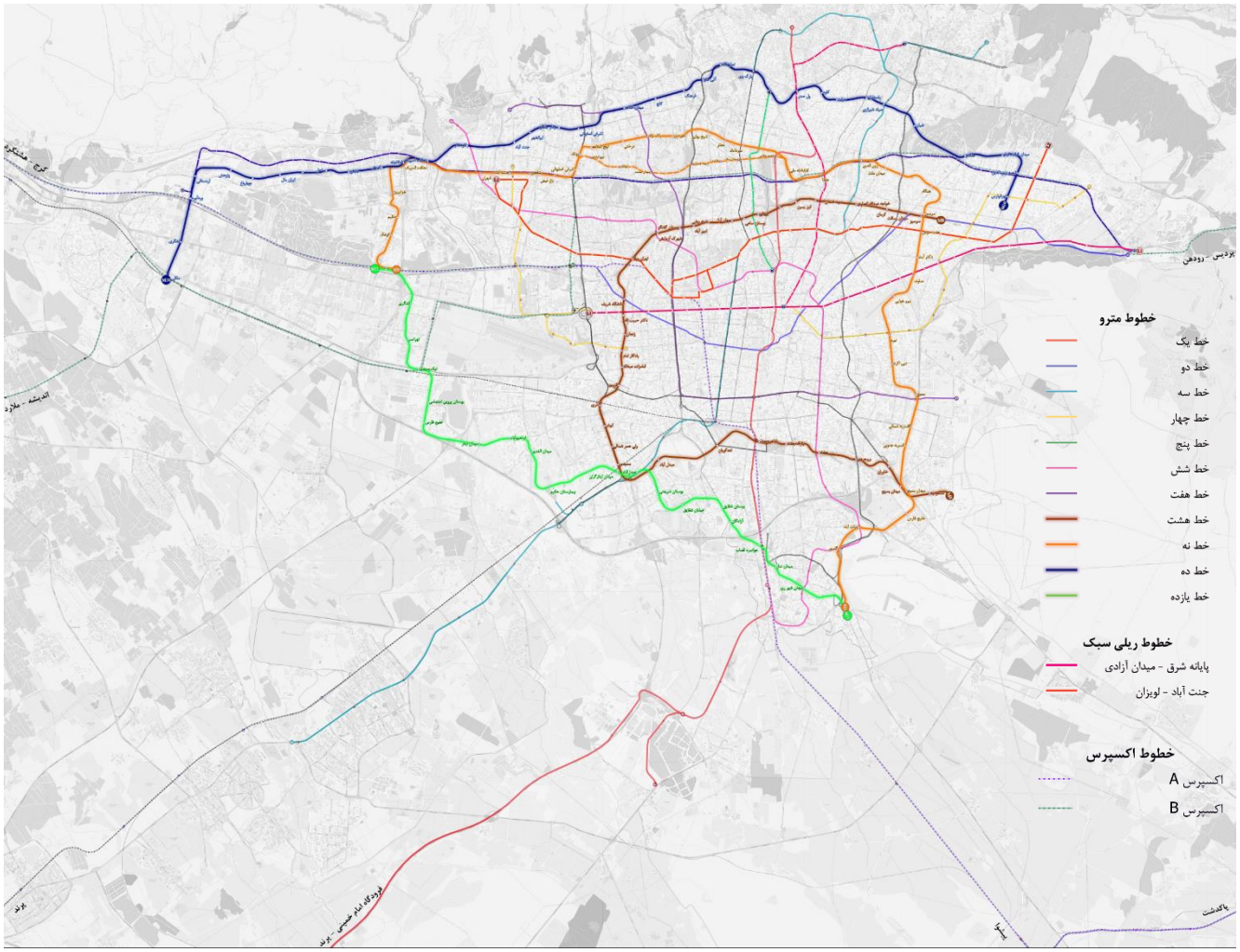
جدول ۱-۲- خلاصه مشخصات فنی و عملکردی ناوگان پیشنهادی در خط ریلی غرب استان تهران ۸
جدول ۱-۳: نتایج اولیه مطالعات ترافیک مسافر (مسافران سوار و پیاده شده سناریو مصوب در سال ۱۴۲۰) ۱۰
جدول ۱-۴- وضعیت اولیه جانمایی ایستگاه‌های بخش غربی خط اکسپرس B ۱۱
جدول ۲-۴- وضعیت اولیه جانمایی قوس‌های افقی مهم در بخش غربی خط اکسپرس B ۱۲
جدول ۳-۴- وضعیت اولیه شیب و فرازها در بخش غربی خط اکسپرس B ۱۳
جدول ۴-۴- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی – تعیین هدوی تئوریک ۱۴
جدول ۵-۴- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی - تعیین هدوی عملی رُند شده به ۳۰ ثانیه ۱۴
جدول ۱-۷- معرفی بخشی از بازدیدهای ۶۰۰,۰۰۰ کیلومتر پیمایش ۲۶
جدول ۲-۷- معرفی بخشی از بازدیدهای ۹۰۰,۰۰۰ کیلومتر پیمایش ۲۷
جدول ۳-۷- معرفی بخشی از بازدیدهای ۱,۴۰۰,۰۰۰ کیلومتر پیمایش ۲۸
جدول ۴-۷- تجهیزات مهم و تاثیرگذار از نظر میزان سرمایه‌گذاری اولیه مورد نیاز جهت انجام تعمیرات سطوح ۴ و ۵ ..... ۲۹
جدول ۵-۷- مقایسه فنی و اقتصادی احداث دپوی جامع برای خطوط ۱۰ و ۱۱ ..... ۳۱
جدول ۱-۸- معرفی واریانت‌های لینک ارتباطی ۳۳

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱: نقشه خطوط متروی تهران ۵
شکل ۲-۱: خط ریلی متروی غرب استان تهران – بخش غربی خط اکسپرس B ۶
شکل ۳-۴: لی‌اوت مسیر اصلی در خط اکسپرس B متروی تهران ۱۵

۱ بررسی نتایج مطالعات فرادست برای شناخت آمار تقاضای سفر مورد انتظار از شبکه خطوط قطار شهری

در حال حاضر شهر تهران با جمعیتی بالغ بر ۹.۱ میلیون نفر و مساحتی در حدود ۷۵۰ کیلومترمربع دارای ۷ خط مترو (شبکه پایه) است که مجموعاً طولی برابر با ۲۸۰ کیلومتر و ۱۷۲ ایستگاه دارند. شبکه متروی تهران با پیش‌بینی خطوط جدید و دو خط قطار سبک شهری و دو خط اکسپرس در طرح جامع حمل و نقل شهر تهران مطابق با شکل ذیل می‌باشد. مترو تهران به مجموعه قطار شهری تهران و همچنین «شرکت راه‌آهن شهری تهران و حومه» گفته می‌شود. این مجموعه ارزان‌ترین شبکه قطار شهری جهان و همچنین گسترده‌ترین شبکه قطار شهری خاورمیانه می‌باشد.



شکل ۱-۱: نقشه خطوط متروی تهران

خط اکسپرس B در شبکه ریلی تهران به طول تقریبی ۱۰۶ کیلومتر (با توسعه‌ی غربی به سمت مارلیک و توسعه شرقی به پردیس) و دارای حدود ۲۹ ایستگاه است و از زمان بازگشایی و بهره‌برداری یکپارچه از خط اظهار نظر دقیقی نمی‌توان داشت.

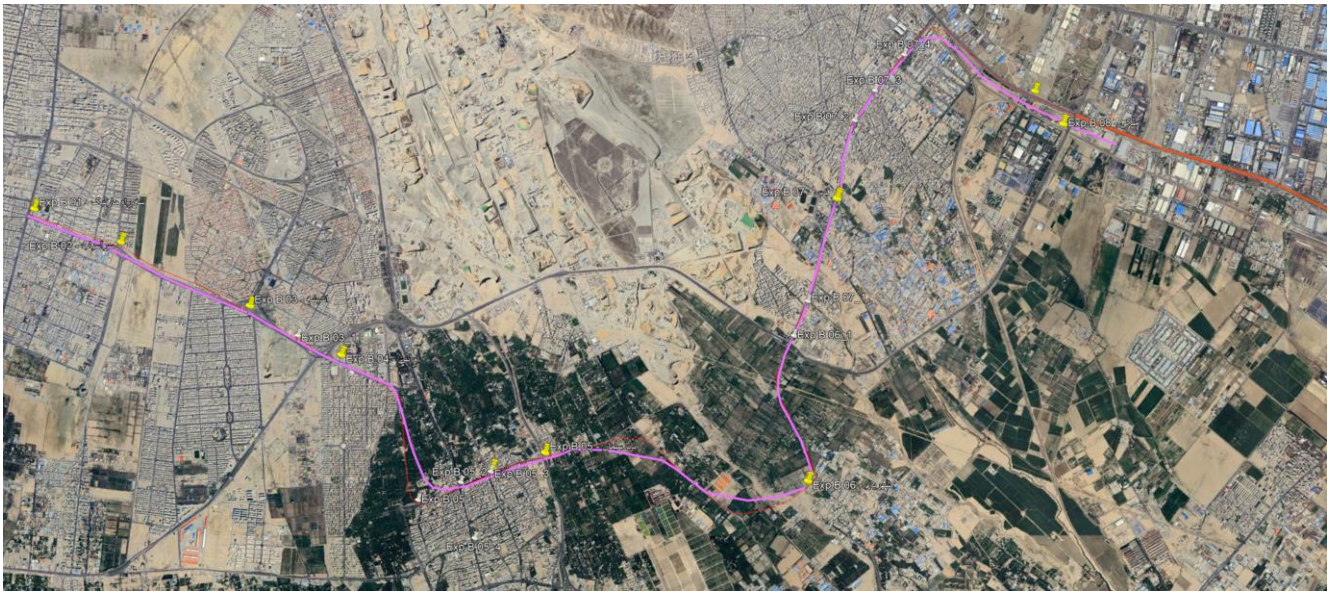
مطالعات ترافیک مسافر، نوع سرویس‌دهی ناوگان در بخش دیگری تبیین شده است، با این وجود در اینجا اثر جمعیت عبوری از ایستگاه‌ها و خط و تاثیر آن در انجام مطالعات بطور اجمالی ذکر شده است:

- مهندس معمار بمنظور طراحی فضاها و عرض سکو نیازمند حداکثر حجم عبوری مسافران در ایام خاص و یا تعطیلات خواهد بود. او به اطلاعات ترافیک مسافر جهت بدست آمدن ابعاد تجهیزات و اتاق‌های تجهیزات، ورودی‌ها، خروجی‌ها، سالن بلیط فروشی، محل‌های انتظار، سکو، راهروهای عبوری، پله‌های عبوری، پله برقی‌ها و آسانسورها نیاز خواهد داشت. مدیریت دقیق و صحیح جمعیت و در نظر گرفتن فضای کافی جهت جلوگیری از ازدحام و شرایط عدم آسایش مسافران چه داخل و چه خارج از ایستگاه ضروری می‌باشد.
- تمامی مناطق در ایستگاه بمنظور تغییر سریع در شرایط جریان مسافران و حرکاتشان می‌بایست رصد گردد.
- در مواقع شلوغی و ازدحام، داشتن کارکنان کافی، که بصورت استرتژیک در فضاهای ایستگاهی استقرار یافته‌اند، ضروری می‌باشد.

