مشـــاوران اندیشکار مشـــاوران نقش محیط

شرکت حمل و نقل ریلی
(مترو) غرب استان تهران

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

مطالعات سیاستگذاری بهره‌برداری (OP/1)

تاریخ: شهریورماه ۱۴۰۳ شناسه گزارش: WestMetro-95042-OP1-00

شرکت حمل و نقل ریلی (مترو) غرب استان تهران

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

مطالعات سیاستگذاری بهره‌برداری (OP/1)

شهریور 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 سیاستگذاری بهره‌برداری (OP/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	شهریور ۱۴۰۳
	شماره نامه ارسال	

فهرست مطالب

1 بررسی نتایج مطالعات فرادست برای شناخت آمار تقاضای سفر مورد انتظار از شبکه خطوط قطار شهری ۸
1-1 جمع‌آوری اطلاعات ورودی ۱۰
1-2 مطالعات ترافیک مسافر و تعیین ظرفیت هر یک از ایستگاه‌ها ۱۱
1-3 مرور کریدور و وضعیت پلان و پروفیل در خط اکسپرس B متروی تهران ۱۳

۲ بررسی نتایج اولیه مطالعات ناوگان برای استخراج ظرفیت قطار ۱۶
3 بررسی سرفاصله (هدوی) طراحی اولیه مورد نظر ۱۹
۳-۱-۱ بررسی نیازمندی‌های بهره‌برداری بر اساس مطالعات فرادست و PPHPD حدود ۲۲۰۰۰ ..... ۲۳
۳-۲ جمع‌بندی ۲۷

۴ تعریف کارکرد ایستگاهها، مانورها ۲۸
4-1 لی‌اوت مسیر ۲۸
1.1.1 استراتژی و تعیین موقعیت و جهت کراس‌اورها ۲۸

۵ پیشنهاد در خصوص نوع سکو ایستگاه‌ها و تیپ‌بندی بر اساس بهره‌برداری و ارائه پیشنهادات مرتبط ۳۰
5-1 جابجایی قطارها در خط ۳۰
۵-۲ ارزیابی اصول و کارکرد خطوط کناری و کراس‌اورها ۳۱
۵-۲-۱ عملکرد ایستگاه ترمینالی ۳۱
5-2-2 عملکرد ایستگاه‌های میانی با سکوی کناری ۳۱

6 تعیین الزامات بهره‌برداری در خصوص اتصال با سایر خطوط و بررسی شبکه خطوط ۳۴
۶-۱ الزامات بهره‌برداری و روش انجام مطالعات ۳۴
۶-۲ اهداف بهره‌برداری و قیدها ۳۶
۶-۲-۱ ایمنی ۳۶
۶-۲-۲ نظم و هماهنگی ۳۶
۶-۲-۳ راحتی و آسایش مسافران ۳۷
6-2-4 سرعت ۳۸
6-2-5 ارزانی سفر ۳۸
۶-۳ اصول سرویس‌دهی روزانه و بهره‌برداری نرمال ۳۸
۶-۳-۱ شروع سرویس‌دهی روزانه ۳۸
۶-۳-۲ پایان سرویس روزانه ۳۹
۶-۳-۳ دوره تعمیر و نگهداری زیرساخت ۳۹
۶-۳-۴ پارکینگ قطارها ۳۹
۶-۳-۵ قطارهای وارد شده به و خارج شده از سرویس ۳۹
۶-۳-۶ آماده سازی جهت سرویس‌دهی ۴۰

۶-۳-۷ ورود به سرویس‌دهی ۴۰
۶-۳-۸ بهره‌برداری روزمره قطارها ۴۱
۶-۳-۹ ارتباطات ۴۲
۶-۳-۱۰ وسایل نقلیه کمکی ۴۲
۶-۴ راهبران قطار ۴۲
۶-۴-۱ ثبت ورود و خروج راهبران ۴۲
۶-۴-۲ عملیات شانتینگ ۴۲
۶-۴-۳ دفتر وقایع نگهبانی ۴۳
۶-۴-۴ تغییر شیفت کاری ۴۳
6-4-5 تغییر شیف کاری جهت صرف نهار/شام و یا نیاز فیزیکی ۴۳
۶-۴-۶ راهبران جایگزین ۴۳
۶-۴-۷ لوازم فنی مورد نیاز راهبر قطار ۴۳
۶-۵ ضرورت وجود لینک ارتباطی بین خطوط در شبکه مترو ۴۴

۷ بررسی و تعیین الزامات تعمیر و نگهداری و دپوی خطوط مختلف همچنین برآورد تعداد خطوط پارکینگ مورد نیاز با توجه به سرفاصله زمانی (هدوی) در طراحی اولیه ۴۵
۷-۱ تخمین تعداد ناوگان مورد نیاز ۴۵
۷-۲ بررسی قابلیت دستیابی به حداقل هدوی طراحی تئوریک ۴۷
۷-۲-۱ خط اصلی و ایستگاه های میانی ۴۷
7-3 معرفی موقعیت‌های پیشنهادی دپو و پارکینگ در خط اکسپرس B متروی تهران ۵۰
۷-۴ بررسی گزینه های احداث دپو و پارکینگ در خط اکسپرس B از منظر ترافیک ۷۱
۷-۴-۱ از منظر مطالعات ترافیکی کلان ۷۱
۷-۵ ارزیابی تعیین موقعیت اراضی دپو برای بخش غربی خط اکسپرس B متروی تهران ۷۲
۷-۵-۱ نتیجه‌گیری ۸۴

۸ ارائه سناریوهای بهره‌برداری اولیه ۸۵
8-1 سرویس‌دهی قطارها به خط ۸۵

۹ بررسی و ارزیابی گستره مکانی جانمایی مسیر و ایستگاه‌ها از دیدگاه انطباق با استراتژی بهینه بهره‌برداری و حذف بخش‌هایی نامنطبق با استراتژی بهره‌برداری ۸۹
9-1 عملکرد سیستم حمل و نقل ۸۹
۹-۱-۱ روش شناسی عمومی ۸۹
9-1-2 مشخصات هندسی مسیر ۹۲
۹-۲ جمع‌بندی ۹۲

۱۰ ارائه الزامات اولیه ایمنی و اضطرار ۹۲
۱۰-۱ اصول بهره‌برداری در زمان خرابی ۹۲
۱۰-۲ اصول اعلام و گزارش خرابی ۹۳

۱۰-۳ انواع خرابی های در نظر گرفته شده ۹۳
۱۰-۳-۱ اصول بهره‌برداری ناوگان بصورت تنزل یافته ۹۵
۱۰-۳-۲ بازیابی تأخیر، دسته بندی و اصول اصلاحی ۹۵
۱۰-۳-۳ خرابی‌هایی که منجر به بهره‌برداری تنزل یافته می‌شوند ۹۸
۱۰-۳-۴ خرابی های اصلی و مهم سیستم سیگنالینگ ۹۹
۱۰-۳-۵ خرابی های مهم قطار ۱۰۰
۱۰-۳-۶ از دست رفتن تامین توان ترکشنی ۱۰۱
۱۰-۳-۷ اختلال مرکزی در عملکرد سیستم اسکادا تامین توان ۱۰۲
۱۰-۳-۸ سیستم کنترل تهویه تونل ۱۰۳
۱۰-۳-۹ خرابی سیستم رادیو ۱۰۳
۱۰-۳-۱۰ اختلال در سیستم اطلاع رسانی به مسافران ۱۰۳
۱۰-۴ بهره‌برداری تنزل یافته ایستگاه ۱۰۳
۱۰-۴-۱ از دست رفتن تامین توان اصلی ۱۰۳
۱۰-۴-۲ قطع برق یکی از پست‌های LPS ایستگاه ۱۰۴
۱۰-۴-۳ ازدحام بیش از حد ۱۰۴
۱۰-۴-۴ خرابی پله برقی ۱۰۴
۱۰-۴-۵ خرابی آسانسور ۱۰۴
۱۰-۴-۶ خرابی سیستم اعلام حریق ۱۰۴
۱۰-۴-۷ خرابی تجهیزات دریافت کرایه اتوماتیک ۱۰۵
۱۰-۵ اصول بهره‌برداری در شرایط بسته شدن موقت خط ۱۰۵
۱۰-۵-۱ سرویس های مشروط ۱۰۵
۱۰-۵-۲ بهره‌برداری موقت بصورت تک خطه ۱۰۶

فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۱: نتایج اولیه مطالعات ترافیک مسافر (مسافران سوار و پیاده شده سناریو مصوب در سال ۱۴۲۰) ۱۲
جدول ۲-۱- وضعیت اولیه جانمایی ایستگاه‌های بخش غربی خط اکسپرس B ۱۳
جدول ۳-۱- وضعیت اولیه جانمایی قوس‌های افقی مهم در بخش غربی خط اکسپرس B ۱۴
جدول ۴-۱- وضعیت اولیه شیب و فرازها در بخش غربی خط اکسپرس B ۱۵
جدول ۱-۲: مشخصات فنی اصلی ناوگان در خطوط موجود متروی تهران ۱۶
جدول ۲-۲: خلاصه مشخصات فنی و عملکردی ناوگان پیشنهادی برای خطوط ۸ تا ۱۱ متروی تهران ۱۷
جدول ۳-۲- خلاصه مشخصات فنی و عملکردی ناوگان پیشنهادی در خط ریلی غرب استان تهران ۱۸
جدول ۱-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۶ – تعیین هدوی تئوریک ۱۹
جدول ۲-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۶ واگنه – تعیین هدوی عملی رِند شده به ۳۰ ثانیه (رو به بالا) ۱۹
جدول ۳-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۷ واگنه – تعیین هدوی تئوریک ۲۰
جدول ۴-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۷ واگنه – تعیین هدوی عملی رِند شده به ۳۰ ثانیه (رو به بالا) ۲۰
جدول ۵-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۸ واگنه – تعیین هدوی تئوریک ۲۱
جدول ۶-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۸ واگنه – تعیین هدوی عملی رِند شده به ۳۰ ثانیه (رو به بالا) ۲۱
جدول ۷-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۱۰ واگنه – تعیین هدوی تئوریک ۲۲
جدول ۸-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۱۰ واگنه – تعیین هدوی عملی رِند شده به ۳۰ ثانیه (رو به بالا) ۲۲
جدول ۹-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۶ – تعیین هدوی تئوریک ۲۳
جدول ۱۰-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۶ واگنه – تعیین هدوی عملی رِند شده به ۳۰ ثانیه (رو به بالا) ۲۳
جدول ۱۱-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۷ واگنه – تعیین هدوی تئوریک ۲۴
جدول ۱۲-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۷ واگنه – تعیین هدوی عملی رِند شده به ۳۰ ثانیه (رو به بالا) ۲۴
جدول ۱۳-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۸ واگنه – تعیین هدوی تئوریک ۲۵
جدول ۱۴-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۸ واگنه – تعیین هدوی عملی رِند شده به ۳۰ ثانیه (رو به بالا) ۲۵
جدول ۱۵-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۱۰ واگنه – تعیین هدوی تئوریک ۲۶
جدول ۱۶-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۱۰ واگنه – تعیین هدوی عملی رِند شده به ۳۰ ثانیه (رو به بالا) ۲۶
جدول ۱-۷: ارزیابی حداقل زمان توقف ایستگاهی مطلق از دیدگاه ایستگاه‌ها ۵۰
جدول ۲-۷: آلترناتیوهای پیشنهادی جهت اراضی دپو در خط ریلی غرب استان تهران ۵۱
جدول ۳-۷: نتایج ارزیابی گزینه‌های A و B اراضی دپو در بخش غربی خط اکسپرس B متروی تهران ۷۴
جدول ۴-۷: نتایج ارزیابی گزینه‌های C3 و D اراضی دپو در بخش غربی خط اکسپرس B متروی تهران ۷۵
جدول ۵-۷: نتایج ارزیابی گزینه E و F اراضی دپو در بخش غربی خط اکسپرس B متروی تهران ۷۶
جدول ۶-۷: نتایج ارزیابی گزینه G و L اراضی دپو در بخش غربی خط اکسپرس B متروی تهران ۷۷
جدول ۷-۷: نتایج ارزیابی گزینه M و O اراضی دپو در بخش غربی خط اکسپرس B متروی تهران ۷۸
جدول ۸-۷: نتایج ارزیابی گزینه P و Q اراضی دپو در بخش غربی خط اکسپرس B متروی تهران ۷۹
جدول ۹-۷: نتایج ارزیابی گزینه R اراضی دپو در بخش غربی خط اکسپرس B متروی تهران ۸۰
جدول ۱-۸: انواع سرویس‌دهی ناوگان به خط ۸۶
جدول ۲-۸: مزایا و معایب سرویس حلقه کوتاه در مقابل سرویس حلقه بلند ۸۸
جدول ۱-۱۰: حداکثر زمان برای شروع تخلیه ی مسافران ۹۷