لی‌اوت مسیر بر اساس اطلاعات موجود بدست آمده و می‌بایست شامل:

- موقعیت متراژی ایستگاه‌ها،
- موقعیت دپو،
- امکان‌پذیری موقعیت‌های پارک قطار در دو طرف خط،
- بهره‌برداری قطار در جهت راستگرد،
- جانمایی کراس‌اورهای اضطراری در مسیر اصلی بمنظور بهره‌برداری در شرایط تنزل‌یافته و نجات مسافرین و قطار،
- جانمایی کراس‌اورهای مورد استفاده جهت شانت قطارها در دو انتهای مسیر.

خط ریلی متروی غرب استان تهران جزئی از خط اکسپرس B بوده که نقشه آن مطابق با شکل ۲-۱ می‌باشد.



شکل ۲-۱: خط ریلی متروی غرب استان تهران – بخش غربی خط اکسپرس B

۱-۱ جمع آوری اطلاعات ورودی

فاز جمع‌آوری اطلاعات مرحله‌ای مورد نیاز و ضروری در پروسه طراحی و انجام مطالعات متروسیستم در پروژه‌های مترویی می‌باشد. این مرحله سبب همگرایی مشاوران و کارفرما در انتخاب نیازهای پروژه و انجام مطالعات مربوطه به نحو مطلوب خواهد شد. لذا اطلاعات ذکر شده در این مرحله بعنوان اطلاعات پایه مورد استفاده جهت انجام مطالعات و مشترکاً بررسی آنها توسط کارفرما خواهد بود، بطوریکه انتظارات و خواسته ها روشن بوده و مطالعات در مسیر مناسب و مطابق اطلاعات ورودی به انجام خواهد رسید.

هر معیار می‌تواند شرایط ذیل را داشته باشد :

- **اطلاعات ورودی :** اطلاعاتی که بواسطه **الف)** دلایل یکپارچکی شبکه ریلی داخل شهر و یا **ب)** بواسطه مقررات و استانداردهای محلی، به پروژه تحمیل می‌شوند.
- **اطلاعاتی که نیازمند تایید می‌باشند :** اطلاعاتی که لازم است توسط اطلاعات تکمیلی اعلام شده توسط کارفرما، و قبل از در نظر گرفته شدن در مطالعات و پیشنهادات به تایید رسند. چنین اطلاعاتی همچنین ممکن است نتایج محاسبات و شبیه‌سازی‌های آتی و یا تعلیق شده باشند که هنوز شروع و یا تکمیل نشده‌اند.
- **فرضیات :** فرضیات کاری که توسط مهندس مشاور جهت انجام مطالعات در نظر گرفته می‌شود، و لازم است در مراحل آتی تایید و یا بهبود یابند.
- **پیشنهاد :** پیشنهادات مهندس مشاور که جهت تایید حوزه کارفرمایی ارسال درب‌ها. این پیشنهادات ممکن است نتیجه مطالعات مقدماتی پروژه باشند.
- **اطلاعات تایید شده :** اینگونه اطلاعات اصالتاً توسط کارفرما مطرح شده و در واقع الزامات کارفرمایی محسوب خواهند شد. همچنین ممکن است نتیجه تصمیمات اخذ شده توسط کارفرما بر مبنای پیشنهادات مهندس مشاور باشند.

۲ مرور نتایج اولیه مطالعات ناوگان

در مطالعات ناوگان نسبت به بررسی واریانت‌های مختلفی از ناوگان متناسب با مُد حمل و نقل و ظرفیت مسافر تخمین زده شده در افق نزدیک و دور مورد بررسی قرار گرفت که نتیجه حاصل استفاده از قطار با ۸ واگن با پیش‌بینی قابلیت بهره‌برداری بصورت یونیت چندگانه مورد جمع‌بندی قرار گرفت. در خصوص سطح ولتاژ نیز در این مرحله مقرر گردید که هر دو نوع سطح ولتاژ ۷۵۰ ولت و ۱۵۰۰ ولت جریان مستقیم مجاز شمرده شد و تصمیم نهایی در خصوص سطح ولتاژ و نوع سیستم تغذیه مقرر گردید که در مراحل آتی با تبادل نظر با ذینفعان مستقیم خط اکسپرس B شامل شرکت ساخت متروی تهران، شرکت بهره‌برداری متروی تهران و شرکت حمل و نقلی ریلی غرب استان تهران اخذ گردد.

در جدول ۱-۲ خلاصه مشخصات فنی و عملکردی ناوگان پیشنهادی ذکر شده است. بدیهی است که تدقیق این مشخصات در مطالعات پایه ناوگان در مراحل آتی به انجام خواهد رسید.

جدول ۱-۲- خلاصه مشخصات فنی و عملکردی ناوگان پیشنهادی در خط ریلی غرب استان تهران

مشخصات	اطلاعات ورودی به‌دست‌آمده از مطالعات ناوگان
طول واگن	۲۰ متر
طول قطار	۱۶۰ متر
سیستم جمع‌آوری جریان	ریل سوم / برق بالاسری
ولتاژ کاری	۷۵۰ ولت /۱۵۰۰ ولت
حداکثر سرعت طراحی قطار	۱۰۰ کیلومتر بر ساعت
حداکثر سرعت بهره‌برداری	۹۰ کیلومتر بر ساعت
حداقل شتاب شروع به حرکت	۱ متر بر مجذور ثانیه
شتاب متوسط از سرعت ۰ تا ۴۲٪ حداکثر سرعت بهره‌برداری	۱ متر بر مجذور ثانیه
حداقل شتاب مانده در حداکثر سرعت بهره‌برداری	۰.۲ متر بر مجذور ثانیه
شتاب نرمال ترمز سرویس از سرعت حداکثر تا توقف کامل	۱ متر بر مجذور ثانیه
حداقل شتاب ترمزی اضطراری	۱.۳ متر بر مجذور ثانیه
حداکثر جرک مجاز	۰.۸ متر بر مکعب ثانیه
حداکثر شیب مسیر	٪ ۵
حداکثر بربلندی	۱۲۰ میلی‌متر
حداکثر کسری بربلندی	۷۵ میلی‌متر
تعداد صندلی‌های هر واگن	۴۶ صندلی برای واگن‌های با کابین و ۵۴ صندلی برای واگن‌های بدون کابین
وزن قطار بدون مسافر	حدود ۳۷.۵ تن واگن‌های موتوردار و ۳۳ تن واگن‌های تریلر
ظرفیت قطار در وضعیت باری AW2 (۴ نفر در هر مترمربع)	بیش از ۱۱۰۲ نفر
ظرفیت قطار در وضعیت باری ۳ نفر در هر مترمربع	در حدود ۹۲۶ نفر
ظرفیت قطار در وضعیت باری AW3 (۶ نفر در هر مترمربع)	در حدود ۱۴۵۲ نفر
مصرف ترکشنی قطار	در حدود ۴.۵ مگاوات
نوع موتور	آسنکرون
حداکثر ضریب چسبندگی چرخ و ریل	۰.۱۸
نرخ راحتی مسافر	حداکثر ۶ نفر در هر مترمربع
وزن مسافر	۷۰ کیلوگرم

۳ بررسی الزامات ترافیکی در خصوص اتصال خط ریلی

مطالعات فرادست مطالعات بهره‌برداری جهت استخراج ظرفیت مناسب ناوگان و متناسباً تعیین هدوی بهره‌برداری، مطالعات ترافیک مسافر در بخش ۲-۱-۱ از نشریه ۷۷۷ با عنوان مطالعات برنامه‌ریزی حمل و نقل بوده که نتایج برگرفته از مطالعات مذکور و تاثیرگذار در مطالعات بهره‌برداری بر مبنای مطالعات ترافیک مسافر پایه گذاری شده و هدوی و تعداد ناوگان مورد نیاز نیز بر همین اساس بررسی شده‌اند. در **Error! Reference source not found.** خروجی مطالعات ترافیک مسافر در ایستگاه‌ها برای خط اکسپرس B متروی تهران تبیین شده است.

با توجه به PPHPD به‌دست‌آمده برای این خط که در تمامی سناریوهای مطرح شده کمتر از ۲۳۰۰۰ نفر می‌باشد و در سناریو مصوب در طرح جامع حدود ۱۸۰۰۰ نفر تخمین زده شده است؛

جدول ۱-۳: نتایج اولیه مطالعات ترافیک مسافر (مسافران سوار و پیاده شده سناریو مصوب در سال ۱۴۲۰)