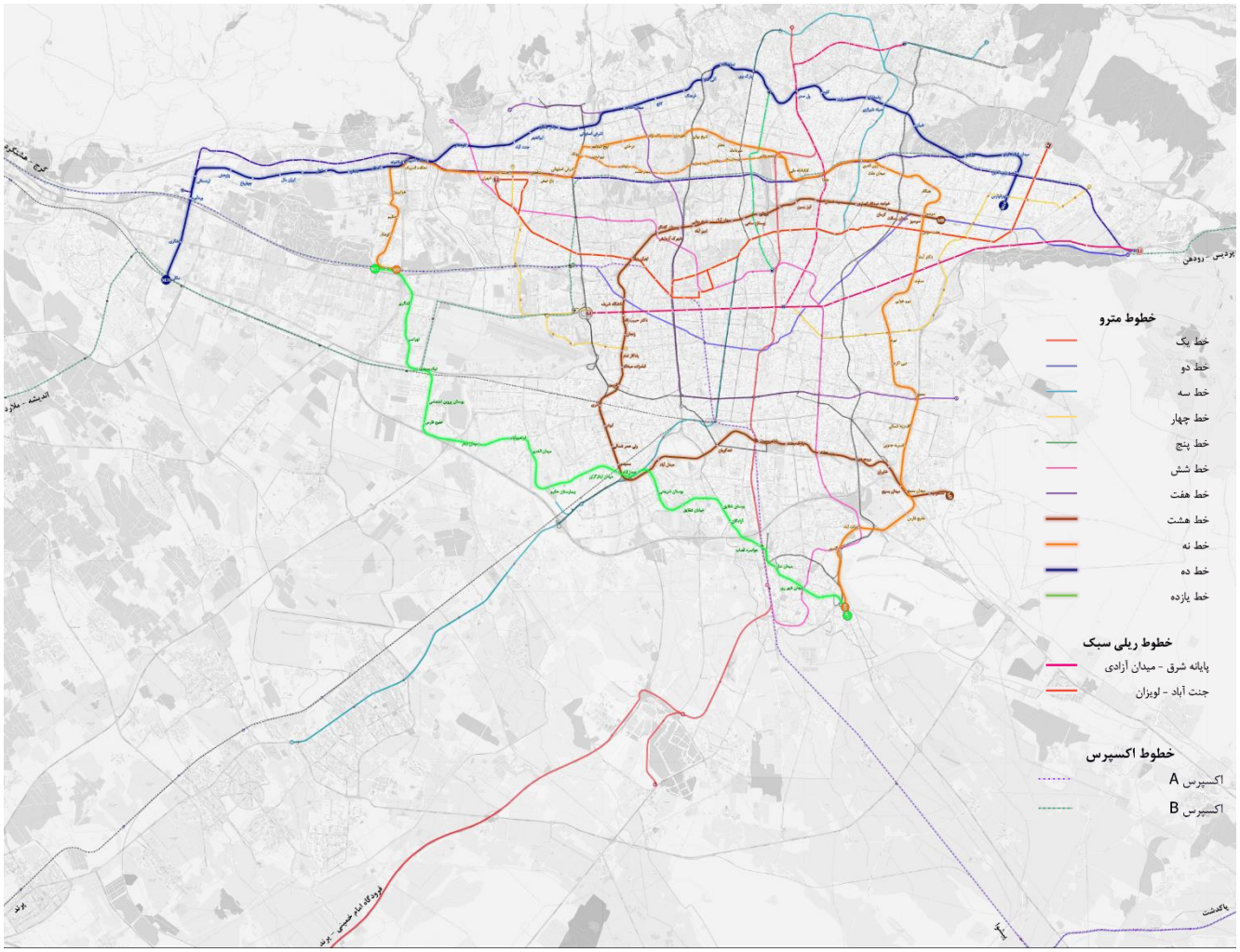
فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱: نقشه خطوط متروی تهران ۸
شکل ۲-۱: خط ریلی متروی غرب استان تهران – بخش غربی خط اکسپرس B ۱۰
شکل ۱-۴: شانتینگ قطار قبل از ایستگاه و ورود به سکوی پایینی جهت سوار/پیاده کردن مسافران ۲۸
شکل ۲-۴: شانتینگ قطار بعد از ایستگاه و ورود به سکوی بالایی جهت سوار کردن مسافران ۲۸
شکل ۳-۴: لی‌اوت مسیر اصلی در خط اکسپرس B متروی تهران ۲۹
شکل ۱-۵: ایستگاه ترمینالی Exp B 01 – اعزام قطار از محدوده پارکینگ ایستگاه ۳۱
شکل ۲-۵: ایستگاه ترمینالی Exp B 01 – قبول قطار به محدوده پارکینگ ایستگاه ۳۱
شکل ۳-۵: یک مثال نوعی از وضعیت‌های بهره‌برداری تنزل‌یافته از خط اکسپرس B ۳۳
شکل ۱-۶: روش انجام مطالعات بهره‌برداری ۳۵
شکل ۱-۷: رابطه بین تقاضای مسافر و ظرفیت حمل سیستم پیشنهادی ۴۵
شکل ۲-۷: تخمین مینیمم هدوی مطلق (هدوی فنی) برای ایستگاه‌های میانی ۴۸
شکل ۳-۷: تخمین مینیمم هدوی مطلق (هدوی فنی) برای ایستگاه‌های ترمینالی ۴۹
شکل ۴-۷: موقعیت گزینه‌های مختلف اراضی دپوی خط ریلی غرب استان تهران ۵۲
شکل ۵-۷- معرفی گزینه A جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد) ۵۴
شکل ۶-۷- معرفی گزینه B جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد) ۵۵
شکل ۷-۷- معرفی گزینه C3 جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد) ۵۶
شکل ۸-۷- معرفی گزینه D جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد) ۵۷
شکل ۹-۷- معرفی گزینه E جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد) ۵۸
شکل ۱۰-۷- معرفی گزینه F جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد) ۵۹
شکل ۱۱-۷- معرفی گزینه G جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد) ۶۰
شکل ۱۲-۷- معرفی گزینه I جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد) ۶۱
شکل ۱۳-۷- معرفی گزینه J جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد) ۶۲
شکل ۱۴-۷- معرفی گزینه K جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد) ۶۳
شکل ۱۵-۷- معرفی گزینه L جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد) ۶۴
شکل ۱۶-۷- معرفی گزینه M جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد) ۶۵
شکل ۱۷-۷- معرفی گزینه O جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد) ۶۶
شکل ۱۸-۷- معرفی گزینه P جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد) ۶۷
شکل ۱۹-۷- معرفی گزینه Q جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد) ۶۹
شکل ۲۰-۷- معرفی گزینه R جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد) ۷۰
شکل ۲۱-۷: ارزیابی گزینه‌های اراضی دپو از دیدگاه موقعیت شهری و وضع موجود ۸۱
شکل ۲۲-۷: ارزیابی گزینه‌های اراضی دپو از دیدگاه استملاک ۸۱
شکل ۲۳-۷: ارزیابی گزینه‌های اراضی دپو از دیدگاه ابعاد، مساحت و قواره ۸۲
شکل ۲۴-۷: ارزیابی گزینه‌های اراضی دپو از دیدگاه عملکرد مناسب و متناسب با شرایط خط ۸۲
شکل ۲۵-۷: ارزیابی گزینه‌های اراضی دپو از دیدگاه کاهش هزینه‌های تحمیلی به اجرای فاز اول راه‌اندازی ۸۳
شکل ۲۶-۷: نتیجه ارزیابی گزینه‌های اراضی دپو از جمیع جهات و اولویت‌بندی آنها در بخش غربی خط اکسپرس B متروی تهران ۸۳

شکل ۶-۹: تبیین روش محاسبه زمان سیر ۹۰
شکل ۷-۹: خروجی نوعی نرم افزار شبیه‌سازی حرکتی قطار (CSPS) ۹۰
شکل ۱-۱۰: نمونه بهره‌برداری تنزل یافته مشروط بهنگام وقوع حادثه و درگیری هر دو خط حرکتی ۱۰۶
شکل ۲-۱۰: نمونه بهره‌برداری تنزل یافته بصورت رفت و برگشتی بهنگام وقوع حادثه و درگیری یک خط حرکتی ۱۰۷

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.

خط اکسپرس B متروی تهران در صورت استفاده از سیستم برق‌رسانی بصورت ریل سوم و جهت تردد و تبادل ناوگان نیازمند یک لینک ارتباطی با شبکه فعال متروی تهران خواهد بود که جزئیات مربوطه و گزینه‌های امکان‌پذیر در گزارش مجزایی مورد توجه قرار گرفته شده است.

تبادل ناوگان در خارج از زمان بهره‌برداری بین هر دو خط صورت گرفته و قطارهای عبوری بدون مسافر خواهند بود. لذا بدیهی است ناوگان این خطوط ویژگی‌های مشترک زیادی خواهند داشت و بنابراین تبادل ناوگان عمدتاً بمنظور انجام عملیات تعمیر و نگهداری تکمیلی قطارهای خط اکسپرس B و استفاده از زیرساخت موجود در شبکه متروی تهران مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

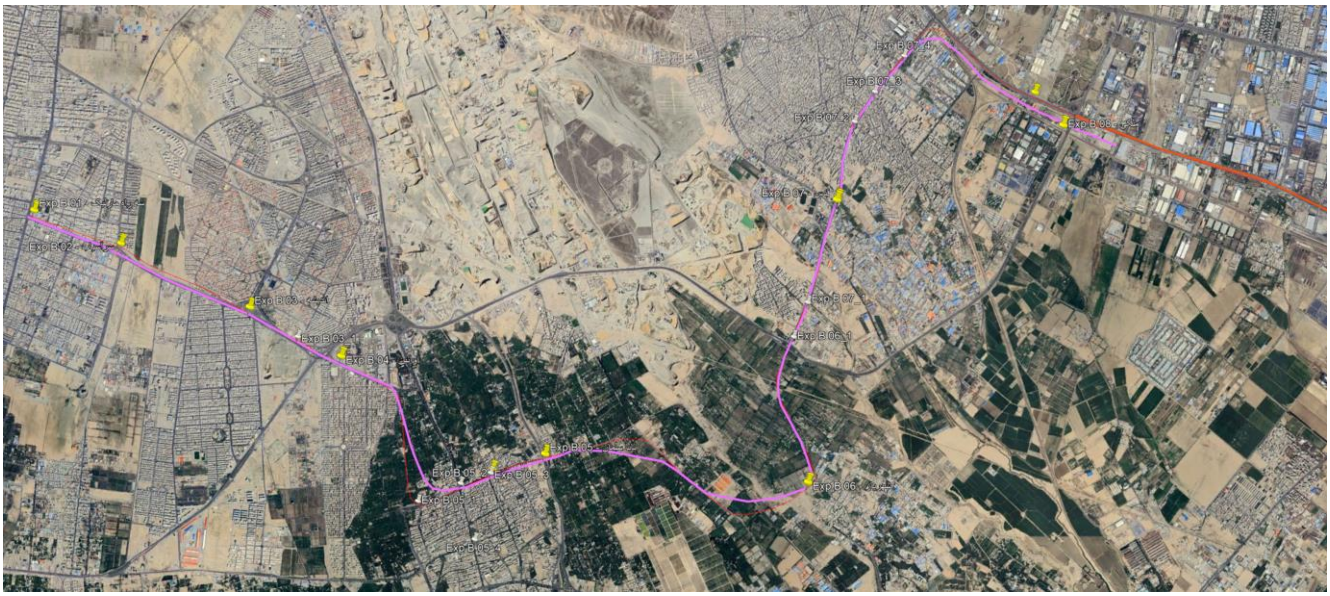
مطالعات ترافیک مسافر، نوع سرویس‌دهی ناوگان در بخش دیگری تبیین شده است، با این وجود در اینجا اثر جمعیت عبوری از ایستگاه‌ها و خط و تاثیر آن در انجام مطالعات بطور اجمالی ذکر شده است:

- 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 جمع‌آوری 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.

۲-۱ مطالعات ترافیک مسافر و تعیین ظرفیت هر یک از ایستگاه‌ها

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 جدول ۱-۱ 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 ۱-۱: 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

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؛ می‌توان در ادامه با فرض قطارهای ۶ واگنه، ۸ واگنه و ۱۰ واگنه (با در نظر گرفتن قابلیت سیر بصورت یونیت‌های چندگانه Multiple Unit Operation) و یک مقایسه موردی با قطارهای ۷ واگنه (بدون قابلیت سیر بصورت یونیت چندگانه) در انطباق با ویژگی‌های ابعادی و وضعیت فعلی واگن‌های شبکه فعلی متروی تهران و سایر کلان شهرهای ایران، نسبت به ارزیابی هدوی مورد نیاز در این خط اقدام شده است. در محاسبات تقریبی از پیش‌نیازهای بهره‌برداری با فرض در نظر گرفتن سطح آسایش حداکثر ۴ مسافر در هر مترمربع و ظرفیت نشسته واگن‌ها که جمعاً منجر به تعداد ۸۰۷ نفر در هر قطار ۶ واگنه خواهد شد، محاسبات تعیین هدوی و تعداد قطار مورد نیاز در بهره‌برداری در افق طرح ارائه شده است که نتایج مربوطه در این خصوص برگرفته از مطالعات فرادست ناوگان در فصل ۳ ارائه شده است.

۳-۱ 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 ۲-۱ موقعیت قرارگیری ایستگاه‌های سمت غربی این خط نمایش داده شده است. طول اولیه ایستگاه‌ها در پلان و پروفیل ۱۶۰ متر فرض شده است.

جدول ۲-۱- 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 ۳-۱- 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 ۴-۱ وضعیت شیب و فرازها در بخش غربی خط اکسپرس **B** نمایش داده شده است.

جدول ۴-۱- 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

۲ بررسی نتایج اولیه مطالعات ناوگان برای استخراج ظرفیت قطار

در جدول ۱-۲ خلاصه مشخصات فنی و عملکردی ناوگان موجود در شبکه پایه متروی تهران ارائه شده است.