ردیف	نام ایستگاه	کد ایستگاه	نوع ایستگاه	جهت شهریار به پردیس		جهت پردیس به شهریار		PPHPD	
				سوار شده	پیاده شده	سوار شده	پیاده شده	شهریار به پردیس	پردیس به شهریار
۱	سه راه مارلیک	Exp B 01	تبادل با خط ۲ مترو کرج	۲,۱۲۱	۰	۰	۶۲۴	۲,۱۲۱	۰
۲	سرآسیاب	Exp B 02	عادی	۱,۱۵۷	۰	۰	۱۰۴	۳,۲۷۸	۶۲۴
۳	اندیشه	Exp B 03	عادی	۳,۲۷۸	۰	۸۶	۲۰۸	۶,۵۵۶	۷۲۸
۴	وائین	Exp B 04	عادی	۷۷۱	۰	۴۳	۵۲	۷,۳۲۷	۸۵۰
۵	شهریار	Exp B 05	عادی	۲,۳۱۴	۲۲۳	۲۱۵	۲,۰۸۱	۹,۴۱۸	۸۵۹
۶	بابا سلمان	Exp B 06	عادی	۹۶۴	۰	۱۰۸	۱۵۶	۱۰,۳۸۲	۲,۷۲۵
۷	قدس	Exp B 07	عادی	۷,۷۱۲	۲۴۴	۲۵۸	۱,۵۶۱	**۱۷,۸۵۰**	۲,۷۷۳
۸	ملکی	Exp B 08	تبادل با خط ۱۰ و قطار حومه‌ای تهران هشتگرد	۹۶۴	۱,۵۶۳	۱,۴۴۲	۴۱۶	۱۷,۲۵۱	۴,۰۷۶
۹	سپاه اسلام	Exp B 09	عادی	۵۴۲	۷۴۰	۳۴	۱,۰۱۷	۱۷,۰۵۳	۳,۰۵۰
۱۰	نیک پسندی	Exp B 10	تبادل با خط ۱۱ و قطار حومه‌ای تهران هشتگرد	۱,۷۹۵	۳,۹۶۶	۲,۰۲۲	۶۷۴	۱۴,۸۸۲	۴,۰۳۳
۱۱	تهرانسر	Exp B 11	عادی	۷۴۸	۵۶۸	۱۷۵	۷۴۰	۱۵,۰۶۲	۲,۶۸۵
۱۲	بیمه	Exp B 12	تبادل با خط ۴	۳۱	۱۲۲	۴۹	۶۱	۱۴,۹۷۱	۳,۲۵۰
۱۳	پایانه آزادی	Exp B 13	تبادل با خط ۴	۳۷۱	۸,۳۸۶	۹۷۱	۱,۰۰۱	۶,۹۵۶	۳,۲۶۲
۱۴	مترو صادقیه	Exp B 14	تبادل با خط ۲ و خط ۵	۱,۸۳۶	۲,۱۵۹	۱,۱۳۷	۱,۰۸۹	۶,۶۳۳	۳,۲۹۲
۱۵	اشرفی اصفهانی مرزداران	Exp B 15	تبادل با خط ۶	۹۰۳	۱,۷۲۴	۱,۲۸۹	۵۸۰	۵,۸۱۲	۳,۲۴۴
۱۶	اشرفی اصفهانی همت	Exp B 16	تبادل با خط ۹	۱,۱۸۶	۱,۲۳۱	۸۷۱	۴۷۳	۵,۷۶۷	۲,۵۳۵
۱۷	برج میلاد	Exp B 17	تبادل با خط ۷	۵۴۹	۱,۱۳۵	۳۵۷	۶۸۰	۵,۱۸۱	۲,۱۳۷
۱۸	همت	Exp B 18	تبادل با خط یک	۶۲۵	۲,۲۰۵	۵۹۴	۸۴۷	۳,۶۰۱	۲,۴۶۰
۱۹	زین‌الدین	Exp B 19	تبادل با خط ۳	۸۲	۸۴۶	۱۶۶	۳۶۶	۲,۸۳۷	۲,۷۱۳
۲۰	خوشوقت	Exp B 20	تبادل با خط ۱۰	۱,۳۷۵	۱,۰۴۷	۵۱۶	۳,۶۸۴	۳,۱۶۵	۲,۹۱۳
۲۱	دانشگاه بهشتی - عباسپور	Exp B 21	تبادل با خط ۴	۱,۱۶۵	۵۵۸	۱,۹۸۲	۸۰۴	۳,۷۷۲	**۶,۰۸۱**
۲۲	پایانه شرق	Exp B 22	تبادل با خط ۲	۳۸۲	۱,۳۲۴	۱,۷۷۲	۲,۹۴۸	۲,۸۳۰	۴,۹۰۳
۲۳	بیمارستان لواسانی	Exp B 23	عادی	۳۹	۵۰۴	۳۵۷	۲۳۹	۲,۳۶۵	۶,۰۷۹
۲۴	جاجرود	Exp B 24	عادی	۵۶	۲۷۱	۴۴۰	۳۲	۲,۱۵۰	۵,۹۶۱
۲۵	پردیس ۱	Exp B 25	عادی	۱۰۸	۶۷۹	۲,۵۱۳	۱۲۹	۱,۵۷۹	۵,۵۵۳
۲۶	پردیس ۲	Exp B 26	عادی	۱۱۰	۹۴۷	۲,۱۹۹	۱۲۸	۷۴۲	۳,۱۶۹
۲۷	بومهن	Exp B 27	عادی	۷۵	۴۰۸	۶۲۸	۳۲	۴۰۹	۱,۰۹۸
۲۸	رودهن	Exp B 28	عادی	۱۹	۱۴۷	۳۱۴	۰	۲۸۱	۵۰۲
۲۹	مهرآباد	Exp B 29	عادی	۰	۲۸۱	۱۸۸	۰	۰	۱۸۸

۴ بررسی الزامات بهره‌برداری در خصوص اتصال خط ریلی

۴-۱ مرور کریدور و وضعیت پلان و پروفیل در خط اکسپرس B متروی تهران

خط اکسپرس B در شبکه ریلی تهران به طول تقریبی ۱۰۶ کیلومتر (با توسعه‌ی غربی به سمت مارلیک و توسعه شرقی به پردیس) و دارای حدود ۲۹ ایستگاه است. در جدول ۱-۴ موقعیت قرارگیری ایستگاه‌های سمت غربی این خط نمایش داده شده است. طول اولیه ایستگاه‌ها در پلان و پروفیل ۱۶۰ متر فرض شده است.

جدول ۱-۴- وضعیت اولیه جانمایی ایستگاه‌های بخش غربی خط اکسپرس B

کد ایستگاه	موقعیت محله ایستگاه	آرایش ایستگاه	شروع ایستگاه (متر)	مرکز ایستگاه (متر)	پایان ایستگاه (متر)	فاصله بین ایستگاهی (متر)
Exp B 01	سه راه مارلیک	▌| |▌	۰	۸۰	۱۶۰	۰
Exp B 02	سرآسیاب	▌| |▌	۱۲۵۳	۱۳۳۳	۱۴۱۳	۱۲۵۳
Exp B 03	اندیشه	▌| |▌	۳۲۷۲	۳۳۵۲	۳۴۳۲	۲۰۱۹
Exp B 04	وائین	▌| |▌	۵۱۷۲	۵۲۵۲	۵۳۳۲	۱۹۰۰
Exp B 05	شهریار	▌| |▌	۸۱۹۹	۸۲۷۹	۸۳۵۹	۳۰۲۷
Exp B 06	بابا سلمان	▌| |▌	۱۳۹۱۹	۱۳۹۹۹	۱۴۰۷۹	۵۷۲۰
Exp B 07	قدس	▌| |▌	۱۷۵۵۳	۱۷۶۳۳	۱۷۷۱۳	۳۶۳۴
Exp B 08	ملکی	▌| |▌	۲۱۹۹۸	۲۲۰۷۸	۲۲۱۵۸	۴۴۴۵

موقعیت قوس‌های افقی مهم نیز در جدول ذیل نمایش داده شده است.

جدول ۲-۴- وضعیت اولیه جانمایی قوس‌های افقی مهم در بخش غربی خط اکسپرس B

Code	Radius(m)	Start(m)	End(m)	Length
C1	500	1409	1557	148
C2	-500	1980	2136	156
C3	-800	4989	5122	133
C4	500	5562	6191	629
C5	-300	7002	7640	638
C6	500	8634	8843	209
C7	-500	9117	9318	201
C8	500	9435	9671	236
C9	-500	9713	9913	200
C10	-500	9966	10152	186
C11	300	10163	10636	473
C12	-300	12348	10803	-1545
C13	300	13411	13866	455
C14	600	14432	14735	303
C15	300	15389	15570	181
C16	-600	16383	16559	176
C17	600	16980	17122	142
C18	-600	17705	17890	185
C19	600	18378	18682	304
C20	300	19482	20011	529
C21	-300	20512	20841	329
C22	300	21356	21630	274

در جدول بالا، علامت منفی معرف قوس‌های چپ‌گرد و علامت مثبت بیانگر قوس‌های راست‌گرد است. در جدول فوق وضعیت شیب و فرازها در بخش غربی خط اکسپرس **B** نمایش داده شده است.

جدول ۳-۴- وضعیت اولیه شیب و فرازها در بخش غربی خط اکسپرس B

کد	شیب (درصد)	شروع (متر)	پایان (متر)	طول (متر)
M1	-۰.۲	۰	۴۱۶	۴۱۶
M2	-۰.۴	۴۱۶	۱۲۳۴	۸۱۸
M3	-۰.۲	۱۲۳۴	۱۵۹۳	۳۵۹
M4	-۰.۵	۱۵۹۳	۳۲۵۰	۱۶۵۷
M5	-۰.۲	۳۲۵۰	۳۴۵۰	۲۰۰
M6	-۰.۸	۳۴۵۰	۴۹۳۴	۱۴۸۴
M7	-۰.۲	۴۹۳۴	۵۳۵۷	۴۲۳
M8	-۰.۴	۵۳۵۷	۸۱۷۵	۲۸۱۸
M9	-۰.۲	۸۱۷۵	۱۰۷۰۰	۲۵۲۵
M10	-۰.۵	۱۰۷۰۰	۱۳۸۹۱	۳۱۹۱
M11	۰.۲	۱۳۸۹۱	۱۴۱۲۵	۲۳۴
M12	۰.۶	۱۴۱۲۵	۱۷۴۷۵	۳۳۵۰
M13	۰.۲	۱۷۴۷۵	۱۷۶۸۷	۲۱۲
M14	۰.۵	۱۷۶۸۷	۲۱۹۰۱	۴۲۱۴
M15	۰.۲	۲۱۹۰۱	۲۲۴۲۰	۵۱۹

۴-۲ بررسی سرفاصله (هدوی) طراحی اولیه مورد نظر

نتایج مطالعات فرادست در بخش‌های پیشین به آن‌ها اشاره شده است. در جداول ذیل هدوی عملی با رُند کردن آن به ۳۰ ثانیه نیز جهت تدقیق تعداد قطارها و انتخاب هدوی متناسب با سطح سرویس‌دهی مناسب به مسافران برای قطار ۸ واگنه با قابلیت بهره‌برداری بصورت یونیت چندگانه بعنوان گزینه منتخب در بخش ناوگان ارائه شده است.

جدول ۴-۴- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی – تعیین هدوی تئوریک

PPHPD		18,000			
Rolling stock Configuration	8	926	3 P/m^2		
			Track 1	**Track 2**	**Total Round Trip**
Length of the line (m)			22,000		44,000
Running Time with Coasting + Dwtime (s)			1320.0	1320.0	3080.0
Minimum Turn-Back Time in Terminus (s)			220	220	
Commercial Speed (km/h)			**60.00**	**60.00**	**51.43**
Extra time (s)					250
Required Practical Headway (s)					**185**
Active Fleets (Trains in Operation)					18 (1)
Hot Standby Train					1 (2)
Maintenance Reserve Fleet			15%		3 (3)
Total Fleet Size (1)+(2)+(3)					**22**
Whole Modules					**176**
Rolling Stock Comfort Rate					2.99 p/m^2

جدول ۴-۵- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی - تعیین هدوی عملی رُند شده به ۳۰ ثانیه

PPHPD		18,000			
Rolling stock Configuration	8	926			
			Track 1	**Track 2**	**Total Round Trip**
Length of the line (m)			22,000		44,000
Running Time with Coasting + Dwtime (s)			1320.0	1320.0	3080.0
Minimum Turn-Back Time in Terminus (s)			220	220	
Commercial Speed (km/h)			**60.00**	**60.00**	**51.43**
Extra time (s)					280
Required Practical Headway (s)					**210**
Active Fleets (Trains in Operation)					16 (1)
Hot Standby Train					1 (2)
Maintenance Reserve Fleet			15%		3 (3)
Total Fleet Size (1)+(2)+(3)					**20**
Rolling Stock Comfort Rate					3.7 p/m^2

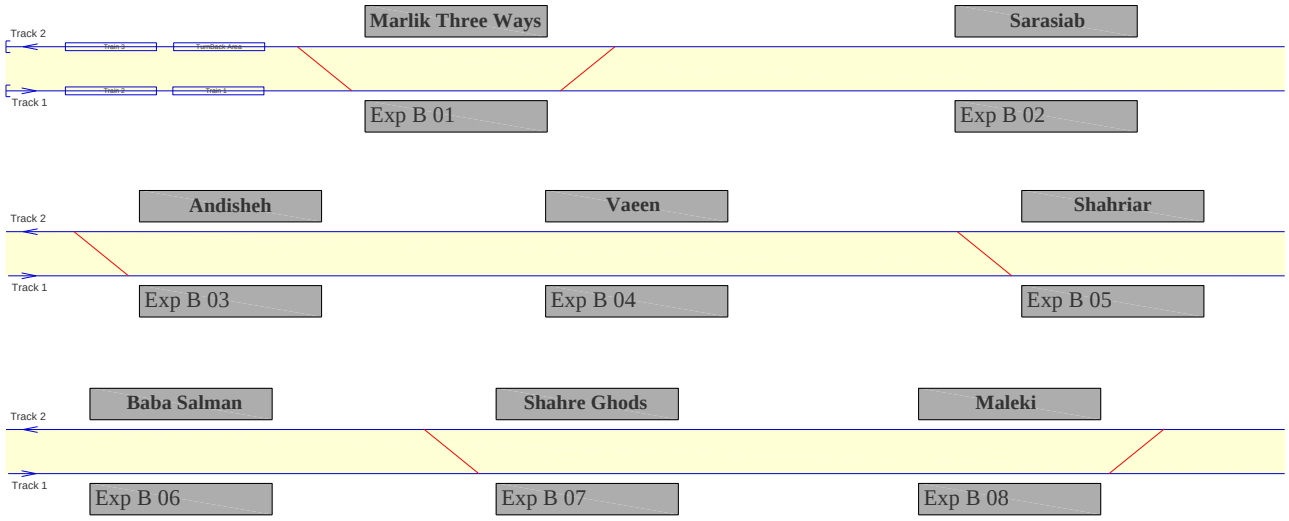
همچنین لازم به ذکر است که ظرفیت ایستگاه‌ها ممکن است برای بازه های زمانی کوچک تغییر نماید که دلایل آن در زیر ذکر شده است:

- در زمان پیک ممکن است برای یک فاصله زمانی کوتاه، یک پیک بحرانی ناشی از تغییر شدید مسافران منتظر جهت پیاده شدن از یا سوار شدن به قطار داشته باشیم،
- مسافران ممکن است بصورت تجمعی از خطوط متروی دیگر و یا خطوط اتوبوسرانی وارد ایستگاه شوند (انتقال برای ایستگاه‌های تبادلی)،
- نامنظمی بهره‌برداری ممکن سبب ایجاد اخلال در هدوی و به دنبال آن افزایش تعداد مسافران منتظر جهت سوار یا پیاده شدن گردد.

مطابق نتایج بدست آمده در مطالعات ناوگان و جدول ۵-۴ هدوی بهره‌برداری انتخابی در بخش غربی خط اکسپرس B متروی تهران ۲۱۰ ثانیه متناسب با قطار ۸ واگنه می‌باشد.

۴-۳ لی‌اوت مسیر

در شکل ۱-۴ وضعیت کراس‌اورها و لی‌اوت مسیر در خط اکسپرس B متروی تهران نمایش داده شده است.



شکل ۱-۴: لی‌اوت مسیر اصلی در خط اکسپرس B متروی تهران

لازم به توضیح می‌باشد که در خصوص انتخاب موقعیت و جهت کراس‌اورهای اضطراری، استاندارد و یا آیین‌نامه‌ای وجود نداشته بلکه صرفاً بر اساس حجم ترافیک مسافر و اهمیت ایستگاه‌ها و به منظور بهره‌برداری در شرایط اضطرار این کراس‌اورها با فواصل مشخص پیشنهاد می‌گردند.

۴-۴ بررسی الزامات نیازمندی اتصال به شبکه ریلی یا راه‌آهن ملی

قبل از هرچیزی، لازم است با توجه به موقعیت دو خطی که در نظر است بین آن‌ها لینک ارتباطی احداث شود، امکان احداث لینک بررسی شود. موارد زیر می‌تواند در امکان‌سنجی موضوع تأثیرگذار باشند:

- موقعیت پلانی دو خط نسبت به همدیگر و تقاطع آن‌ها یا عبور از نزدیکی هم،
- اختلاف ارتفاع دو خط در موقعیت مورد نظر برای طراحی و احداث لینک و امکان تأمین شیب و قوس قائم قابل قبول،
- امکان طراحی هندسی لینک در محل مورد نظر و تأمین حداقل شعاع قوس قابل قبول و زاویه انشعاب مناسب،
- امکان اجرای لینک با روش‌های ممکن و مناسب با توجه به شرایط ژئوتکنیکی، آب زیرزمینی، زمین‌شناسی و ...،
- امکان اجرای لینک با توجه به وجود عوامل طبیعی مانند رودخانه، گسل و ...،
- امکان اجرای لینک با توجه به وجود سازه‌های خاص فرهنگی،
- ابنیه موجود در محدوده مانند ساختمان‌ها، پل‌ها، راه‌ها و ... و نیز سازه‌های زیرزمینی و بررسی تأثیرات لینک بر روی آن‌ها در زمان ساخت و بهره‌برداری،
- وجود بافت مسکونی در مسیر لینک،
- تأسیسات زیربنائی موجود در محل و امکان حفظ یا جابجائی آن‌ها،
- تملک احتمالی مورد نیاز و امکان‌سنجی آن.

۴-۴-۱ بررسی توجیه اقتصادی احداث لینک ارتباطی

پس از امکان‌سنجی طراحی و احداث لینک، لازم است توجیه اقتصادی موضوع بررسی شود. برای این منظور باید گزینه‌های که در بین سایر گزینه‌های لینک از نظر فنی و اقتصادی بهترین است، از نظر اقتصادی در دو حالت احداث و عدم احداث لینک بررسی شود. به عبارت دیگر باید تمامی هزینه‌های مربوط به احداث لینک با صرفه‌جوئی‌های ناشی از احداث آن مقایسه و در صورت داشتن توجیه، نسبت به طراحی و احداث لینک اقدام شود. در خصوص هزینه‌های تملک لازم است امکان استفاده از روی سطح زمین پس از احداث لینک در زیرزمین و آورده ناشی از این موضوع نیز در نظر گرفته شود.

البته ممکن است وجود عواملی، طراحی و احداث لینک را علیرغم نداشتن توجیه اقتصادی، اجباری کند؛ نظیر عدم امکان احداث دپو برای یک یا چند خط و ... . در این گونه موارد بررسی توجیه اقتصادی منتفی بوده و طراحی و احداث لینک اجتناب‌ناپذیر خواهد بود.

۲-۴-۴ معیارهای ارزیابی و اولویت‌بندی لینک‌های ارتباطی از دیدگاه بهره‌برداری

به‌طور کلی استفاده از لینک‌های ارتباطی بین خطوط یک شبکه مترو به دلایل ذیل می‌باشد:

a. بهره‌گیری موقت از قطارهای یک خط جهت راه‌اندازی زودهنگام خط در دست ساخت (بدون قابلیت ATO و با استفاده از دید راهبر و سیگنال‌های کنارخطی) ،

b. استفاده از زیر ساخت تعمیراتی در نظر گرفته شده به‌عنوان دپوی جامع و تعمیرگاه مرکزی در یکی از خطوط شبکه متروی شهری،

c. انعطاف‌پذیری مدیریت بهره‌برداری شبکه و استفاده جهت انجام مفاهیم ایمنی، امداد و نجات و ایجاد دسترسی میانی به یک خط به هنگام وقوع حوادث (این هدف نسبت به دو هدف پیشین از اهمیت کمتری برخوردار می‌باشد).

۵ بررسی الزامات ایمنی، امداد و نجات در خصوص اتصال خط ریلی

اولین عکس‌العمل اولویت‌دار بهنگام قطع سرویس‌های نرمال این است که قطارها در ایستگاه‌ها متوقف شده و از توقف آنها در فواصل بین‌ایستگاهی جلوگیری شود. در مرحله بعد لازم است هر تعداد از قطارها که ممکن است به بهره‌برداری و سرویس‌دهی نرمال ادامه دهند بنحویکه ریسک و خطری برای مسافران و خدمه به همراه نداشته باشد.

فرض اساسی بر این است که صرفنظر از خرابی، سیستم بطور اصولی، ایمن و قابل بهره‌برداری باشد. خرابی‌های فنی در اغلب موارد موقعیتهای اضطراری و بحرانی نیستند و در نتیجه واکنش‌های اضطراری و بحرانی مورد نیاز نیست.

بطور کلی از آنجا که تونل‌ها مکانی با ایمنی نسبی می‌باشند، خروج مسافران از قطار در داخل تونل تنها به عنوان آخرین تصمیم در عملکرد تنزل یافته باید در نظر گرفته شود. هنگامی که تأمین توان ترکشنی قطع (ایزوله) گردید و مسافران در تونل هستند، تردد قطار به همراه مسافر و یا بدون مسافر در تونل امکان‌پذیر نخواهد بود.

۵–۱ انواع خرابی های در نظر گرفته شده

خرابی های زیر در حوزه و محدوده بهره‌برداری تنزل یافته طبقه‌بندی می‌شوند:

- بهره‌برداری بصورت تنزل‌یافته
  - انسداد خطوط اصلی،
  - انسداد خطوط دسترسی به دپو،
  - خرابی لینک ارتباطی،
  - خرابی‌های مرتبط با خطوط ریلی.
- خرابی های سیگنالینگ
  - از دست رفتن لینک‌های ارتباطی سیستم سیگنالینگ با مرکز کنترل بهره‌برداری،
  - از دست رفتن ATO/ATP،
  - از دست رفتن عملکرد تجهیزات ATP کنارخطی.
- خرابی‌های قطار
  - توقف برنامه‌ریزی نشده مربوط به قطارهایی که با نیروی کشش خودشان قابلیت حرکت دارند،
  - توقف قطارهایی که با استفاده از کمک قابلیت حرکت دارند (هل دادن- کشیدن)،
  - توقف قطارهایی که قابلیت حرکت ندارند،
  - رد کردن نقطه توقف در سکو،
  - خرابی درب ورود/خروج مسافران،
- از دست رفتن تأمین توان ترکشنی.
  - از دست رفتن کامل تأمین توان ولتاژ بالا،

- از دست رفتن تأمین توان ترکنشی، در حالی که برق ولتاژ بالا موجود است.

- خرابی اسکادا

- خرابی واحدهای انتقال اطلاعات محلی،
- خرابی تجهیزات اسکادا بصورت مرکزی.