جدول ۱-۲: مشخصات فنی اصلی ناوگان در خطوط موجود متروی تهران

مشخصات	اطلاعات ورودی بدست آمده از مطالعات ناوگان
طول واگن	≥ ۲۰ متر
طول قطار	≥ ۱۶۰ متر
سیستم جمع آوری جریان	ریل سوم
ولتاژ کاری	۷۵۰ ولت
حداکثر سرعت طراحی قطار	۹۰ کیلومتر بر ساعت
حداکثر سرعت بهره‌برداری	۸۰ 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	≤ ۰.۱ 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 برلندی	≥ ۱۲۰ میلیمتر
حداکثر کسری برلندی	≥ ۷۵ میلیمتر
تعداد صندلی های هر واگن	۴۲ صندلی برای واگن های با کابین و ۴۶ صندلی برای واگن های بدون کابین
وزن قطار بدون مسافر	حدود ۳۷.۵ تن واگن های موتوردار و ۳۳ تن واگن های تریلر
ظرفیت قطار در وضعیت باری AW2* (۵ نفر در هر متر مربع)	بیش از ۱۳۱۲ نفر
ظرفیت قطار در وضعیت باری AW3 (۶ نفر در هر متر مربع)	بیش از ۱۵۱۵ نفر
مصرف ترکشنی قطار	بزرگتر یا مساوی ۴ مگاوات برای قطار ۷ واگنه
نوع موتور	آسنکرون
وزن مسافر	۷۵ کیلوگرم
وزن واگن با مسافران برای قطار ۷ واگنه	For AW0 load case :253.5 Tons For AW2* load case : 351.9 Tons For AW3 load case :367.15 Tons
سرعت تجاری	≈۳۵ کیلومتر بر ساعت

در جدول ۲-۲ خلاصه مشخصات فنی و عملکردی ناوگان پیشنهادی خطوط ۸ تا ۱۱ متروی تهران وفق نتایج مطالعات ترافیک ذکر شده است.

جدول ۲-۲: خلاصه مشخصات فنی و عملکردی ناوگان پیشنهادی برای خطوط ۸ تا ۱۱ متروی تهران

مشخصات	اطلاعات ورودی بدست آمده از مطالعات ناوگان
طول واگن	۲۰ متر
طول قطار	۱۰۰ متر
سیستم جمع آوری جریان	ریل سوم
ولتاژ کاری	۷۵۰ ولت جریان مستقیم
حداکثر سرعت طراحی قطار	۹۰ کیلومتر بر ساعت
حداکثر سرعت بهره‌برداری	۸۰ 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
شتاب نرمال ترمز سرویس از سرعت حداکثر تا توقف کامل	۱ متر بر مجذور ثانیه
حداقل شتاب ترمزی اضطراری	۱.۲ متر بر مجذور ثانیه
حداکثر جرک مجاز	۰.۸ متر بر مکعب ثانیه
تعداد درب‌ها در هر واگن	۴ درب هر طرف
چیدمان صندلی ها	طولی
عرض خط	۱۴۳۵ میلیمتر
حداکثر شیب مسیر	مطابق با شرایط پروفیل مسیر خطوط ۸ تا ۱۱ متروی تهران
حداقل شعاع در قوس های افقی مسیر اصلی	مطابق با شرایط پلان مسیر خطوط ۸ تا ۱۱ متروی تهران
حداقل شعاع در قوس های عمودی مسیر اصلی	مطابق با شرایط پروفیل خطوط ۸ تا ۱۱ متروی تهران
حداکثر بربلندی	۱۲۰ میلیمتر
وزن قطار بدون مسافر	۱۸۳ تن
ظرفیت قطار در وضعیت باری ۵ نفر در هر متر مربع	۲۵۶ تن
وزن مسافر	۷۵ کیلوگرم
حداقل عرض درب باز شده	۱۵۰۰ میلیمتر
آرایش اولیه مورد انتظار ناوگان	MC-M-T-M-MC (در طراحی پایه تدقیق خواهد شد)
حداکثر ضریب چسبندگی چرخ و ریل	۰.۱۸

در جدول ۳-۲ 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 ۳-۲- 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
تعداد مسافران	For AW0 load case :291 Tons For AW2 load case :368 Tons
پیش‌بینی سرعت تجاری	بیش از ۶۰ کیلومتر بر ساعت

۳ بررسی سرفاصله (هدوی) طراحی اولیه مورد نظر

نتایج مطالعات فرادست در بخش‌های پیشین به آن‌ها اشاره شده است. در جدول ۱-۳ الی جدول ۲-۳ 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 ۶ واگنه با قابلیت بهره‌برداری بصورت یونیت چندگانه به‌عنوان آلترناتیو اول ارائه شده است.

جدول ۱-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۶ – تعیین هدوی تئوریک

PPHPD		18,000			
Rolling stock Configuration	6	679	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)					160
Required Practical Headway (s)					**135**
Active Fleets (Trains in Operation)					24 (1)
Hot Standby Train					1 (2)
Maintenance Reserve Fleet		15%			4 (3)
Total Fleet Size (1)+(2)+(3)					**29**
Whole Modules					**174**
Rolling Stock Comfort Rate					2.97 p/m^2

جدول ۲-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۶ واگنه –
تعیین هدوی عملی رُند شده به ۳۰ ثانیه (رو به بالا)

PPHPD		18,000			
Rolling stock Configuration	6	679			
			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)					220
Required Practical Headway (s)					**150**
Active Fleets (Trains in Operation)					22 (1)
Hot Standby Train					1 (2)
Maintenance Reserve Fleet		15%			4 (3)
Total Fleet Size (1)+(2)+(3)					**27**
Rolling Stock Comfort Rate					3.6 p/m^2

محاسبات مشابه با قطار ۷ واگنه با قابلیت بهره‌برداری بدون یونیت چندگانه در جدول ۳-۳ الی جدول ۴-۳ به‌عنوان آلترناتیو دوم ارائه شده است.

جدول ۳-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۷ واگنه – تعیین هدوی تئوریک

PPHPD		18,000			
Rolling stock Configuration	7	835	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)					240
Required Practical Headway (s)					**166**
Active Fleets (Trains in Operation)					20 (1)
Hot Standby Train					1 (2)
Maintenance Reserve Fleet			15%		3 (3)
Total Fleet Size			(1)+(2)+(3)		**24**
Whole Modules					**168**
Rolling Stock Comfort Rate					2.97 p/m^2

جدول ۴-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۷ واگنه - تعیین هدوی عملی رُند شده به ۳۰ ثانیه (رو به بالا)

PPHPD		18,000			
Rolling stock Configuration	7	1,174			
			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)					160
Required Practical Headway (s)					**180**
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**
Rolling Stock Comfort Rate					3.4 p/m^2

محاسبات مشابه با قطار ۸ واگنه با قابلیت بهره‌برداری یونیت چندگانه در جدول ۵-۳ الی جدول ۶-۳ به‌عنوان آلترناتیو سوم ارائه شده است.

جدول ۵-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۸ واگنه – 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 ۶-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۸ واگنه – تعیین هدوی عملی رُند شده به ۳۰ ثانیه (رو به بالا)

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

محاسبات مشابه با قطار ۱۰ واگنه با قابلیت بهره‌برداری یونیت چندگانه در جدول ۷-۳ الی جدول ۸-۳ به‌عنوان آلترناتیو چهارم ارائه شده است.

جدول ۷-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۱۰ واگنه – تعیین هدوی تئوریک

PPHPD		18,000			
Rolling stock Configuration	10	1,174	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)					196
Required Practical Headway (s)					**234**
Active Fleets (Trains in Operation)					14 (1)
Hot Standby Train					1 (2)
Maintenance Reserve Fleet				15%	3 (3)
Total Fleet Size				(1)+(2)+(3)	**18**
Whole Modules					**180**
Rolling Stock Comfort Rate					2.98 p/m^2

جدول ۸-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۱۰ واگنه - تعیین هدوی عملی رُند شده به ۳۰ ثانیه (رو به بالا)

PPHPD		18,000			
Rolling stock Configuration	10	1,174			
			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)					160
Required Practical Headway (s)					**270**
Active Fleets (Trains in Operation)					12 (1)
Hot Standby Train					1 (2)
Maintenance Reserve Fleet				15%	2 (3)
Total Fleet Size				(1)+(2)+(3)	**15**
Rolling Stock Comfort Rate					3.8 p/m^2

۳-۱-۱ بررسی نیازمندی‌های بهره‌برداری بر اساس مطالعات فرادست و PPHPD حدود ۲۲۰۰۰

نتایج مطالعات فرادست در بخش‌های پیشین به آن‌ها اشاره شده است. در جدول ۹-۳ الی جدول ۱۰-۳ 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 ۶ واگنه با قابلیت بهره‌برداری بصورت یونیت چندگانه به‌عنوان آلترناتیو اول ارائه شده است.

جدول ۹-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۶ – تعیین هدوی تئوریک

PPHPD		22,000				
Rolling stock Configuration	6	679	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)					139	
Required Practical Headway (s)					**111**	
Active Fleets (Trains in Operation)					29	(1)
Hot Standby Train					1	(2)
Maintenance Reserve Fleet			15%		5	(3)
Total Fleet Size			(1)+(2)+(3)		**35**	
Whole wagons					**210**	
Rolling Stock Comfort Rate					3.00	p/m^2

جدول ۱۰-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۶ واگنه –
تعیین هدوی عملی رُند شده به ۳۰ ثانیه (رو به بالا)

PPHPD		22,000				
Rolling stock Configuration	6	679				
			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)					160	
Required Practical Headway (s)					**120**	
Active Fleets (Trains in Operation)					27	(1)
Hot Standby Train					1	(2)
Maintenance Reserve Fleet			15%		5	(3)
Total Fleet Size			(1)+(2)+(3)		**33**	
Rolling Stock Comfort Rate					3.4	p/m^2

محاسبات مشابه با قطار ۷ واگنه با قابلیت بهره‌برداری بدون یونیت چندگانه در جدول ۱۱-۳ الی جدول ۱۲-۳ به‌عنوان آلترناتیو دوم ارائه شده است.

جدول ۱۱-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۷ واگنه – تعیین هدوی تئوریک

PPHPD		22,000			
Rolling stock Configuration	7	835	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)					184
Required Practical Headway (s)					**136**
Active Fleets (Trains in Operation)					24 (1)
Hot Standby Train					1 (2)
Maintenance Reserve Fleet				15%	4 (3)
Total Fleet Size				(1)+(2)+(3)	**29**
Whole wagons					**203**
Rolling Stock Comfort Rate					2.98 p/m^2

جدول ۱۲-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۷ واگنه - تعیین هدوی عملی رِند شده به ۳۰ ثانیه (رو به بالا)

PPHPD		22,000			
Rolling stock Configuration	7	1,174			
			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)					220
Required Practical Headway (s)					**150**
Active Fleets (Trains in Operation)					22 (1)
Hot Standby Train					1 (2)
Maintenance Reserve Fleet				15%	4 (3)
Total Fleet Size				(1)+(2)+(3)	**27**
Rolling Stock Comfort Rate					3.5 p/m^2

محاسبات مشابه با قطار ۸ واگنه با قابلیت بهره‌برداری یونیت چندگانه در جدول ۱۳-۳ الی جدول ۱۴-۳ به‌عنوان آلترناتیو سوم ارائه شده است.

جدول ۱۳-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۸ واگنه – تعیین هدوی تئوریک

PPHPD		22,000			
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)					91
Required Practical Headway (s)					**151**
Active Fleets (Trains in Operation)					21 (1)
Hot Standby Train					1 (2)
Maintenance Reserve Fleet				15%	4 (3)
Total Fleet Size				(1)+(2)+(3)	**26**
Whole wagons					**208**
Rolling Stock Comfort Rate					2.98 p/m^2

جدول ۱۴-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۸ واگنه – تعیین هدوی عملی رُند شده به ۳۰ ثانیه (رو به بالا)

PPHPD		22,000			
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)					160
Required Practical Headway (s)					**180**
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**
Rolling Stock Comfort Rate					4.0 p/m^2

محاسبات مشابه با قطار ۱۰ واگنه با قابلیت بهره‌برداری یونیت چندگانه در جدول ۱۵-۳ الی جدول ۱۶-۳ به‌عنوان آلترناتیو چهارم ارائه شده است.

جدول ۱۵-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۱۰ واگنه – تعیین هدوی تئوریک

PPHPD		22,000			
Rolling stock Configuration	10	1,174	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)					184
Required Practical Headway (s)					**192**
Active Fleets (Trains in Operation)					17 (1)
Hot Standby Train					1 (2)
Maintenance Reserve Fleet				15%	3 (3)
Total Fleet Size				(1)+(2)+(3)	**21**
Whole wagons					**210**
Rolling Stock Comfort Rate					3.00 p/m^2

جدول ۱۶-۳- نتایج اولیه مطالعات بهره‌برداری مفهومی با قطار ۱۰ واگنه – تعیین هدوی عملی رُند شده به ۳۰ ثانیه (رو به بالا)

PPHPD		22,000			
Rolling stock Configuration	10	1,174			
			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					3.5 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.

۲-۳ جمع‌بندی

مطابق نتایج بدست آمده در مطالعات ناوگان و جدول ۶-۳ هدوی بهره‌برداری انتخابی در بخش غربی خط اکسپرس B متروی تهران ۲۱۰ ثانیه متناسب با قطار ۸ واگنه می‌باشد.

۴ تعریف کارکرد ایستگاهها، مانورها

۴-۱ لی‌اوت مسیر

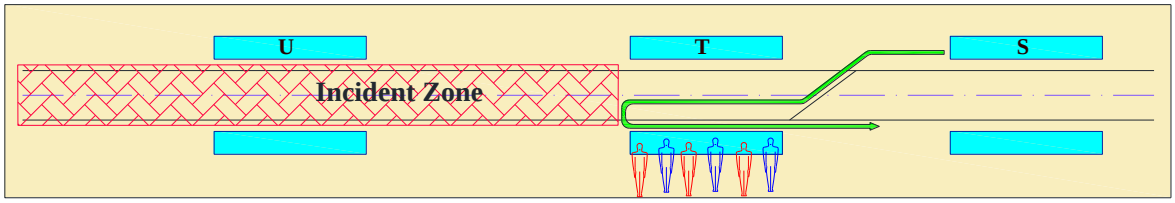
در شکل ۳-۴ وضعیت کراس‌اورها و لی‌اوت مسیر در خط اکسپرس B متروی تهران نمایش داده شده است.

۱.۱.۱ استراتژی و تعیین موقعیت و جهت کراس‌اورها

تعدادی از کراس‌اورهای اضطراری در خط اصلی بصورت چپگرد پیشنهاد درب‌ها و دلیل این انتخاب سهولت در بهره‌برداری در مواقع اضطراری و مطابق با توضیحات ذکر شده در ادامه می‌باشد.

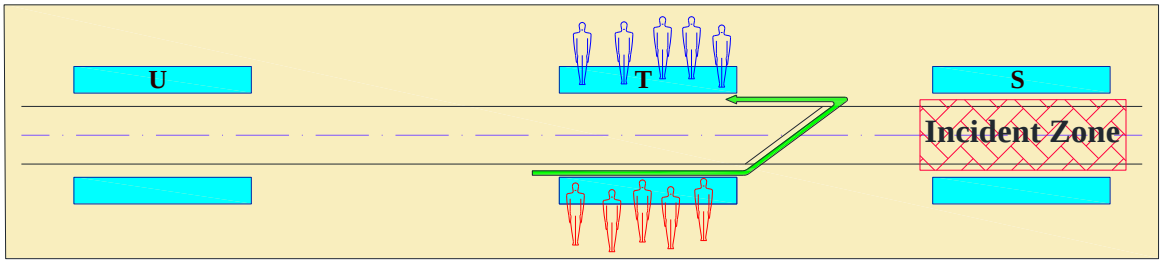
در مواقع تغییر مسیر قبل از ایستگاه، قطار از روی کراس‌اور عبور کرده بعد از آن به سکویی می‌رسد که مسافران آن سکو انتظار حرکت به سمت مسیر مقابل را خواهند داشت. بنابراین در این وضعیت احتیاجی به مدیریت مسافران و انتقال آنها از سکوی پایینی به سکوی بالایی جهت سوار شدن به قطار نبوده و مسافران داخل قطار نیز در همان سکویی پیاده می‌شوند که مسافران منتظر در سکو جهت حرکت در تنها مسیری که دارای ترافیک می‌باشد، سوار می‌شوند. لذا در این شرایط، بهره‌بردار می‌تواند موقتاً سکوی بالایی را تعطیل نماید.

در شکل ۱-۴، شماتیک بهره‌برداری در وضعیت خرابی مسیر بعد از ایستگاه نوعی با نام اختیاری T و بهره‌برداری تنزل‌یافته به لطف استفاده از کراس‌اور چپگرد جانمایی شده قبل از ایستگاه مذکور نمایش داده شده است و شانت قطار پیش از ایستگاه همراه با مسافران به انجام می‌رسد.

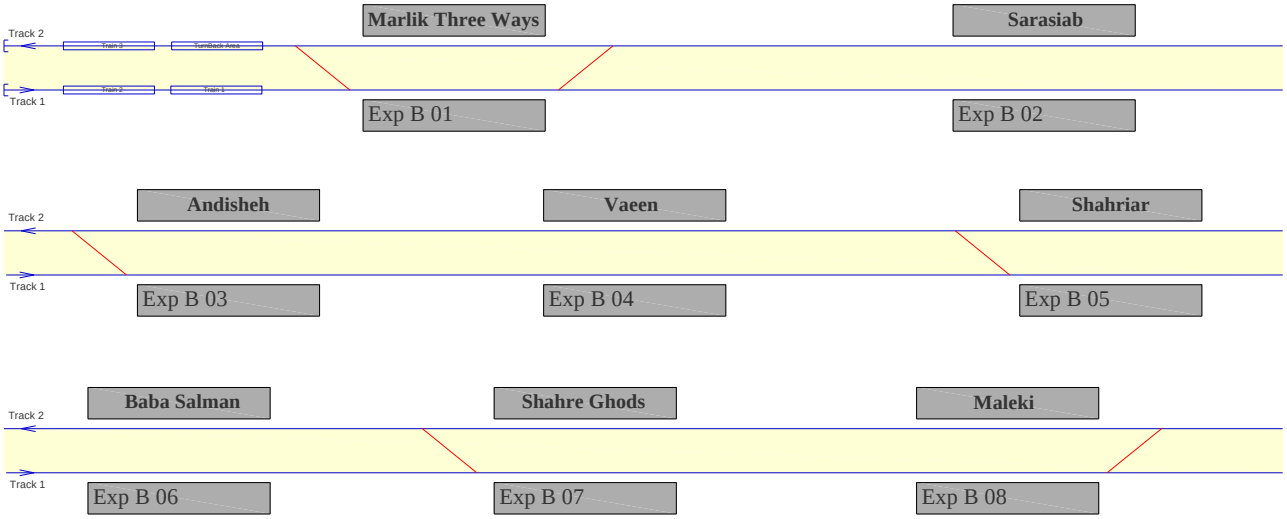


شکل ۱-۴: شانتینگ قطار قبل از ایستگاه و ورود به سکوی پایینی جهت سوار/پیاده کردن مسافران

در شکل ۲-۴ نیز تغییر مسیر قطار در پشت ایستگاه نوعی با نام اختیاری T و در صورت خرابی در مسیر نمایش داده می‌شود و شانت قطار پس از ایستگاه و بدون مسافر به انجام می‌رسد. در این وضعیت نیز با وجود ایستگاه چپگرد، مسافران منتظر در سکوی بالایی در همان مسیری که انتظار دارند حرکت کنند، سوار قطار می‌شوند.



شکل ۲-۴: شانتینگ قطار بعد از ایستگاه و ورود به سکوی بالایی جهت سوار کردن مسافران



شکل ۳-۴: 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.

۵ پیشنهاد در خصوص نوع سکو ایستگاه‌ها و تیپ‌بندی بر اساس بهره‌برداری و ارائه پیشنهادات مرتبط

ایستگاه‌های ترمینالی مجهز به محدوده‌های تغییر مسیر و کراس‌اورهایی بوده که امکانات ذیل را فراهم می سازند:

- تغییر مسیر قطارها و جابجایی می‌توانند استاتیک (قبل از ایستگاه) و یا بصورت دینامیک (پشت ایستگاه) به انجام رسد،
- اعزام قطارها به خط و قبول قطارها از خط،
- معاوضه قطار معیوب و جایگزینی آن با قطار سالم،
- دسترسی به دپو که متفاوت از مسیر پارکینگ قطارها می‌باشد.

انعطاف‌پذیری در بهره‌برداری به موقعیت و محل کراس‌اورهای تغییر مسیر، قبل و بعد از ورود به ایستگاه‌های ترمینالی وابسته می‌باشد. انجام شانتینگ قطار به هر دو شیوه عملکرد یکسانی خواهد داشت، ولیکن در شرایط بهره‌برداری با هدوی‌های پایین، شانتینگ قطار قبل از رسیدن به ایستگاه ممکن است برای بهره‌بردار با دشواری بیشتری انجام شود بخصوص در مواقعی که قطار با تاخیر به پایان مسیر نزدیک شده و در این شرایط شانتینگ قطار قبل از ایستگاه، تاخیر را به جهت مقابل نیز انتقال داده و مدیریت صحیح خط را با مشکل روبرو خواهد نمود.

۵-۱ جابجایی قطارها در خط

در شکل ۳-۴ لی‌اوت مسیر در بخش غربی خط اکسپرس B نمایش داده شده است.

لی‌اوت مسیر نشان داده شده موقعیت مسیرهای ارتباطی، کراس‌اورهای اصلی و اضطراری و موقعیت شانتینگ و تغییر مسیر را در خط اصلی نمایش می‌دهد. کراس‌اورهای اضطراری در طول خط اکسپرس B به منظور بهره‌برداری موقت بهنگام وقوع مسدوی خط بر اثر خرابی قطار، سیستم رانش، تجهیزات تامین توان و ... در قسمتی از مسیر استفاده خواهد شد. به طور معمول این کراس‌اورهای اضطراری در ایستگاه‌های تبادلی با دیگر خطوط مترو، ایستگاه‌های با حجم بالای تردد مسافر، سایر سیستم‌های حمل و نقل عمومی و یا مکان های مهم در شهر پیشنهاد می‌شوند. طول ایستگاه ۱۶۰متر بوده و منطبق با طول قطار حداکثر به تعداد ۸ واگن می‌باشد.

پیکربندی ایستگاه‌های ترمینالی موضوعی استراتژیک جهت حفظ نظم در ترافیک یک خط مترو می‌باشد. ایستگاه‌های ترمینالی می‌بایست با توجه به حداقل هدوی خط طراحی شوند و زمان رزرو برای بازیابی زمان از دست رفته قطارهای تاخیری را در اختیار بهره‌بردار جهت حفظ نظم و هدوی برنامه‌ریزی شده را قرار دهند.

مسیر امتداد یافته بعد از ایستگاه‌های ترمینالی، جهت پارک قطارها بعد از اتمام زمان بهره‌برداری روزانه نیز در نظر گرفته می‌شوند. بعلاوه این تجهیزات نگهداری قطارها در طرفین خط، شرایط مناسب جهت قطار رزرو (آماده جایگزینی با قطار معیوب) را فراهم می سازند. اعزام و قبول قطارها به خط اصلی در بخش دیگری از گزارش مفاهیم بهره‌برداری ذکر شده‌اند.

۵–۲ ارزیابی اصول و کارکرد خطوط کناری و کراس‌اورها

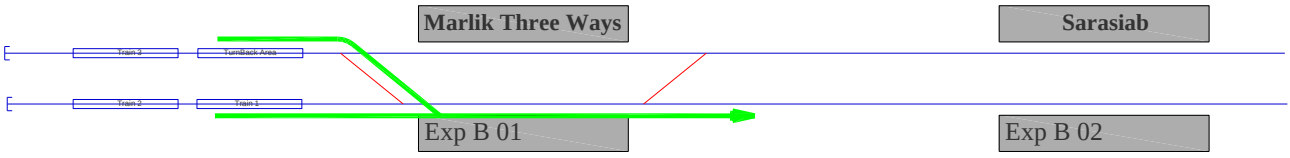
لی‌اوت پیشنهادی در مسیر اصلی به منظور انجام عملیات زیر تدارک دیده خواهد شد:

- تغییر خط ناوگان در محدوده شانتینگ ایستگاه‌های ترمینالی (بهره‌برداری نرمال)
- محدوده پارکینگ قبل از ایستگاه ترمینالی (بهره‌برداری نرمال)
- کراس‌اورهای اضطراری (شرایط بهره‌برداری تنزل‌یافته)

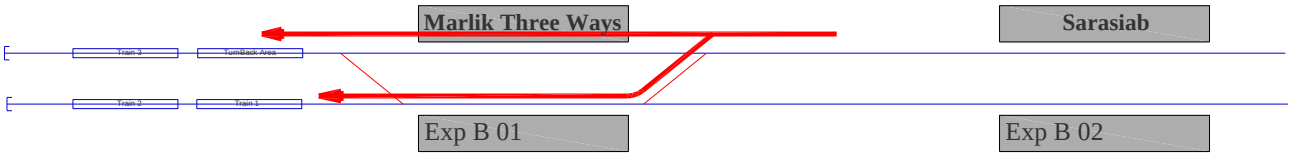
در خط اکسپرس B متروی تهران خطوط کناری در بهره‌برداری ضرورتی نخواهد داشت.

۵–۲–۱ عملکرد ایستگاه ترمینالی

اصول اعزام، قبول، تغییر خط و پارکینگ در ایستگاه ترمینالی سه‌راه مارلیک در اشکال ذیل بصورت شماتیک نمایش داده است.



شکل ۱-۵: ایستگاه ترمینالی Exp B 01 – اعزام قطار از محدوده پارکینگ ایستگاه



شکل ۲-۵: ایستگاه ترمینالی Exp B 01 – قبول قطار به محدوده پارکینگ ایستگاه

۵–۲–۲ عملکرد ایستگاه‌های میانی با سکوی کناری

زمان سفر برنامه‌ریزی شده معمولا شامل حاشیه و زمان اضافی جهت بازیابی زمان از دست رفته به علت بهره‌برداری نامنظم و دیگر اختلالات جزئی می‌باشد. این اختلالات شامل موارد ذیل بعنوان مثال می‌باشد:

- ازدحام بیش از حد مسافران، و ایجاد مسدودی درب‌های قطار که منجر به افزایش زمان توقف ایستگاهی خواهد شد.
- کاهش پیش‌بینی نشده سرعت قطار و یا توقف در تونل بعلت کاهش هدوی بین دو قطار، تعارض و همزمانی مسیردهی سوزن بعلت مانور قطار در خط و ...