- کنترل تهویه تونل
- خرابی رادیو
- خرابی سیستم PA
- عملکرد تنزل یافته مرتبط با ایستگاه

- از دست رفتن تأمین توان اصلی
- ازدحام شدید
- خرابی‌های پله‌برقی
- خرابی‌های آسانسور
- خرابی سیستم اعلام حریق
- خرابی سیستم دریافت کرایه اتوماتیک

۵-۱-۱ اصول بهره‌برداری ناوگان بصورت تنزل یافته

وقتی یک قطار با توقفی از پیش تعیین نشده به دلیل اشکال فنی مواجه می‌شود و یا هنگامی که اشکال فنی، سرویس‌های برنامه‌ریزی شده را تحت تأثیر قرار می‌دهد، کنترل کننده/سرپرست مرکز کنترل بهره‌برداری برای عملکردی تصمیم‌گیری می‌کند که مبتنی بر برنامه‌ی بهره‌برداری تنزل‌یافته می‌باشد. کنترل‌کننده/سرپرست مرکز کنترل بهره‌برداری باید اعمالی را تأیید نماید که ممکن است منجر به تنزل جدی شرایط بهره‌برداری گردد.

رویه‌های بهره‌وری در هنگام بهره‌برداری تنزل یافته باید در دستورالعمل رویه‌های بهره‌برداری مرتبط، برای راهبران قطار، کنترل‌کنندگان مرکز کنترل بهره‌برداری و روسای ایستگاه‌ها توضیح داده شوند. رویه‌های فنی برای مقابله با خرابی تجهیزات در دستورالعمل‌های بهره‌برداری و نگهداری تجهیزات، و توسط سازنده آنها بیان خواهند شد.

اثر اشکالات فنی بر پایه موارد زیر توسط کنترل‌کنندگان تعیین می شود:

- خرابی‌های با سطح تاثیر وسیع که دارای اثر آنی و بی‌درنگ در کل سیستم می‌باشند (به عنوان مثال اشکال در تأمین توان ولتاژ بالا در خط مترو)،
- اشکالات فنی که بر عملکرد اجزای اساسی سیستم تأثیر می‌گذارند، به عنوان مثال توقف قطارها در خط،
- اشکالات فنی که سطح تاثیر وسیعی نداشته و بصورت محلی می‌باشند، به عنوان مثال خرابی‌های مدار راه و دیگر اشکالات مشابه.

مدیریت نتایج حاصل از لغو و به تأخیر افتادن حرکت قطارها در سرویس روزانه بر مبنای مجموعه قوانینی می‌باشد که در ادامه مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

۵-۱-۲ بازیابی تأخیر، دسته بندی و اصول اصلاحی

اشکالات فنی معمولاً منجر به تأخیر در سفر قطارها می شود. این مورد در دو دسته طبقه بندی می شود:

- به تأخیر افتادن سفر یک قطار که اثر روی قطارهای بعدی ندارد.
- به تأخیر افتادن سفر بیش از یک قطار.

اصول بازیابی تأخیر به این صورت است:

- لغو سفر، تنها زمانیکه که سفر(های) بعدی آغاز شده اند.
- اطلاع رسانی به مسافران از تأخیرها و سفرهای لغو شده.

تأخیر اتفاق افتاده برای یک قطار:

تأخیرهایی که در آن زمان/فاصله با قطار پیشین بیش از ۲ دقیقه حفظ می‌شود، بر روی قطار بعدی هیچ تأثیری ندارد و یا تأثیر آن ناچیز می باشد.

جهت حذف و یا کاهش تاخیر(ها) اقدامات زیر انجام خواهد شد:

- کاهش زمان سیر بصورت اتوماتیک به کمک استفاده از زمان رزرو شده تقریباً برابر ۵ ثانیه به ازای کیلومتر توسط سیستم ATS،
- کاهش زمان تغییر خط در ایستگاه های ترمینالی، و
- در صورت امکان، کاهش زمان توقف ایستگاهی.

راهبران قطار از تأخیر ایجاد شده توسط کنترل‌کنندگان مرکز کنترل بهره‌برداری مطلع خواهد شوند و لازم است تصمیم و اقدام لازم را برای کاهش زمان تغییر خط در ایستگاه‌های ترمینالی اتخاذ نمایند، کنترل‌کنندگان مرکز کنترل بهره‌برداری نیز کارایی راهبر قطار را مونیتور و نظارت خواهند کرد.

تأخیرهای اتفاق افتاده برای بیش از یک قطار:

تأخیر یک قطار که منجر به کاهش زمان/فاصله ی قطار پیشین کمتر از ۲ دقیقه شود، باعث جابجا شدن زمانبندی قطارهای پیشین نیز خواهد شد. در نتیجه مسافران قطار پیشین به قطار متأخّر وارد می‌شوند، که این موضوع به جای فراهم آوردن امکان کاهش زمان توقف ایستگاهی برای قطار متأخّر، باعث افزایش آن خواهد شد. کنترل‌کنندگان خط با تأیید سرپرست مرکز کنترل بهره‌برداری معیار زیر را در نظر خواهند گرفت:

راه کار لازم را اتخاذ می‌نمایند تا با تزریق قطار(های) رزرو در فاصله زمانی ایجاد شده ناشی از تاخیر در ایستگاه‌های ترمینالی، زمان از دست رفته جبران شود. قطار(های) اضافه شده بر اساس برنامه‌ی سفر قطار(های) متأخّر حرکت می‌کنند، و قطار(های) متأخّر از سرویس خارج می‌شوند.

۵-۱-۳ ایمنی مسافر

در صورت بروی اشکال فنی که احتمال تحت تأثیر قرار دادن خط مترو را داشته باشد، رویه‌های زیر که به ترتیب اولویت نیز ذکر شده‌اند، جهت تضمین ایمنی مسافران انجام خواهند شد. تصمیمات مرتبط باید توسط کنترل‌کنندگان خط و با تأیید سرپرست مرکز کنترل بهره‌برداری اتخاذ شوند.

- درصورتیکه قطارها در ایستگاه‌ها باشند، در همان موقعیت نگهداری می‌شوند.

توجه: بعد از آنکه مسافران از قطار پیاده شدند و اطمینان حاصل شد که هیچ مسافری در قطار باقی نمانده است، ممکن است لازم باشد تا قطار متوقف در یک ایستگاه را به راه انداخت تا مسافران قطار قبلی نیز در ایستگاه پیاده شوند.

- در جایی که مسافران در قطاری متوقف بین فواصل بین ایستگاهی گرفتار شده‌اند، رویه‌های بازیابی و نجات بر اساس موارد زیر پیاده‌سازی می‌شوند:

- قطارهایی که در حال عبور هستند باید حدالامکان تا رسیدن به ایستگاه بعدی پیشروی نمایند.
- ممکن است به مسافران اجازه داده شود که تا حداکثر زمانی که از پیش مشخص شده داخل قطار باقی بمانند. پس از اتمام حداکثر زمانی که از پیش تعیین شده است، رویه‌های تخلیه‌ی مسافران باید در اولین فرصت ممکن آغاز شود. این تصمیم باید توسط کنترل‌کنندگان خط و با تأیید سرپرست مرکز کنترل بهره‌برداری اتخاذ شود.

۵-۲ جمع‌بندی

بطور کلی وجود لینک ارتباطی ریلی سبب دسترسی سریع‌تر آلات ناقله ریلی و در صورت لزوم تجهیزات امداد و نفرات آموزش داده به محل حادثه خواهد شد و از این جنبه وجود لینک ارتباطی بویژه در مناطق حساس و پرتراکم جمعیتی نظیر ایستگاه‌های تبادلی و میادین مرکزی شهر دارای کاربرد می‌باشد. لذا وجود لینک ارتباطی سبب سهولت در عملیات امداد و نجات و کاهش زمان مسدودی خط در زمان حوادث پیش‌آمده برای ناوگان و یا زیرساخت ریلی خواهد بود.

۶ لزوم درنظرگیری لینک ارتباطی بین خطوط

لینک ارتباطی بین خطوط متروی شهری جهت تبادل ناوگان می‌تواند برای اهداف زیر طراحی و اجرا شود:

- کاهش هزینه‌های احداث خطوط با طراحی و احداث یک دپوی جامع مشترک برای دو یا چند خط و انتقال ناوگان خطوط مختلف از طریق لینک‌های ارتباطی بین خطوط به این دپو،
- ایجاد امکان استفاده از دپوی خطوط دیگر برای خط یا خطوطی که به دلیل موقعیت قرارگیری آن‌ها در شهر، امکان طراحی و احداث دپو برای آن‌ها در شروع بهره‌برداری وجود ندارد و بخشی از طول آن‌ها احداث و آماده بهره‌برداری بوده ولیکن پایانه آن‌ها احداث نشده است.
- کاهش هزینه‌های ناشی از کاهش تعداد ناوگان به دلیل امکان انتقال ناوگان بین خطوط در ساعات اوج روزانه متفاوت برای هر خط یا ساعات اوج موردی، مناسبتی، فصلی و ... در هر یک از خطوط،
- صرفه‌جوئی در خرید تجهیزات متحرک از جمله تجهیزات شستشوی تونل، امداد و نجات و ...،
- سهولت در عملیات امداد و نجات و کاهش زمان آن و متعاقباً کاهش زمان مسدود شدن خطوط در زمان حوادث با توجه به افزایش دسترسی‌ها به محل حادثه از خطوط مختلف و نیز ایجاد امکان استفاده از تجهیزات مستقر در خطوط دیگر،
- استفاده موقت از خطوط لینک ارتباطی به‌عنوان پارکینگ یا محل پارک اضطراری در صورت خرابی یک قطار،
- وارد کردن قطار به خطوطی که به دلیل موقعیت شهری آن‌ها، امکان باراندازی ناوگان در پایانه آن‌ها وجود نداشته و یا اساساً پایانه خط احداث نشده است.

با توجه به موارد گفته شده در بالا، نمی‌توان به صورت قطعی اعلام نظر کرد که احداث لینک ارتباطی بین خطوط مترو به لحاظ فنی و اقتصادی کاری صحیح است یا خیر و حتماً بسته به مورد، نیازمند بررسی شرایط پروژه بوده و ممکن است در پروژه‌هایی دارای توجیه بوده و در پروژه‌های دیگر توجیه نداشته باشد.

۶-۱-۱ بررسی لینک ارتباطی در خطوط متروی برخی از شهرهای ایران

وضعیت طراحی و احداث لینک ارتباطی بین خطوط متروی چندین شهر و دلیل احداث یا عدم احداث از کارکنان سازمان‌های قطار شهری سؤال شده که به اختصار در ذیل به این موارد اشاره شده است:

- اصفهان: هر جائی که خطوط همدیگر را قطع می‌کنند، لینک دیده شده است. مشاور خطوط قطار شهری را در قالب شبکه دیده و حتی اگر یک خط، خط دیگر را در دو جا قطع کند، در هر دو تقاطع لینک دیده شده است. هدف از احداث لینک، تغذیه ناوگان، امداد و نجات، تأمین هدوی و ... می‌باشد.
- تهران در خطوط پیشین: در هر تقاطعی که امکان اجرای لینک وجود داشته است، لینک ارتباطی موضوعی اولویت دار از نظر بهره‌برداری بوده است. لیکن در این خصوص شرط امکان‌پذیر بودن لینک، زاویه تقاطع باز جهت افزایش شعاع قوس در محل اجرای لینک و عدم عبور لینک از زیر ساختمان‌ها می‌باشد. یکی دیگر از دلیل اصلی اجرای لینک، نبود پایانه در برخی از خطوط (موقت یا دائمی)، وارد کردن قطار به خطوط جدید و تأمین ناوگان خطوط در ساعات اوج و کسر ناوگان می‌باشد.