جبران این زمان از دست رفته در طی مسیر در ایستگاه‌های مختلف و به روشهای زیر انجام می‌شود:

- کاهش جزئی زمان توقف ایستگاهی در هر توقف در ایستگاه‌های طول مسیر
- افزایش جزئی سرعت بهره‌برداری در تونل (تا سرعت ۸۰ کیلومتر بر ساعت)

- بهره‌گیری از زمان حاشیه تنظیم[1] بین توقف ها در طراحی (۵ ثانیه به ازای هر کیلومتر)
- با کاهش جزئی زمان تغییر مسیر و مانور در ایستگاه‌های ترمینالی (تا ۱۵ ثانیه در هر ترمینال)

در شبیه‌سازی حرکتی قطارها و تعیین زمان سیر این زمان‌های حاشیه ای بمنظور جبران زمان از دست رفته پیش‌بینی خواهند شد. این موضوع سبب دربها که بطور معمول قطار مطابق برنامه به ایستگاه ترمینالی رسیده و بعد از مانور و تغییر خط، ایستگاه را در زمان‌بندی از پیش برنامه‌ریزی شده در جهت مقابل ترک نماید.

جبران زمان از دست رفته در شرایط تنزل‌یافته و اضطراری پیچیده تر بوده و حل آن اغلب مشکل می‌باشد. بعنوان مثال :

- قطار با سیستم رانش کاهش یافته، بعلت سطح ولتاژ پایین شبکه و یا خرابی تعدادی از بوژی های موتوردار، ادامه مسیر دهد.
- سیر و حرکت با سرعت محدود بعلت خرابی و مشکل در تجهیزات سیگنالینگ.
- مسدودی در طول خط (خرابی قطار در طول مسیر، ایجاد مشکل فنی در طول مسیر و ...)

بنابراین جانمایی کراس‌اورهای اضطراری در طول مسیر به تعداد مورد نیاز و حدالامکان نزدیک به ایستگاه توصیه دربها.

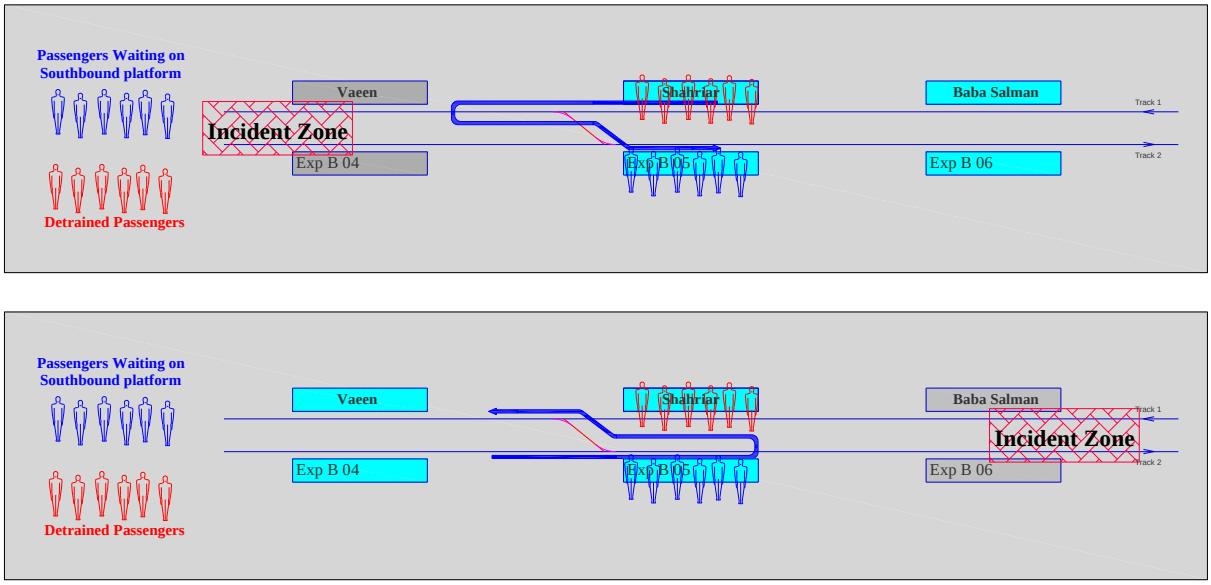
اصول کلی و فلسفه استفاده از این کراس‌اورهای اضطراری بدین شکل است که بهنگام مسدودی خط، مسیر اصلی به دو بخش تقسیم شده و بصورت مجزا بهره‌برداری خواهند شد. لذا لازم است تجهیزات تامین توان و سیگنالینگ جهت انجام عملیات ذکر شده طراحی و نصب گردند. قطارها در طول مسیر و در ایستگاه‌های میانی و به لطف وجود کراس‌اورهای اضطراری مانور نموده و تغییر مسیر خواهند داد. در محدوده گسستگی خط در صورت وجود فاصله قابل توجه، استفاده از سرویس های موقت اتوبوسی جهت دسترسی مسافران به دو طرف خط توصیه دربها.

- تعداد و محل جانمایی کراس‌اورهای اضطراری در مسیر اصلی تابع فرضیات ذیل خواهد بود:
- نوع (مبدا-مقصد) و سطح سرویس (هدوی) مورد نیاز در شرایطی که خط به دو تکه مجزا تقسیم شده و بصورت تنزل‌یافته بهره‌برداری دربها،
- نیاز به حفظ حداقل سرویس ارتباطی موقت با دیگر خطوط شبکه متروی تهران به منظور امکان انتقال مسافران و میسر نمودن ادامه سفر آنها،
- آیا برقراری سرویس های جایگزین (مثلا اتوبوس) در بیرون ایستگاه مجهز به کراس‌اور اضطراری امکان‌پذیر می‌باشد؟
- آیا این سرویس های جایگزین توانایی جابجایی حجم مسافران پیاده شده در ایستگاه مجهز به کراس‌اور اضطراری را خواهند داشت و یا اینکه سرویس‌دهی مترو می‌بایست تا بازگشایی کامل خط موقتاً معلق گردد؟
- وضعیت پلان و پروفیل در مسیر، زیرا اجرای کراس‌اور بصورت ایده آل در خط مستقیم و بدون شیب و قوس افقی یا عمُودی امکان‌پذیر می‌باشد.
- وضعیت سکشن بندی سیستم تامین توان آیا جوابگوی سناریوی تنزل‌یافته می‌باشد و یا خیر (نتیجه شبیه سازی انرژی تحت شرایط تنزل‌یافته)

[1] regulation margin

برای بخش غربی خط اکسپرس B متروی تهران کراس‌اورهای اضطراری در شکل ۳-۴ نمایش شده است.
بسته به اینکه انسداد فنی خط در کجا اتفاق افتاده باشد و کدام سمت از ایستگاه قابل بهره‌برداری موقت باشد، دو روش برای انجام این بهره‌برداری تنزل‌یافته در خط اکسپرس B متروی تهران امکان‌پذیر می‌باشد.

- **قبل از ایستگاه :** مسافران در یک سکو از قطار پیاده و سوار قطار می‌شوند، در این وضعیت یک سکو ایستگاه (سکو کناری) توسط بهره‌بردار تعطیل می‌شود و پرسنل ایستگاه مسافران آن سکو را نسبت به انسداد خط در جهت مورد انتظار آنها آگاه ساخته و مسافران را به سطح خیابان و بیرون ایستگاه هدایت می‌نمایند. همچنین سیستم‌های اطلاع‌رسانی به مسافران نیز از وضعیت خط مسافران را آگاه می سازند.
- **بعد از ایستگاه :** مسافران در یک سکو (بعنوان مثال سکوی پایینی) از قطار پیاده شده و در سکوی دیگر (سکوی بالایی) به قطار سوار خواهند شد. در این وضعیت مسیر ورودی به سکوی پایینی ایستگاه توسط بهره‌بردار بسته می‌شود و پرسنل ایستگاه مسافران ورودی آن سکو را نسبت به انسداد خط در جهت مورد انتظار آنها آگاه ساخته و مسافران را به سطح خیابان و بیرون ایستگاه هدایت می‌نمایند. همچنین سیستم‌های اطلاع‌رسانی به مسافران نیز از وضعیت خط مسافران را آگاه می سازند.



شکل ۳-۵: یک مثال نوعی از وضعیت‌های بهره‌برداری تنزل‌یافته از خط اکسپرس B

۶ تعیین الزامات بهره‌برداری در خصوص اتصال با سایر خطوط و بررسی شبکه خطوط

۶-۱ الزامات بهره‌برداری و روش انجام مطالعات

توجه گردد قرارداد نامگذاری ذکر شده در ذیل جهت استفاده های بعدی در این گزارش مد نظر قرارگرفته شده است. مسیر یا خط ۱ متعلق به حرکت از غرب به شرق (از سه راه مارلیک به سمت شهر جدید پردیس) می‌باشد و در این خط انشعابی در نظر گرفته نشده است.

مسیر ۱: غرب ← شرق

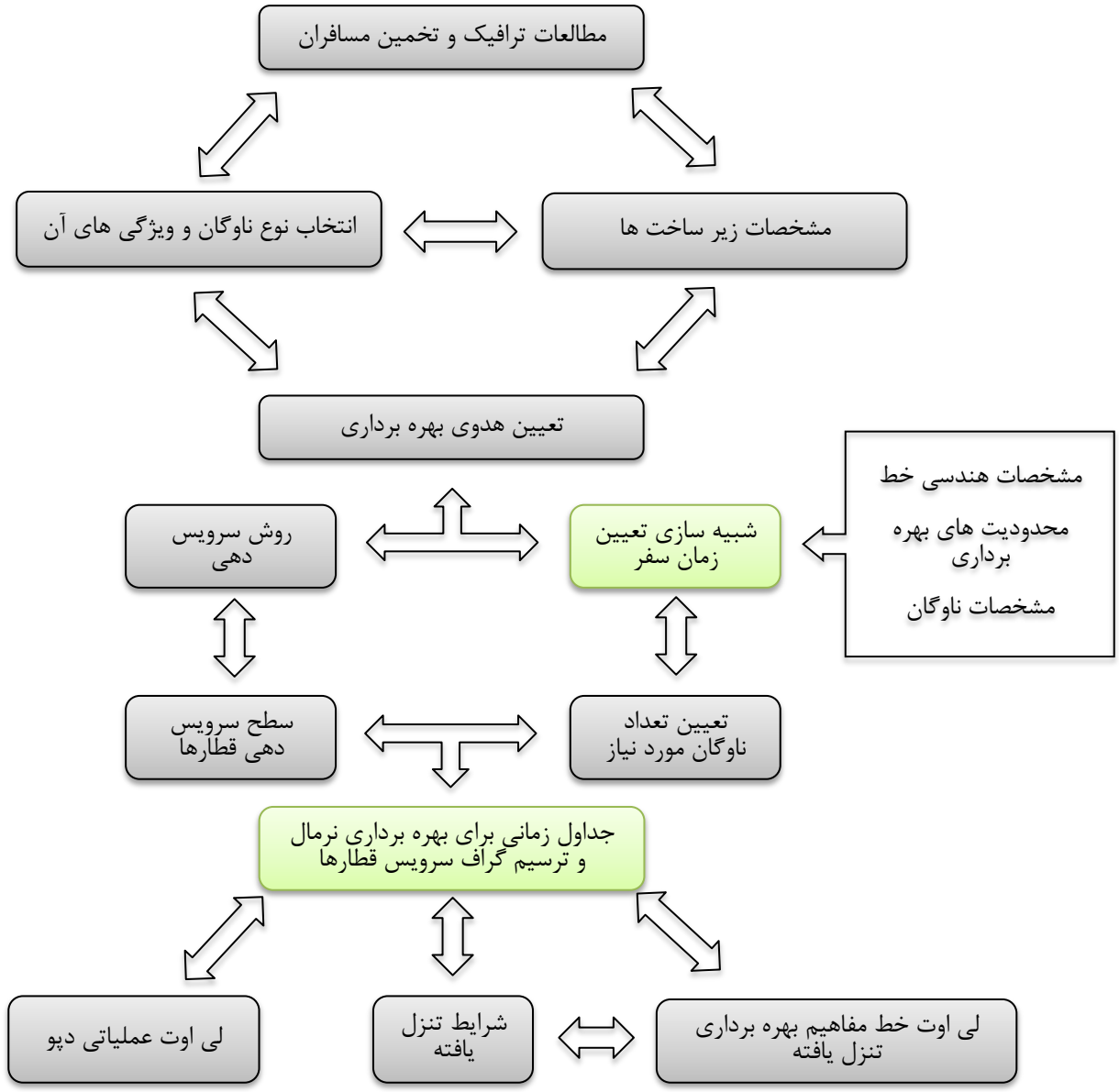
مسیر ۲: شرق ← غرب

مسیر نرمال حرکت در خط اکسپرس B متروی تهران بصورت راستگرد می‌باشد.

این پلان بهره‌برداری بر مبنای بهره‌برداری از بخش غربی خط یعنی از سه‌راه مارلیک در غرب استان تهران ↔ ایستگاه راه‌آهن ملکی در غرب شهر تهران تبیین درب‌ها.

بمنظور ارزیابی روش کلی انجام مطالعات، و انجام بهترین مطالعات تکمیلی بر مبنای مطالعات موجود مطابق شیوه ذکر شده در فلوچارت شکل ۱-۶ ذکر شده در ادامه عمل شده است. در اینجا روش انجام مطالعات بهره‌برداری به شیوه ذیل مدنظر می‌باشد که این موارد بر اساس تجربه مشاور ارائه شده است.

- تخمین مسافران جابجا شده (برپایه مطالعات ترافیک مسافر)
- خصوصیات زیرسازی مسیر (پلان و پروفیل)
- نوع ناوگان و خصوصیات آن (قابلیت ها، عملکرد و ...)
- تعریف هدوی یا سرفاصله زمانی قطارها (برای ساعت پیک و غیرپیک)
- الگوی سرویس‌دهی (سرویس کامل به خط / سرویس کوتاه بصورت لوپ در میانه خط)
- تعریف انواع سرویس‌ها (در طول روز)
- تخمین زمان سفر (شبیه‌سازی‌های محاسبه زمان سیر مرحله سوم)
- تخمین تعداد ناوگان مورد نیاز (شامل قطارهای رزرو برای تعمیرات و پشتیبانی بهره‌برداری)
- طرح‌ریزی جداول زمانی (برای وضعیت نرمال بهره‌برداری)
- لی‌اوت مسیر (برای وضعیت نرمال و تنزل‌یافته در بهره‌برداری)



شکل ۱-۶: روش انجام مطالعات بهره‌برداری

عملکردهای وضعیت تنزل‌یافته، رویه‌های مدیریت شده‌ای هستند که در هنگام بروز خرابی‌های تکنیکال و فنی باید اتخاذ شوند. این رویه‌ها در واقع گسترش یافته‌ی رویه‌هایی هستند که باید در وضعیت عملکرد نرمال اعمال شوند و در نتیجه نمی‌بایست مسافران و پرسنل را در شرایط ریسک اضافی و غیر ضروری قرار دهد. در عملکرد تنزل‌یافته ایمنی و آسایش مسافران و ایمنی خدمه باید در اولویت قرار گیرد.

عمده هدف از تدوین گزارش حاضر بررسی انواع وضعیت‌های تنزل‌یافته و نحوه مدیریت آنها بوده بنحویکه مسافران و پرسنل بهره‌برداری در شرایط ریسک اضافی و غیر ضروری قرار نگرفته و بهره‌برداری نزدیک به شرایط نرمال به انجام رسیده و مسدود شدن خط جلوگیری شود.

۶-۲ اهداف بهره‌برداری و قیدها

۶-۲-۱ ایمنی

سیستم حمل و نقل گسترده مسافر که تمرکز اصلی آن جمعیت انسانی در قطارها و ایستگاه‌ها می‌باشد، نیازمند معیار ایمنی ویژه‌ای نیز خواهد بود. استراتژی‌های بهره‌برداری باید به گونه‌ای تبیین شوند که امنیت و ایمنی مسافران، کارکنان و دارایی‌های خط مترو تحت هر شرایطی به خطر نیافتاده و تضمین گردد.

بمنظور دستیابی به ایمنی حداکثری در خط و سیستم‌ها، از ترتیبات فنی مناسب به همراه پرسنل آموزش دیده جهت نیل به این خواسته استفاده خواهد شد. پرسنل بهره‌برداری به منظور انجام صحیح دستورالعمل‌ها به هنگام شرایط خرابی سیستم‌ها (بعنوان مثال به هنگامی خرابی سیستم هدایت اتوماتیک قطارها ATO[1] و استفاده از مُد دستی) آموزش دیده‌اند و لذا کاهش سطح سرویس در مواقع اضطراری و عدم آسایش مسافران به حداقل ممکن خواهد رسید.

ایمنی سیستم بر مبنای نظارت کلی بوسیله سیستم کنترل اتوماتیک قطار ATC[2] بوده که شامل زیرسیستم‌های زیر درب‌ها:

- سیستم حفاظت اتوماتیک قطار ATP[3] که متضمن ایمنی بهره‌برداری از قطارها در خط اصلی، خطوط کناره (در صورت وجود) و خطوط ارتباطی دپو می‌باشد. همچنین علاوه بر دیگر عملکردها این سیستم تضمین کننده عملکرد ایمن درب‌های مسافری قطار نیز خواهد بود.
- سیستم هدایت اتوماتیک قطارها ATO، کنترل حرکت قطار (شامل ترکشن، زمان خلاصی و ترمزگیری و ...) را عهده‌دار بوده و این در حالیست که راهبر قطار همچنان مسئول ایمنی حرکت بصورت نظارت چشمی و عملکرد صحیح درب‌ها در ایستگاه‌ها می‌باشد. سیستم ATO سرعت مناسب قطار را بر اساس اطلاعات تأمین شده توسط تجهیزات کنار خطی با در نظر گرفتن زمان توقف ایستگاهی مناسب، تنظیم می‌نماید.
- سیستم نظارت اتوماتیک قطار ATS[4] سیستم سیگنالینگ و نقاط اینترلاک را کنترل می‌کند و زمان‌بندی حرکت را بررسی می‌کند و حرکت قطار را متناسب با آن تنظیم می‌کند.

۶-۲-۲ نظم و هماهنگی

یکی از مهمترین عملیات ابتدایی در بهره‌برداری از سیستم حمل و نقل گسترده مسافر، حفظ نظم هدوی بین قطارها می‌باشد. سیستم ATC ترافیک قطار را بر اساس برنامه‌ریزی از پیش تنظیم شده متناسب با تقاضای مسافر مدیریت می‌کند.

پایداری و نظم هدوی در شروع سرویس روزانه بهره‌برداری سبب ایجاد حمل و نقل منظم مسافران درب‌ها. یک تاخیر پیش‌بینی نشده و غیر قابل انتظار وقتی مهم‌تر و برجسته‌تر خواهد شد که ازدحام مسافران منتظر در ایستگاه‌ها بابت قطار تاخیری، اتفاق افتد.

چنین تاخیراتی ممکن است سبب تجمع اختلال در کل خط درب‌ها و این اختلال به هنگام رسیدن قطار تاخیری به ایستگاه پایانی (ترمینالی) به خط دیگر نیز ممکن است انتقال یابد.

نظم با رعایت عوامل ذیل در خط حفظ خواهد شد:

---

[1] Automatic Train Operation
[2] Automatic Train Control
[3] Automatic Train Protection
[4] Automatic Train Supervision

- بوسیله عملکرد اتوماتیک سیستم ATS برای تاخیرات جزئی قطار (افزایش شتاب قطار تاخیری بین ایستگاه‌ها و یا کاهش زمان توقف ایستگاهی)
- با تخصیص زمان جبران (ریکاوری) معقول و استفاده از تجهیزات مناسب و برنامه بهره‌برداری در حین شانتینگ قطار از یک مسیر به مسیر مقابل در ایستگاه ترمینالی.
- بوسیله اعزام/قبول قطار رزرو به خط و ترافیک (قطار آماده سرویس فوری[1] در ایستگاه ترمینالی)
- بصورت دستی توسط اپراتور OCC[2] در وضعیت‌های خرابی و تنزل‌یافته.

۳-۲-۶ راحتی و آسایش مسافران

راحتی و آسایش مسافران شامل موارد ذیل خواهد بود:

- توجه ویژه به مسافران در ایستگاه، که می‌تواند شامل موضوعات مربوط به زیبایی‌شناسی، لی‌اوت عملکردی مناسب، رنگ‌های بکار رفته در معماری و حتی موسیقی پس‌زمینه در ایستگاه‌ها بوده که لازم است همگی هماهنگ و متناسب باشند.
- استفاده از وسایل اطلاع‌رسانی و جابجایی مسافران، در جهت مناسب جریان مسافران در صورت امکان و استفاده از علائم و پله برقی‌ها، آسانسورها و دیگر وسایل اطلاع‌رسانی صوتی و بصری.
- گرمی برخورد کارکنان مسئول به مسافران در ایستگاه‌ها.
- دسترسی آسان و اطلاع‌رسانی ساده برای کودکان، معلولان و افراد سالخورده
- راحتی و آسایش در ویژگی‌های عمومی ناوگان، شامل طراحی مناسب واگن‌ها، تعلیق مناسب و کاهش ارتعاشات آزار دهنده، کاهش اصوات و نویزهای مزاحم، تهویه مطبوع در سالن‌های مسافری، سیستم‌های اطلاع‌رسانی به موقع و مناسب، با در نظر گرفتن قابلیت جابجایی و تردد مسافران در واگن‌های قطار به کمک راهروهای ارتباطی بین واگن‌ها[3]
- هماهنگی و ارتباط با سایر سیستم‌های حمل و نقل عمومی
- انعطاف‌پذیری و قابلیت انطباق ظرفیت جابجایی مسافر متناسب با حجم مسافران در ساعات مختلف بهره‌برداری
- سرویس‌های خدماتی شامل تلفن، موبایل، شبکه اینترنت و ...

عوامل متعددی در راحتی مسافران موثر خواهند بود. قبل از سوار شدن مسافران به قطار، مناسب است که آنها دسترسی مناسب به اطلاعات مورد نیاز خود را داشته باشند. این موضوع بدین معناست که لازم است نقشه‌های نصب شده در ایستگاه‌ها به زبانی ساده، گویای مسیرهای ریلی در دسترس مسافران باشند، بنحویکه در آن ایستگاه‌ها و محل های توقف مشخص شده باشند و توضیحات مرتبط با نحوه دسترسی مسافران به دیگر وسایل حمل و نقل عمومی در آن روشن باشند. همچنین اطلاعات فوری در خصوص خرابی قطار یا مسیر و همچنین تاخیر قطار ورودی به ایستگاه می‌بایست در دسترس مسافران قرار گرفته و اطلاع‌رسانی شوند.

---

[1] Hot Stand-by Train
[2] Operation Control Service
[3] Gangway

یکی دیگر از عوامل تاثیر گذار جهت طراحی قطار و فضای داخلی آن، راحتی مسافران استفاده کننده می‌باشد. تعداد مسافران ایستاده در هر متر مربع و صندلی های موجود تاثیر بسزایی در راحتی مسافران خواهند داشت. حداکثر میزان تراکم و چگالی مسافران، پارامتری کلیدی بوده و تاثیر مهمی در سایز تجهیزات مورد استفاده در سیستم‌های حمل و نقل گسترده مسافران، و همچنین زیرساخت‌های لازم شامل تجهیزات سیگنالینگ، تامین توان و تعداد کل ناوگان مورد نیاز جهت جابجایی مسافران خواهد داشت. وضعیت باری استاندارد AW2* یعنی در نظر گرفتن حداکثر ۵ نفر در هر متر مربع برای خط اکسپرس B متروی تهران در نظر گرفته شده است، که مقیاس راحتی و آسایش قابل قبولی جهت طراحی سیستم‌های ریلی می‌باشد.

۶-۲-۴ سرعت

یکی از ضروریات جامعه مدرن سرعت در جابجایی بین مقاصد مختلف می‌باشد. بطور معمول مسافران نه تنها خواستار کاهش زمان سفر از نقطه‌ای به نقطه دیگر می‌باشند، بلکه برای آنها سهولت و سرعت دسترسی به قطار نیز حائز اهمیت می‌باشد. قطارهای مورد نیاز می‌بایست منطبق با تقاضای مسافران برنامه‌ریزی و بهره‌برداری شوند و این موضوع نیز در مطالعات اولیه و تکمیلی ترافیک مسافر تدقیق درب‌ها.

همچنین لازم است، لی‌اوت و طراحی ایستگاه‌ها به لحاظ مسیر دسترسی بگونه‌ای در نظر گرفته شوند که سهولت و سرعت دسترسی مسافران را فراهم آورد. جریان مناسب مسافران جلوی اتاق فروش بلیط و یا دستگاه اتوماتیک فروش بلیط، تعداد کافی مسیرهای منتهی به دروازه های جمع‌آوری اتوماتیک کرایه، استفاده از بلیط‌های بدون تماس و ... همگی متضمن سرعت و جریان بالای عبور مسافر از ایستگاه (بدون ازدحام جمعیت) و عدم انسداد مسیرهای دسترسی می‌باشند.

۶-۲-۵ ارزانی سفر

استفاده از آخرین فناوری های روز بخصوص در زمینه الکترونیک و پردازش اطلاعات سبب می‌شود که سیستم‌های جابجایی گسترده مسافران روز به روز کم هزینه‌تر شده و مسافران نیز علاوه بر سهولت دسترسی و سرعت سفر، به دنبال کاهش هزینه‌های جابجایی نیز می‌باشند.

۶-۳ اصول سرویس‌دهی روزانه و بهره‌برداری نرمال

۶-۳-۱ شروع سرویس‌دهی روزانه

اعزام قطارها از ساعت ۴:۳۰ بامداد و از طرف دپو بمنظور آمادگی بهره‌برداری در ساعت ۵:۰۰ بامداد آغاز می‌شود.

پیشنهاد می‌شود دو قطار بصورت همزمان (یکی برای مسیر ۱ و دیگری برای مسیر ۲) جهت بازرسی در مُد حرکتی دستی محافظت شده PMD[1] یا مُد حرکت دستی با سرعت محدود CMD[2]، کل مسیر را طی نمایند. راهبرهای قطارهای بازرسی نسبت به بررسی چشمی مسیر جهت یافتن مسدودی و یا بی نظمی احتمالی در خط اقدام می‌نمایند. این نظارت و بررسی علاوه بر مطلع ساختن تیم تعمیرات از مشکلات احتمالی، اطمینان بخش جهت آغاز بهره‌برداری ایمن خواهد بود. پس از پایان طی کردن کردن مسیر و اطمینان از بهره‌برداری ایمن، قطارهای چک‌کننده، شروع کننده بهره‌برداری روزانه از ایستگاه‌های ترمینالی خواهند بود.