- شیراز: بین خطوط ۱ و ۲ لینک دیده شده و اجرای آن در برنامه می‌باشد. دلیل پیش‌بینی لینک، استفاده از ظرفیت دپوی اصلی بوده و البته در مواقع اضطراری هم لینک کارآیی خواهد داشت.
- اهواز: بین خطوط ۱ و ۲ پیش‌بینی شده بوده اما اجرا نشده است. علت عدم اجرا صعوبت آن بوده است. تعمیرگاه خطوط ۱ و ۲ مستقل از هم هستند لیکن وجود یک تعمیرگاه جامع و اجرای لینک توجیه بیشتری دارد.
- قم: به دلیل اختلاف کد زیاد بین دو خط، امکان طراحی و اجرای لینک وجود ندارد.
- لینک ارتباطی بین خط ۱ و ۲ متروی تبریز: در قرارداد طرح و ساخت خط ۲، طراحی لینک ارتباطی با خط ۱ جزء تعهدات پیمانکار گنجانده شده است. دلیل این امر طبق اعلام مدیریت ناوگان وقت، وابستگی خط ۱ به خط ۲ از دیدگاه تعمیراتی بوده است. طبق اعلام ایشان، دپوی لاله‌ی خط ۱ صرفاً تا سطح تعمیراتی نیمه عمر طراحی شده و شامل تعمیرات تمام عمر نمی‌باشد. به این دلیل طراحی و اجرای لینک مابین دو خط پیش‌بینی شده است.
- مشهد: خط ۱ متروی مشهد از نوع LRT با واگن‌های از نوع کف کوتاه بوده و این در حالی است که خطوط ۲، ۳ و ۴ متروی مشهد با واگن‌های متفاوت از خط ۱ در نظر گرفته شده است و نوع واگن با کف مرتفع می‌باشد. ضمناً نوع تغذیه در خط ۱ متروی مشهد شبکه بالاسری بوده و در خطوط ۲، ۳ و ۴ تغذیه قطارها از طریق ریل سوم صورت می‌پذیرد. بر این اساس اتصال ریلی بین خط ۱ متروی مشهد با هیچکدام از خطوط شبکه امکان‌پذیر نبوده است. لیکن خط ۲ به خط ۳ دارای لینک ارتباطی بوده و همچنین اتصال ریلی خط ۴ با خط ۳ نیز پیش‌بینی شده است و هدف اصلی این ارتباطات ریلی ورود قطار جهت بهره‌برداری اولیه و زودهنگام از خطوط ۳ و ۴ متروی مشهد بوده (با بکارگیری موقت قطارهای خط ۲) و همچنین در افق‌های آتی دسترسی ناوگان خطوط ۳ و ۴ متروی مشهد به دپوی طبرسی واقع در خط ۲ (که بعنوان دپوی جامع شبکه متروی مشهد طراحی و دست ساخت می‌باشد) در نظر بوده است.

۷ الزامات تعمیر و نگهداری در خصوص استفاده از تسهیلات مشترک تعمیر و نگهداری نیازمندی‌های اتصال خطوط ریلی

۷–۱ مفاهیم دپوی جامع در یک شهر و نیازمندی‌ها

چنانچه در یک شهر و شبکه ریلی شهری چندین دپو وجود داشته باشد، با این حال توصیه می‌شود که برخی از عملیات تعمیراتی که دائمی و به صورت روزمره نمی‌باشد به صورت متمرکز در یک و یا در صورت لزوم چندین دپو صورت پذیرد که اصطلاحاً به آن دپو/دپوهای جامع در یک شهر می‌گویند. این عملیات نظیر برخی فرآیندهای بازرسی خاص دوره‌ای، تراش چرخ و محور در تعمیرات سنگین، رنگ‌آمیزی بدنه در هنگام وقوع حوادث و یا بعد از نیمه عمر قطار، تعمیرات اصلاحی تجهیزات و زیر سیستم‌های ناوگان که نیازمند تجهیزات و کارکنان متخصص می‌باشند، خواهند بود. لذا با این رویکرد نیاز به تأمین برخی تجهیزات گران قیمت برای تمامی دپوها در یک شبکه ریلی شهری منتفی بوده و ضمناً کارکنان متخصص و آموزش دیده صرفاً در یک دپو با تعدد عملیات کاری و حجم کار مناسب مشغول به کار خواهند شد.

لازم به ذکر است که در هر صورت هر خط ریلی نیازمند دپو و پارکینگ مختص خود بوده بنحویکه عملیات پارک قطارها و انجام امور تعمیرات جاری، تعمیرات سنگین و نیمه سنگین (سطوح تعمیراتی ۱ تا ۳) و برخی عملیات خدماتی و تعمیراتی روزمره و زمان تکرار کم نظیر شستشوی اتوماتیک قطار، تراش چرخ درجا و ... در دپوی مربوطه به انجام رسد. لذا زمانیکه صحبت از وجود دپوی جامع به میان می‌آید صرفاً بحث در خصوص انجام تعمیرات سطح ۴ و ۵ تعمیراتی بوده که به عنوان تعمیرات اساسی و بازسازی شناخته می‌شوند و در سال‌های اولیه راه‌اندازی یک خط مترو مورد نیاز نبوده و طبیعتا در صورت ساخت ساختمان‌ها و تامین تجهیزات مورد نیاز جهت انجام این امور تعمیراتی از ابتدای بهره‌برداری پروژه، این تجهیزات کارکرد قابل توجهی نخواهند داشت. لذا با احداث یک یا چندین دپوی جامع تعمیراتی در یک شهر، مدیریت صحیح تعمیرات و صرفه جویی در منابع مالی و نیروی انسانی رقم خواهد خورد.

با توجه به توضیحات داده شده، آنچه در یک شبکه ریلی شهری در تعیین تعداد دپوهای مورد نیاز و سطح سرویس هر یک موثر بوده، وضعیت فعلی و افق طرح در بلندمدت خواهد بود؛

برخی از معیارهایی که می‌تواند توسط طراح و کارفرمای پروژه در تعیین دیدگاه ایشان در تعیین تعداد دپوها و سطح سرویس هر یک موثر باشد به شرح ذیل آورده شده است:

- از دیدگاه بهره‌برداری،
  - هزینه نیروی انسانی مشغول در دپوها،
  - اتلاف انرژی و هزینه‌های استهلاک به دلیل پیمایش بدون مسافر ناوگان از ایستگاه آخر به دپو و یا از سایر خطوط و دپو جامع،
  - سایر هزینه‌های نیروی انسانی ستادی نظیر کارکنان مدیریتی، نظارتی و راهبران پیش‌بینی شده جهت انجام شانت و مانور در دپوهای مختلف.
- از دیدگاه تعمیرات ناوگان،
  - تامین تجهیزات تعمیرگاهی تکراری در دپوهای مختلف و افزایش هزینه‌های مربوطه،
  - امکان استفاده از قطارهای رزرو آماده بهره‌برداری به صورت مشترک بین خطوط یک شبکه ریلی در صورت امکان،
  - هزینه‌های نیروی انسانی اضافه شامل کارکنان ستادی و فنی در کارگاه‌های تعمیراتی.
- از دیدگاه هزینه‌های تملک اراضی و ساخت ساختمان‌ها و محوطه بویژه در محدوده‌های شهری.

۷-۱-۱ ضرورت احداث دپوی جامع از دیدگاه بهره‌برداری

توجه به این نکته ضروری بوده که تعمیرات ناوگان تابع کیلومتراژ پیمایش و سیر قطارها بوده و در شروع بهره‌برداری در یک خط، نیروی متخصص و تجهیزات تخصصی جهت انجام امور تعمیراتی سطوح ۴ و ۵ ضروری نبوده، لیکن بر حسب مورد ممکن است نیاز به اعزام قطار جهت دریافت اینگونه امور تخصصی نیز وجود داشته باشد. بعنوان مثال، به هنگام وقوع حوادثی نظیر آتش‌سوزی، تصادم قطار با موانع بعلت خروج از خط یا برخورد با قطار مجاور و خرابی‌های موردی بوجود آمده در بوژی و متعلقات و یا دیگر مواردی از این دست، سبب می‌شود که قطار و زیرسیستم نیازمند اعزام به تعمیرگاه جهت دریافت خدمات تخصصی سطوح ۴ و ۵ نظیر کارگاه تعمیراتی بوژی، سالن رنگ و ... باشند. لذا در صورت وجود دپوی جامع تعمیراتی در یک شهر و امکان ارتباط ریلی بین خطوط، این امکان را برای بهره‌بردار فراهم کرده تا به کمک نیروی متخصص آموزش دیده و تجهیزات تخصصی نسبت به انجام امور مورد نیاز ناوگان ریلی خطوط مختلف شبکه قطار شهری اقدام نماید.

۷-۱-۲ ضرورت احداث دپوی جامع از دیدگاه تعمیرات ناوگان و تجهیزات مربوطه

عمده عملیات تعمیر و نگهداری در سطوح ۴ و ۵ همانطور که پیش‌تر توضیح داده شد به شرح ذکر شده در جداول ۴-۱ تا ۴-۳ می‌باشد.