[1] Protected manual driving mode
[2] Manual driving with speed ceiling mode

قطارهای نظارت صبحگاهی و آخرین قطارهای اعزامی در پایان روز (که به سمت دپو در شب حرکت می‌کنند) می‌توانند جهت انتقال کارکنان، و نه مسافران، به مقاصد آنها مورد استفاده قرار گیرند.

۶-۳-۲ پایان سرویس روزانه

سرویس روزانه می‌بایست در ساعت ۰:۰۰ بامداد روز بعد به پایان رسد. لذا انتظار می‌رود حدوداً تا ساعت ۱:۰۰ بامداد تمامی قطارها به پارکینگ دو طرف خط انتقال یافته و انجام عملیات تعمیر و نگهداری زیرساخت امکان‌پذیر درب‌ها.

۶-۳-۳ دوره تعمیر و نگهداری زیرساخت

از ساعت ۱:۰۰ بامداد الی ۴:۳۰ بامداد، بطور اسمی یک دوره ۳:۳۰ ساعته در طول روز زمان دسترسی به خط اصلی و انجام عملیات تعمیر و نگهداری زیرساخت می‌باشد. به عبارت دیگر زمان واقعی شروع وابسته به خروج آخرین قطار در سرویس روزانه از بخش مربوطه می‌باشد.

مدیریت تعمیر و نگهداری می‌بایست بر پایه برنامه هفتگی برنامه‌ریزی شود. این برنامه شامل اختصاص متعلقات و مایملک مسیر و ایزوله کردن تامین توان ترکشنی (در صورت ضرورت) می‌باشد. کنترل‌کنندگان خط در مرکز کنترل بهره‌برداری زمان تعمیرات تجهیزات و مایملک خط و جابجایی وسایل نقلیه ریلی را جهت جلوگیری از مسیردهی اشتباه کنترل می‌نمایند. کنترل‌کنندگان خط همچنین عملیات تعمیر و نگهداری صورت گرفته را در گزارشات روزانه خود درج می‌نمایند. همچنین پرسنل مربوطه در عملیات تعمیر و نگهداری، مسئول جابجایی قطارها و وسایل نقلیه کمکی در خط و تخلیه بخش مربوطه می‌باشند. استفاده و یا ترک یک بخش از مسیر تحت تعمیرات، تحت کنترل و نظارت کنترل‌کنندگان خط می‌باشد.

عملیات تعمیر و نگهداری که نیازمند مسیر ریلی می‌باشند، بطور معمول در خلال بهره‌برداری روزانه برنامه‌ریزی نخواهند شد. با این وجود، چنانچه ضرورتی به انجام این عملیات وجود داشته باشد، هماهنگی خاصی مابین مدیریت تعمیر و نگهداری و مسئول مرکز کنترل بهره‌برداری صورت خواهد گرفت.

۶-۳-۴ پارکینگ قطارها

بین زمان‌های پیک بهره‌برداری روزانه و در شب، قطارهای اضافی می‌بایست به محدوده پارکینگ انتقال یابند. بسته به امکان و عملی بودن، قطارهای اضافی می‌توانند در ایستگاه‌های ترمینالی نیز پارک شوند. جهت ایمنی لازم است قطارهای که پارک نموده‌اند در محدود بدون شیب مسیر واقع گردند. در خط اکسپرس B متروی تهران انتظار می‌رود حداقل ۱۲ قطار در سمت شمال شرقی این خط و مابقی در دپو و پارکینگ اصلی خط پارک شوند. لازم بذکر است پارک قطارها در پارکینگ زیرزمینی خط اصلی می‌بایست بگونه‌ای صورت پذیرد که در تردد و شانت وسایل نقلیه ریلی در طول شبانه روز ایجاد مشکل ننمایند.

۶-۳-۵ قطارهای وارد شده به و خارج شده از سرویس

بطور معمول سرویس‌دهی به مسافران از ایستگاه‌های ترمینالی صورت می‌گیرد، ولیکن جهت کاهش زمان شروع سرویس‌دهی، شروع بهره‌برداری از ایستگاه‌های میانی نیز امکان‌پذیر می‌باشد. بصورت نرمال پایان سرویس‌دهی قطارها در ایستگاه ترمینالی و سر و ته مسیر می‌باشد و بعد از آن قطارها به سمت پارکینگ و یا دپو انتقال می‌یابند. قبل از خروج از سرویس یک قطار، راهبر قطار و پرسنل بهره‌برداری نسبت به بررسی قطار و اطمینان از خروج تمامی مسافران اقدام می‌نمایند.

۶-۳-۶ آماده سازی جهت سرویس‌دهی

در بهره‌برداری نرمال قطارها در مُد بهره‌برداری اتوماتیک قطار (ATO) هدایت می‌شوند. در ادامه به روند معمول وقایع در پارکینگ قطارها و قبل از اعزام آنها برای بهره‌برداری، طی فاصله زمانی ۱۵ الی ۲۰ دقیقه اشاره شده است. راهبران قطار نسبت به ورود به سیستم کنترلر خدمه اقدام نموده و دستورالعمل‌های انجام وظایف خود را دریافت می‌نمایند.

این وظایف شامل موارد ذیل می‌باشد:

- زمان‌بندی انجام وظیفه راهبران قطار،
- موقعیت پارک قطار،
- شماره قطار و شماره سفر قطار برنامه‌ریزی شده،
- دستورالعمل‌ها بهنگام روبرویی با محدودیت سرعت‌ها،
- دستورالعمل‌های بهره‌برداری اضافی در صورت ضرورت.

۶-۳-۷ ورود به سرویس‌دهی

پس از ثبت ورود راهبر قطار در سیستم کنترل کننده خدمه، ایشان در قطاری که هدایت آن را عهده‌دار می‌باشد قدم زده و مطابق با دستورالعمل‌های جاری نسبت به بررسی و کنترل قطار و هر دو کابین اقدام می‌نماید. آماده‌سازی قطار شامل کنترل وضعیت عمومی قطار، تجهیزات قطار، عملکردهای کنترلی و نمایشگرها، عملکرد درب‌ها، عملکرد سیستم ترمز، سیستم اطلاع‌رسانی به مسافران و ارتباطات رادیویی خواهد بود. جزئیات این دستورالعمل‌ها در کتابچه دستورالعمل‌های مربوط به راهبر قطار و توسط سازنده می‌بایست عنوان گردد.

راهبر قطار بعد از فعالسازی کابین جلویی و اتمام موفقیت آمیز تست های روتین، سیستم ATP را در مُد بهره‌برداری دستی با محدودیت سرعت (CMD) قرار می‌دهد. همچنین ایشان نسبت به وارد کردن اطلاعات ذیل به کامپیوتر ATO داخلی قطار اقدام می‌نماید:

- شماره شناسایی راهبر،
- شماره شناسایی قطار که معرفی کننده مسیر قطار نیز می‌باشد،
- شماره سیر قطار (اختصاص زمان‌بندی)،

زمانیکه قطار آماده سرویس‌دهی گردد راهبر قطار به کنترل کننده دپو گزارش خواهد داد. همچنین این اطلاع‌رسانی بمنظور اطمینان از عملکرد صحیح سیستم ارتباطات رادیویی قطار نیز می‌باشد. سیستم ضبط صدا در OCC تمامی مکالمات صورت گرفته توسط رادیوی قطار را ثبت می‌نماید. پس از طی این مراحل، راهبر قطار را به محدوده اعزام و در هماهنگی با چراغ سیگنال انتقال می‌دهد. قبل از رسیدن به محدود اعزام و بمنظور اطمینان از صحت عملکرد سیستم ترمز، راهبر نسبت به انجام تست ترمز اقدام می‌نماید. در محدوده اعزام قطارها، سیستم ATP قطار با تجهیزات ATP کنارخطی ارتباط برقرار کرده و بصورت اتوماتیک از مُد دستی با محدودیت سرعت (CMD) به مُد بهره‌برداری دستی حفاظت شده (PMD) انتقال می‌یابد. پس از این مرحله راهبر قطار درخواست شروع بهره‌برداری بصورت اتوماتیک را داده و پس از تایید و مُد ATO ادامه مسیر می‌دهد. مسیردهی به خط مطابق با

مقصد قطار به انجام می‌رسد. کنترل‌کنندگان خط به لطف نمایشگرهای جانمایی شده در میز کاری خود، از نزدیک شدن قطار به محدوده اعزام آگاه می‌شوند.

۸-۳-۶ بهره‌برداری روزمره قطارها

بطور معمول قطارها توسط سیستم ATO از ایستگاهی به ایستگاه بعدی، مطابق با پروفیل سرعت خط (سرعت مجاز حرکت به علت محدودیت های مسیر)، هدایت می‌شوند. سیستم ATO حرکت و ترمزگیری در خلال سیر و حرکت از یک ایستگاه به ایستگاه بعدی را تنظیم می‌نماید.

زمانیکه قطار در ایستگاه متوقف گردید، سیستم ATO بصورت اتوماتیک درب‌ها را باز می‌کند. زمان کوتاهی قبل از پایان زمان توقف ایستگاهی راهبر درخواست حرکت را توسط نمایشگرهای و هشداردهنده‌های صوتی و بصری دریافت می‌نماید. بنابراین راهبر مراحل بسته شدن درب‌ها را آغاز می‌نماید. اما قبل از آن راهبر توسط آینه‌های لبه سکو وضعیت مسافران را رویت کرده اطمینان حاصل می‌نماید که مسافری جهت سوار شدن وجود ندارد. زمانیکه تمام درب‌ها بسته شدند، هشدار و نمایش دهنده بسته بودن درب‌ها (حلقه ایمنی درب) فعال درب‌ها. بعد از رسیدن به ایستگاه بعدی، درب‌های قطار بصورت اتوماتیک در سمت صحیح باز خواهند شد.

سیستم ATS مطابق با برنامه و جداول زمانی حرکت قطار را از یک ایستگاه تا ایستگاه بعدی را بصورت اتوماتیک تنظیم می‌نماید. از آنجائیکه راهبر قطار در کابین، خط را مشاهده می‌نماید، قادر به مداخله در کنترل حرکت قطار در صورت نیاز و ضرورت خواهد بود.

قبل از رسیدن به به ایستگاه، سیستم اطلاع‌رسانی به مسافران (PA) بصورت اتوماتیک ایستگاه پیش رو و همچنین ایستگاه‌های تبادلی و پایانی و دیگر اطلاعات مورد نیاز را به مسافران اطلاع‌رسانی می‌کند. در صورت خرابی سیستم PA راهبر اقدام به اطلاع‌رسانی به مسافران خواهد نمود.

هنگامیکه مسافری آزاد کننده اضطراری یکی از درب‌ها را فعال نماید، راهبر بروی کنسول هشدار دهنده صوتی و بصری مربوطه را مشاهده می‌نماید. راهبر قطار می‌تواند با فشار دادن کلید "ارتباط داخلی اضطراری" و باز کردن مسیر ارتباطی بین کابین و سالن مسافری جویای علت فعال سازی آزاد سازی اضطراری درب از مسافرین گردد و در صورت لزوم نسبت به اطلاع‌رسانی به دیگر مسافران و کنترل‌کنندگان خط اقدام نماید. کنترل‌کنندگان خط در این شرایط نسبت به هماهنگی قبلی با رئیس ایستگاه پیش رو و کنترل وضعیت اقدام می‌نماید. بهنگام پایان شیفت کاری راهبر در ایستگاه ترمینالی و یا نیاز به استراحت او، لازم است راهبر قطار تغییر یابد. لذا راهبران قطار در ایستگاه ترمینالی جهت انجام این تغییر شیفت حضور خواهند یافت.

دستورالعمل خروج از سرویس یک قطار شبیه ورود قطار به خط ولیکن انجام این مراحل بصورت معکوس می‌باشد. بهنگام رسیدن قطار به ایستگاه پایانی و ترمینالی، اعلام و اطلاع‌رسانی اتوماتیک و یا توسط راهبر به مسافران جهت ترک قطار صورت می‌پذیرد. راهبر قطار و/یا پرسنل بهره‌برداری ایستگاه از خروج تمامی مسافران قطار اطمینان حاصل می‌نمایند.

راهبر قطار در مُد ATO و بصورت بدون توقف قطار را محدوده اعزام/قبول در دپو و یا پارکینگ هدایت نموده و پس از رسیدن به اتمام محدوده ATP، مانیتور سیستم ATO تغییر مُد حرکتی قطار را به مُد بهره‌برداری دستی با سرعت محدود (CMD) به راهبر اطلاع داده و پس از آن قطار به پارکینگ مورد نظر و با راهنمایی کنترل کننده دپو و استفاده از رادیو انتقال می‌یابد. راهبر قطار مسئول جابجایی ایمن قطار بوده و او می‌بایست با مشاهده خطوط همجوار، قطارهای پارک شده، انسدادهای احتمالی، اطمینان از مسیردهی صحیح، و پارک کردن قطار در فضای اختصاص داده شده این ایمنی را تضمین نماید. محدودیت سرعت در محوطه دپو ۲۵ کیلومتر بر ساعت بوده و در ساختمان ها نیز ۳ الی ۵ کیلومتر بر ساعت پیشنهاد می‌شود.