جدول ۱-۷- معرفی بخشی از بازدیدهای ۶۰۰,۰۰۰ کیلومتر پیمایش

فعالیت - سطح تعمیراتی	ایستگاه کاری	عملیات اصلاحی
آزمون و تست مخازن هوای فشرده از نظر داخلی و خارجی (۳)	سالن بازرسی / تعمیرات سبک	انجام کار در کارگاه تخصصی پنوماتیک
تعمیرات اساسی شیرهای فشار شکن (۳-۴)	سالن تعمیرات سنگین	انجام کار در کارگاه تخصصی پنوماتیک
تعمیرات اساسی موتور برف پاکنها (۳-۴)	سالن تعمیرات سنگین	انجام کار در کارگاه تخصصی پنوماتیک
تعویض شیلنگهای هوای فشرده (۳)	سالن تعمیرات سنگین	انجام بخشی از عملیات در کارگاه تخصصی پنوماتیک
تعمیرات اساسی کمپرسورهای هوای فشرده (۴)	سالن تعمیرات سنگین	انجام کار در کارگاه تخصصی پنوماتیک
تعمیرات اساسی کنترل یونیت شیرها هوایی و سیستم ترمز (۴)	سالن تعمیرات سنگین	انجام کار در کارگاه تخصصی ترمز
آزادسازی بشقاب زیرین راهروهای میانی ارتباطی واگن‌ها و انجام آزمون و کنترل (۴)	سالن تعمیرات سنگین	-
تعویض لامپ‌های سالن مسافری (۳)	سالن پارکینگ	-
بررسی و کنترل ترمینال های ارتینگ (۴)	سالن تعمیرات سنگین	کنترل اتصالات و سفت کردن آنها در صورت نیاز
تعمیرات سوکت باتری شارژرها (۴)	سالن تعمیرات سنگین	انجام کار در کارگاه تخصصی الکتریکال
تعویض لاستیک آب بندی یاکس های الکتریکال (۳-۴)	سالن تعمیرات سنگین	-
تعویض فن ها کامپیوترهای کابین (۴)	سالن تعمیرات سنگین	-
تعمیرات اساسی یونیت های تهویه مطبوع (۴)	سالن تعمیرات سنگین	انجام تعمیرات در کارگاه تخصصی یونیت تهویه مطبوع
تعمیرات اساسی عملگرهای درب‌های مسافری (۴)	سالن تعمیرات سنگین	انجام تعمیرات در کارگاه تخصصی درب
نظافت و کنترل اینورتر رانشی (۳)	سالن تعمیرات سنگین	انجام عملیات در کارگاه تخصصی الکتریکال
بازرسی و کنترل شارژرهای باتری (۳)	سالن بازرسی / تعمیرات سبک	انجام تنظیمات در صورت ضرورت
اندازه گیری و سنجش مقاومت الکتریکی مقاومت های ترمزی (۳)	سالن تعمیرات سنگین	تعویض مقاومت‌ها در صورت ضرورت
بررسی و کنترل ترمینال های ارتینگ زیر شاسی (۳-۴)	سالن تعمیرات سنگین	کنترل اتصالات و سفت کردن آنها در صورت نیاز
تعمیرات اساسی کلیه بوژی‌های یک قطار (۴-۵)	سالن تعمیرات سنگین	انجام عملیات و تعمیرات در کارگاه تخصصی تعمیرات بوژی
تعمیرات اساسی کوپلرهای نیمه دائم (۴)	سالن تعمیرات سنگین	انجام تعمیرات در کارگاه تخصصی کوپلر
تعمیرات اساسی کالیپرهای و سیلندرهای ترمزی (۴)	سالن تعمیرات سنگین	انجام تعمیرات در کارگاه تخصصی ترمز

جدول ۲-۷- معرفی بخشی از بازدیدهای ۹۰۰,۰۰۰ کیلومتر پیمایش

فعالیت - سطح تعمیراتی	ایستگاه کاری	عملیات اصلاحی
تعمیرات اساسی شیرهای کنترلی (۴)	سالن تعمیرات سنگین یا نیمه سنگین	انجام عملیات تعمیراتی در کارگاه باتری
تعمیرات و جایگزینی سیستم‌های اینورترهای کمکی (۴)	سالن تعمیرات سنگین یا نیمه سنگین	انجام عملیات تعمیراتی در کارگاه الکتریکال
تعمیرات و جایگزینی سیستم‌های اینورترهای اصلی (۴)	سالن تعمیرات سنگین یا نیمه سنگین	انجام عملیات تعمیراتی در کارگاه الکتریکال
تعمیرات اساسی کوپلرهای اتوماتیک/نیمه اتوماتیک (۴)	سالن تعمیرات سنگین یا نیمه سنگین	انجام عملیات تعمیراتی در کارگاه کوپلر
تعمیرات اساسی سیستم تعلیق هوایی (ثانویه) (۴)	سالن تعمیرات سنگین یا نیمه سنگین	انجام عملیات تعمیراتی در کارگاه تعمیرات بوژی / کارگاه سیستم‌های هوایی

جدول ۳-۷- معرفی بخشی از بازدیدهای ۱,۴۰۰,۰۰۰ کیلومتر پیمایش

فعالیت - سطح تعمیراتی	ایستگاه کاری	عملیات اصلاحی
تعمیرات اساسی کنترل یونیت شیرها هوایی و سیستم ترمز (۴-۵)	سالن بازسازی کامل	انجام عملیات در کارگاه تخصصی ترمز
تعمیرات اساسی لوله‌های هوای فشرده (۴-۵)	سالن بازسازی کامل	انجام عملیات در کارگاه تخصصی ترمز
تعویض بیرینگهای سرمحور (۵)	سالن بازسازی کامل	انجام عملیات در کارگاه تخصصی چرخ-محور
تعویض کامپیوتر و یونیت نمایشگر راهبر (۴-۵)	در تمامی سالنها قابل انجام می‌باشد.	-
نوسازی موتورهای دمپر دود (۴)	سالن بازسازی کامل/سالن بازرسی/تعمیرات سبک	-
تعویض باتری‌ها (۴)	سالن بازسازی کامل/سالن بازرسی/تعمیرات سبک	-
تعمیرات اساسی اینورترهای کمکی (۴-۵)	سالن بازسازی کامل	انجام عملیات در کارگاه تخصصی الکتریکال
انجام تست فشاری منابع هوای فشرده (۴)	سالن بازسازی کامل	انجام عملیات در کارگاه تخصصی پنوماتیک/ترمز
جایگزینی فیلترهای سیستم‌های الکتریکی[1] (۳)	سالن بازسازی کامل/سالن بازرسی/تعمیرات سبک	-
تعمیرات اساسی کوپلرها اتوماتیک (۴-۵)	سالن بازسازی کامل	انجام عملیات در کارگاه تخصصی کوپلر
جایگزینی منابع هوای فشرده (۴)	سالن بازسازی کامل	-
آماده‌سازی و رنگ بدنه واگنها (۵)	سالن بازسازی کامل	انجام عملیات در سالن آماده‌سازی و رنگ

لذا عمده تفاوت وجود تعمیرات سطوح ۴ و ۵ در یک دپو، افزایش چند خطی ریلی در سالن تعمیرات ناوگان و احداث کارگاه‌های تخصصی مربوطه به شرح ذیل می‌باشد.

- سالن تعمیراتی سنگین و بازسازی کامل که خطوط ریلی از بیرون سالن به داخل منتهی می‌شود،
- کارگاه تخصصی بوژی،
- کارگاه تخصصی چرخ و محور،
- کارگاه تخصصی پنوماتیک و ترمز،
- سالن/سالن‌های آماده سازی قبل از رنگ واگن و سالن/سالن‌های رنگ واگن،
- کارگاه تخصصی ادوات الکتریکی و مدارات قدرت،
- کارگاه تخصصی کوپلر،
- کارگاه تخصصی اداوت و تزئینات داخلی و GRP،
- کارگاه تخصصی درب،
- کارگاه تخصصی یونیت تهویه.

[1] Filter Reactors

لازم به ذکر است که با توجه به نیازمندی انجام امور تعمیراتی سطوح ۱ تا ۳، ضرورت پیش‌بینی برخی از کارگاه‌های تعمیراتی فوق در دپوی هر خط ضروری بوده و نام بردن از آنها در لیست بالا در دپوی تعمیراتی جامع، به مفهوم حذف کامل این فضا و تجهیزات مربوطه از دپوهای ضروری در خطوط ریلی یک شبکه ریلی نخواهد بود.

لازم به ذکر است که عمده تجهیزات مهم و تاثیرگذار از نظر میزان سرمایه‌گذاری اولیه جهت تجهیز فضاهای فوق الذکر به شرح جدول ۴-۴ می‌باشد.

جدول ۴-۷- تجهیزات مهم و تاثیرگذار از نظر میزان سرمایه‌گذاری اولیه مورد نیاز جهت انجام تعمیرات سطوح ۴ و ۵

Item	Equipment Description	Quantity	Total Estimated Price
1	Overhead travelling crane (20 tons)	2	65,000
2	Hydraulic lifting travelling table in pit (MO-2 lane)	1	19,000
3	Self propelled, Hydraulic lifting platform	1	41,000
4	Diesel fork lift truck	1	47,000
5	Bogie drop pit	1	100,000
6	Bogie turn-table	2	59,000
7	Overhead travelling crane (15 tons)	2	43,000
8	Hydraulic lifting travelling table in pit (MLO-1 lane)	1	16,000
9	Self propelled, Hydraulic lifting platform	1	28,000
10	Diesel fork lift truck	1	47,000
11	Bogie turn-table	1	30,000
12	Cleaning chamber with chemical jet machine	1	86,000
13	Assembled bogie load testing machine (bogie press)	1	620,000
14	Jib Crane 2t capacity	3	36,000
15	Disassembly stand for bogie	1	22,000
16	Assembly stand for bogie	1	22,000
17	Bogie turn-table	2	59,000
18	Bogie frame stand for NDT	1	3,000
19	Bogie frame welding stand	2	5,000
20	Bogie manipulation device	1	37,000
21	Welding workbench	2	8,000
22	Gas cutting equipment	1	1,000
23	Welding Transformer	2	3,000
24	Pneumatic test bench	1	343,000
25	Brake test bench.	1	240,000
26	Shot blast cabin	1	14,000
27	Ultrasonic flaw detector for axle	1	19,000
28	Press for wheel fitting and removal	1	496,000
29	Wheel boring machine	1	291,000
30	Axle turning lathe	1	261,000
31	Surface Wheel lathe	1	345,000
32	Wheel seat (axle) grinding machine (Optional)	1	472,000
33	Bearing extractor	1	28,000
34	Induction heater	1	10,000
35	Gear-box test bench	1	376,000
36	General purpose lathe	1	14,000
39	Specific tools, air spring & levelling valve overhauling, etc.	1	19,000
40	Electric Fork lift truck	1	21,000

Item	Equipment Description	Quantity	Total Estimated Price
41	Dummy bogie	6	112,000
42	universal milling machine	1	29,000
43	Coupler testing device	1	226,000
44	Bogie pusher	1	16,000
45	Cherry picker	1	10,000
46	Multi Tonnage press for bogie assembly and disassembly	1	190,000
47	Test equipment for Electrical items / Master controller / Door operating mechanism / Cab & car interior / Signal systems, etc.	1	31,000
48	Ultrasonic machine for cleaning electronic equipment	1	15,000
49	Traction / High speed circuit breaker tools and test equipement.	1	116,000
50	Air condition units & ventilation testing equipment	1	65,000
51	High vlotage DC rectifier	1	4,000
52	Propulsion / Auxiliary inverter / High speed circuit breaker / High voltage box tools and test equipement	1	112,000
53	Paint application equipment / mix equipment	1	14,000
54	Preparation working stand for polyester	1	5,000
55	Elevator pods	4	65,000
56	Painting booth	1	192,000
57	Air Extraction and Ventilation/Curing facilities	1	28,000
58	heavy shunting locomotive	1	2,010,000
59	Inspection vehicle for track geometry (Optional)	1	2,107,000
60	Metro tunnel cleaning machine/vehicle (Optional)	1	1,364,000
61	Electric rich-truck for warehouses	2	180,000
62	Blowing Room Equipment	1	150,000
	Estimated Total Price with Contractor Overhead		**11,387,000**

صرفنظر از هزینه‌های مربوط به تجهیزات تعمیرگاهی، استفاده از نیروی انسانی متخصص نیز موضوعی قابل ذکر تامل می‌باشد بویژه اینکه عمر طراحی و بهره‌برداری یک خط ریلی ۱۰۰ سال درنظر گرفته می‌شود و این موارد در بلند مدت اهمیت دوچندان خواهد داشت. لذا تخصصی کردن عملیات تعمیراتی در سطوح ۴ و ۵ و استفاده از نیروی انسانی آموزش دیده موضوعی راهبردی بوده که در بلندمدت سبب افزایش کارایی و هم‌افزایی خواهد بود.

۳-۱-۷ ضرورت احداث دپوی جامع از دیدگاه تملک اراضی و ساخت ساختمان‌ها

عمده تفاوت مالی جهت پیش‌بینی دپوی جامع و انجام کلیه امور تعمیراتی از سطح ۱ تا ۵ مربوط به تجهیزات ذکر شده در جدول ۴-۴ می‌باشد و تاثیر این موضوع از دیدگاه سطح اشغال اراضی دپو هزینه کارهای عمرانی در مقایسه با کل کارهای عمرانی یک دپو، کمتر از ۲ درصد برآورد می‌گردد. علت این موضوع این می‌باشد که تاثیر دپوی جامع صرفاً بر روی ساختمان تعمیرات ناوگان بوده که صرفاً این تغییر مربوط به سطوح تعمیراتی ۴ و ۵ و کارگاه‌های مربوطه می‌باشد که تاثیر معناداری در سطح اشغال اراضی دپو نخواهد داشت.

۷-۲ مقایسه فنی و اقتصادی احداث دپوی جامع

توجه شود که احداث دپوی جامع تعمیراتی در یک شبکه ریلی، یک راهبرد بوده و لزوماً خروجی مقایسه‌های فنی و اقتصادی منجر به چنین تصمیمی نخواهد شد. حتی در شرایطی که احداث دپوی جامع در یک شهر سبب افزایش هزینه‌های تامین تجهیزات، تملک اراضی و هزینه‌های احداث ساختمان‌های مورد نیاز گردد نیز توصیه به وجود دپوی جامع تعمیراتی در شبکه ریلی قطار شهری پابرجا خواهند ماند. در هر حال در این بخش به بررسی مقایسه فنی و اقتصادی احداث دپوی جامع برای بخش غربی خط اکسپرس B متروی تهران پرداخته شده است. لازم به ذکر است که دپوی سه‌راه تقی‌آباد مقرر است بعنوان دپوی جامع سوم در شهر تهران مشخصاً برای خطوط ۹ و ۱۱ متروی تهران خدمات‌رسانی نماید که در صورت اتصال خط اکسپرس B به خط ۱۱ متروی تهران می‌توان از ظرفیت آزاد این دپو نسبت به اختصاص سطوح تعمیراتی کل این خط بهره‌مند شد که استفاده از سطح ولتاژ ۷۵۰ ولت جریان مستقیم با نوع تغذیه ریل سوم این امر را تسهیل خواهد نمود.

جدول ۵-۷- مقایسه فنی و اقتصادی احداث دپوی جامع برای خطوط ۱۰ و ۱۱

ردیف	معیارهای تصمیم گیری	نوع تاثیر	میزان اهمیت	اختلاف هزینه برآوردی	ارزیابی
۱	هزینه‌های نیروی انسانی متخصص در افق طرح	کاهشی	++	حدود ۳ میلیارد تومان در سال	مثبت
۲	سایر هزینه‌های نیروی انسانی ستادی	کاهشی	+	حدود ۴۰۰ میلیون تومان در سال	مثبت
۳	هزینه‌های اتلاف انرژی به دلیل پیمایش بدون مسافر ناوگان	افزایشی	++	غیر قابل برآورد	منفی
۴	هزینه‌های استهلاک ناوگان و تجهیزات به دلیل پیمایش بدون مسافر ناوگان	افزایشی	++	غیر قابل برآورد	منفی
۵	تامین تجهیزات تعمیرگاهی	کاهشی	+++++	حدود ۱۱,۴ میلیون یورو	مثبت
۷	هزینه‌های تملک اراضی	کاهشی	++	۵ درصد صرفه جویی	مثبت
۸	هزینه‌های ساخت ساختمان‌ها	کاهشی	++	بر اساس طرح سیویل قابل محاسبه می باشد.	مثبت

توجه شود که بطور کلی استفاده از لینک‌های ارتباطی بین خطوط یک شبکه مترو به دلایل ذیل می‌باشد:

- بهره‌گیری موقت از قطارهای یک خط جهت راه‌اندازی زودهنگام خط در دست ساخت (بدون قابلیت ATO و با استفاده از دید راهبر و سیگنال‌های کنارخطی)،
- استفاده از زیر ساخت تعمیراتی در نظر گرفته شده بعنوان دپوی جامع و تعمیرگاه مرکزی در یکی از خطوط شبکه متروی شهری،

انعطاف پذیری مدیریت بهره‌برداری شبکه و استفاده جهت انجام مفاهیم ایمنی، امداد و نجات و ایجاد دسترسی میانی به یک خط به هنگام وقوع حوادث (این هدف نسبت به دو هدف پیشین از اهمیت کمتری برخوردار می‌باشد).

هزینه احداث لینک ارتباطی (شامل حفاری زیرزمینی و تجهیز) موضوعی چالشی در برخی سازمان‌های قطارشهری بوده و ایشان در صدد حذف لینک‌های ارتباطی بین خطوط و با علم به از دست رفتن انعطاف‌پذیری‌های مدیریت بهره‌برداری ناشی از این حذف

می‌باشند. در اینجا وجود لینک ارتباطی به عنوان یک ضرورت از دیدگاه انعطاف پذیری در بهره‌برداری شناخته شده فلذا هزینه‌های احداث لینک ارتباطی در خصوص مقایسه فنی و مالی دپوی جامع لحاظ نشده است.

۸ ارائه واریانت‌های مختلف لینک خط ریلی با سایر خطوط ریلی

۸-۱ معرفی واریانت‌های لینک ارتباطی از طریق خطوط موجود متروی تهران و شبکه ملی راه‌آهن و مقایسه آنها

در جدول ذیل معرفی واریانت‌های لینک ارتباطی به بخش غربی خط اکسپرس B بر اساس تقاطع با خطوط در حال بهره‌برداری متروی تهران و راه‌آهن ملی جمهوری اسلامی ایران صورت گرفته است و رتبه‌بندی اولیه از دیدگاه امکان انتقال قطار از لینک و استفاده از دپو و پارکینگ خطوط در حال بهره‌برداری صورت گرفته است.

جدول ۱-۸- معرفی واریانت‌های لینک ارتباطی

ارتباط با خط/خطوط مترو		درصد وزنی	امتیاز مرجع: بله ✓		خیر ✗	آلترناتیو ۱: راه‌آهن ملی ملکی	امتیاز	آلترناتیو ۲: خط ۱۰ ملکی	امتیاز
اتصال بین خطوط از دیدگاه پلان و پروفیل ممکن می باشد؟ میزان صعوبت اتصال بین دو خط از دیدگاه پلان و پروفیل؟		۱۶٪	۵۰	~	۰	✓	۳۵	✓	۵۰
آیا موقعیت لینک پیشنهادی در الویت اجرای اکسپرس B می باشد؟		۲۳٪	۷۰	~	۰	✓	۷۰	✓	۷۰
تونل ساخته شده است؟		۳٪	۱۰	یا	۵	-	۱۰	✗	۱۰
روسازی اجرا شده است؟		۲٪	۰	یا	۵	✓	۰	✗	۵
اکنون در حال بهره برداری است؟		۱۶٪	۰	یا	۵۰	✓	۰	✗	۵۰
وضیت دپو	ساخته شده است یا الویت ساخت دارد؟	۱۳٪	۴۰	یا	۰	-	۰	✗	۰
	امکان پوشش سطوح ۱ و ۳؟	۳٪	۱۰	یا	۰	-	۰	✓	۱۰
	امکان پوشش سطوح ۴ و ۵؟	۵٪	۱۵	یا	۰	-	۰	✗	۰
	کیلومتراژ دسترسی به دپو	۳٪	۱۰	~	۰	-	۰	۱ کیلومتر	۱۰
ارتباط ریلی خط غیراصلی با سایر خطوط		۲٪	۵	~	۰	-	۰	خط ۶	۳
وضعیت دپو در سایر خطوط	ساخته شده است یا الویت ساخت دارد؟	۷٪	۲۰	یا	۰	-	۰	✓	۲۰
	امکان پوشش سطوح ۱ و ۳؟	۲٪	۵	یا	۰	-	۰	✓	۵
	امکان پوشش سطوح ۴ و ۵؟	۳٪	۱۰	یا	۰	-	۰	✓	۱۰
	کیلومتراژ دسترسی به دپو از خط اصلی	۲٪	۵	یا	۰	-	۰	۲۰ کیلومتر	۳
حداکثر امتیاز			۳۰۵			۱۱۵		۲۴۶	
نرمال شده به بیشترین امتیاز کسب شده						۰.۴۷		۱.۰۰	
تعیین الویت اولیه اجرای لینک ارتباطی با خطوط موجود						۲		۱	

لذا ۲ گزینه برتر جهت احداث لینک ارتباطی با خطوط موجود با توجه به اولویت‌های بهره‌برداری تعیین شده به ترتیب:

- ✓ خط ۱۰ متروی تهران در محدوده ایستگاه ملکی،
- ✓ راه‌آهن ملی جمهوری اسلامی ایران در محدوده ایستگاه ملکی.

بر اساس توضیحات بخش ۲-۴-۴ ، از دیدگاه معیار a، پیش‌بینی لینک ارتباطی از خط ۱۰ به بخش غربی خط اکسپرس B امکان‌پذیر می‌باشد.

از دیدگاه معیار b، با توجه به اینکه در بلند مدت تعمیرات سنگین و بازسازی کامل قطارهای خط ۱۰ متروی تهران در دپوی دولت آباد پیش‌بینی شده است، لذا اتصال بخش‌غربی خط اکسپرس B به خط ۱۰ از این منظر نیز مطلوب می‌باشد. لازم به ذکر است که دپوی خط ۶ (دولت آباد) جهت پوشش تعمیرات سطوح ۱ تا ۵ ناوگان خط ۶ و همچنین انجام تعمیرات سطوح ۴ و ۵ ناوگان خطوط ۷، ۸ و ۱۰ تهران طراحی شده است.

از دیدگاه معیار c نیز با توجه به جانمایی تجهیزات تعمیرگاهی و ماشین امداد ریلی-جاده‌ای و شانتر دیزلی در دپوی دولت آباد و فتح‌آباد، به دلایلی که از دیدگاه معیار b توضیح داده شد، دسترسی این وسایل کمکی به بخش غربی خط اکسپرس B در زمان قابل قبول امکان‌پذیر می‌باشد.

این در حالی است که ارتباط با شبکه راه‌آهن ملی هیچ از مزایای بالا را در اختیار خط اکسپرس B قرار نخواهد داد.