در محوطه پارکینگ، راهبر نسبت به کنترل قطار و بررسی هر پیام غیرعادی احتمالی نمایش داده شده در پانل مانیتورینگ وضعیت قطار اقدام نموده و قطار را خاموش و از سیستم کنترل کننده خدمه قطار ثبت خروج می‌نماید. سیستم کنترل کننده قطار هر تغییر شیفت و یا دیگر مطالب لازم را در ماموریت بعدی به راهبر اطلاع‌رسانی خواهد کرد.

۶-۳-۹ ارتباطات

در هر قطار اطلاع‌رسانی صوتی اتوماتیک برای ایستگاه بعدی وجود خواهد داشت، و بصورت مستقل از این سیستم اطلاع‌رسانی زنده، راهبر قطار و یا کنترل‌کنندگان خط از OCC قادر به اطلاع‌رسانی لازم از طریق سیستم PA به مسافران نیز خواهند بود. با این وجود کنترل‌کنندگان خط می‌توانند در صورت ضرورت بروی اطلاع‌رسانی صوتی راهبر به مسافران و یا اطلاع‌رسانی صوتی اتوماتیک آمده و پیامی را به مسافران اطلاع‌رسانی نمایند. بطور کلی، در بهره‌برداری نرمال نیاز کمی به برقراری ارتباط صوتی بین کابین و OCC مورد نیاز می‌باشد. با تغییر کابین فعال قطار، راهبر باید با کنترل‌کنندگان خط به منظور چک کردن عملکرد رادیو ارتباط برقرار نماید.

۶-۳-۱۰ وسایل نقلیه کمکی

وسایل نقلیه کمکی (ماشین آلات تعمیر و نگهداری زیرساخت، قطارهای کاری و ...) مجهز به سیستم ATP نمی‌باشند. بنابراین، قوانین و دستورالعمل‌های خاصی برای این وسایل نقلیه ریلی و همچنین برای کنترل‌کنندگان خط در OCC و DCC مورد نیاز می‌باشد. این قوانین شامل راهنمای دستورالعمل‌ها برای راهبران وسایل نقلیه کمکی بوده که به تبیین شرایط مشخص برای ارتباطات، مسیردهی، حفاظت، سرعت مجاز در خط، باز بودن خط، و اداره مایملک خط می‌شود. حداکثر سرعت مجاز این وسایل نقلیه بطور کلی ۶۰ کیلومتر بر ساعت بوده ولی ممکن بسته به نوع وسیله نقلیه متفاوت باشد.

۶-۴ راهبران قطار

۶-۴-۱ ثبت ورود و خروج راهبران

راهبران بصورت معمول در دپو و یا پارکینگ سر کار آمده در سیستم و اتاق کنترل خدمه ثبت ورود می‌نمایند. بصورت جایگزین ممکن است تعدادی از راهبران بمنظور تحویل گرفتن قطار پارک شده در خط و یا تغییر شیفت کاری در اتاق رئیس ایستگاه و بصورت معمول در ایستگاه‌های ترمینالی ثبت ورود نمایند. در پایان شیفت کاری، راهبران قطار در سیستم کنترل کننده خدمه مستقر در دپو و پارکینگ و یا رئیس ایستگاه ترمینالی ثبت خروج می‌نمایند، و این موارد در دفتر وقایع نگهبانی ثبت درب‌ها. همچنین ممکن راهبری در یک مکان ثبت ورود نموده و در مکان دیگر ثبت خروج نماید.

دفتر کنترل کننده خدمه قطار جهت آسایش خدمه لازم است در مجاورت ساختمان پارکینگ قطار جانمایی شود. زمان ثبت ورود در دفتر وقایع نگهبانی برای هر شیفت کاری مندرج بوده که این زمان شامل دوره آمادگی بمنظور جمع‌آوری اطلاعات ماموریت و زمان آماده‌سازی قطار جهت سیر از محدوده پارکینگ می‌باشد.

۶-۴-۲ عملیات شانتینگ

راهبران قطار علاوه بر مسئولیت هدایت قطار در خط اصلی، ممکن است جهت انجام عملیات شانتینگ در دپو و یا پارکینگ گمارده شوند.

۶-۴-۳ دفتر وقایع نگهبانی

دفتر وقایع نگهبانی بر پایه ۸ ساعت در روز برای دوره زمانی مداوم کاری و یا جداسازی آرایش شیفت‌های کاری می‌باشد.

۶-۴-۴ تغییر شیفت کاری

راهبران در مواقعی که لازم است قطار در بهره‌برداری حفظ گردد، با توجه به دستورالعمل‌های تحویل‌دهی و تحویل‌گیری قطار پایان شیفت کاری، تغییر شیفت می‌دهند.

۶-۴-۵ تغییر شیف کاری جهت صرف نهار/شام و یا نیاز فیزیکی

راهبران تغییر شیفت در ایستگاه‌های خاصی بمنظور جایگزینی با راهبران نیازمند به تغییر شیفت جهت صرف ناهار/شام و یا نیاز فیزیکی، در نظر گرفته خواهند شد. دستشویی و امکانات رفاهی برای راهبران قطار در نزدیکی سکو برای ایستگاه‌های ترمینالی موقت و یا دائم لازم است پیش‌بینی گردد.

۶-۴-۶ راهبران جایگزین

سر و ته کردن قطارها و تغییر خط نیازمند جایگزینی یک راهبر در کابین اعزام (سر قطار) با راهبر در کابین فعال (ته قطار) بمنظور حفظ هدوی و جلوگیری از تاخیر قطارها در سرویس روزانه می‌باشد. این نیاز به راهبران جایگزین همچنین وابسته به عملیات روتین تغییر خط به منظور حفظ هدوی نیز می‌باشد.

۶-۴-۷ لوازم فنی مورد نیاز راهبر قطار

راهبران می‌بایست مجهز به موارد ذیل بوده فلذا لازم است کنترل‌کننده خدمه از به همراه بودن این وسایل با راهبران اطمینان حاصل نماید.

- کلید اصلی[1]،
- کلید راه اندازی مجدد[2]،
- کلید درب‌ها،
- کتاب قوانین ریلی و راهنمای دستورالعمل‌های بهره‌برداری برای راهبران،
- چراغ قوه دستی چند وضعیته، به همراه باطری و لامپ یدکی،
- جعبه کمک های اولیه،
- کپسول قابل حمل آتش‌نشانی.

بودن این تجهیزات بصورت کامل در قطار، روزانه توسط پرسنل نظافت کنترل می‌شود.

[1] Master key
[2] Reset key

۶-۵ ضرورت وجود لینک ارتباطی بین خطوط در شبکه مترو

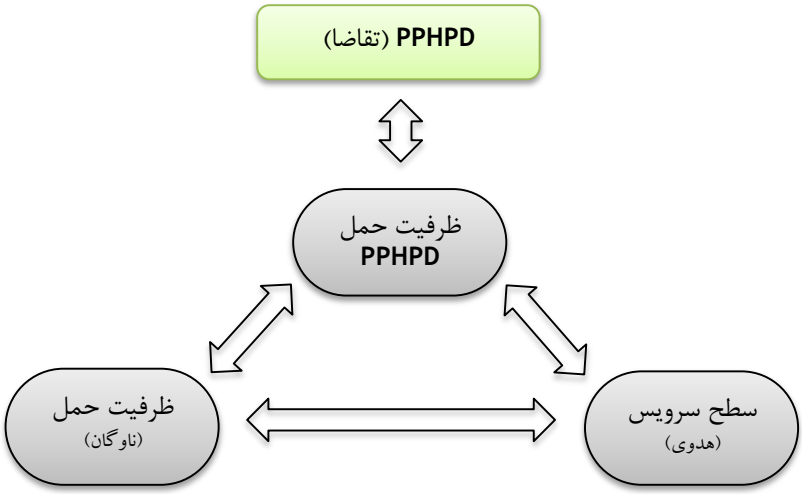
لینک ارتباطی بین خطوط متروی شهری جهت تبادل ناوگان می‌تواند برای اهداف زیر طراحی و اجرا شود:

- 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.
- حمل تجهیزات و انتقال به سایت پروژه از طریق شبکه راه‌آهن سراسری

۷ بررسی و تعیین الزامات تعمیر و نگهداری و دپوی خطوط مختلف همچنین برآورد تعداد خطوط پارکینگ مورد نیاز با توجه به سرفاصله زمانی (هدوی) در طراحی اولیه

۷-۱ تخمین تعداد ناوگان مورد نیاز

دیاگرام نمایش داده شده در شکل زیر رابطه بین تقاضای مسافران و ظرفیت حمل سیستم پیشنهادی را پیشنهاد می‌دهد (هر دو بر مبنای PPHPD بیان شده است)



شکل ۱-۷: رابطه بین تقاضای مسافر و ظرفیت حمل سیستم پیشنهادی

تعیین نوع سیستم حمل و نقل موارد زیر بستگی خواهد داشت :

- ظرفیت مورد نیاز جهت حمل و انتقال مسافر،
- فاصله بین ایستگاه‌ها،
- اصول اعزام قطار،
- سرعت تجاری.

هدوی عملیاتی (برنامه‌ریزی شده) بین قطارها، که در آینده محاسبه خواهد شد، بر مبنای ظرفیت سیستم حمل و نقل بدست می‌آید. هدوی عملیاتی بین قطارها، بر مبنای اضافه کردن زمان حاشیه‌ای به زمان‌سنجی بدست آمد بعد از شبیه‌سازی حرکتی قطارها بوده و شرط بهره‌برداری انعطاف‌پذیر در آن لحاظ خواهد شد. در غیر این صورت کوچکترین اختلال و تاخیری منجر به انتقال این تاخیر به کل خط اکسپرس B متروی تهران خواهد شد.

تعداد قطارهای مورد نیاز "F" در هر ساعت و هدوی متناسب بهره‌برداری "H" بر مبنای جریان مسافران "Pf" و حداکثر تعداد مسافران در یک قطار در زمان پیک "Pn" می‌باشد. پیش‌بینی مسافران جابجا شده در یک ساعت می‌بایست کم تر از ظرفیت قطارهای پیشنهادی باشند.

$$F = Pf / Pn \quad \& \quad H = 60 / F$$

زمانیکه راجع به سطح سرویس و هدوی صحبت می کنیم، ظرفیت حمل ناوگان با در نظر گرفتن قطاری که تمام صندلی‌های آن پر بوده و در هر متر مربع از قطار نیز ۵ نفر ایستاده‌اند بدست می‌آید. این انتخاب به این علت است که:

- تراکم و تعداد افراد ایستاده ۵ نفر در هر متر مربع (شرایط باری AW2* متناسب با ۹۷۰ نفر در هر قطار ۵ واگنه) با وجود آنکه بار ماکزیمم در تعاریف مربوطه به ناوگان شناخته می‌شود اما در فواصل کوتاه در خط همچنان شرایط آسایش را برای مسافران به همراه خواهد داشت و قابل قبول خواهد بود.
- این انتخاب همچنان ظرفیت رزرو (جذب مسافرانی بیشتر و اتفاق وضعیت باری بالاتر ناوگان) در قطار باقی خواهد گذاشت که در مواقع ذیل قابل استفاده خواهد بود:
- در طول زمان پیک، ممکن است به بواسطه حضور ناگهانی مسافران منتظر جهت سوار شدن و یا پیاده شده از قطار، هدوی در زمان کوتاهی بشدت افزایش یابد
- مسافران ممکن است به تعداد فراوان از دیگر سیستم‌های حمل و نقل شامل خطوط متروی دیگر، اتوبوس و ... به ایستگاه رسیده و ترافیک ایستگاه در زمان کوتاهی از حد انتظار فراتر رود.
- با بر هم خوردن نظم خط بواسطه ایجاد یک اختلال در مسیر، قطارها ممکن است هدوی خود را از دست بدهند و با تاخیر نسبت به قطار قبلی وارد ایستگاه شوند. این شرایط منجر به تجمع انباشته مسافران در یک ایستگاه خواهد شد.

خط اکسپرس B متروی تهران در وضعیت بازگشایی کامل خط با توجه به آخرین اطلاعات بدست آمده از مطالعات ترافیک و شرایط ناوگان، به حداقل هدوی تئوریک ۲۱۰ ثانیه (۳:۳۰ دقیقه) نیاز خواهد داشت.

تحقق هدوی حداقل عملی در خط نیازمند بررسی و کنترل موارد ذیل می‌باشد:

- بررسی تحقق هدوی در ایستگاه‌های ترمینالی (محاسبات مربوط به زمان مانور در ایستگاه‌های ترمینالی در گزارشات بعدی ارائه خواهند شد)،
- هدوی در خط،
- انظباط در خط و حفظ حداقل هدوی عملی تنها هنگامی امکان‌پذیر که سیستهای در نظر گرفته به اندازه کافی انعطاف‌پذیر باشند. این موضوع با رعایت مقررات ذیل قابل حصول می‌باشد:
- زمان حاشیه اضافی در خط، که در زمان اتفاق تاخیرات کوچک و به لطف طراحی صحیح تجهیزات نصب شده سبب جبران زمان‌های از دست رفته خواهد شد (با در نظر گرفتن این زمان حاشیه اضافه بی نظمی های کوچک و تاخیرات زمانی جزئی قابل بازیابی بوده و تاثیری بروی قطارهای بعدی نخواهد گذاشت)،
- در نظر گرفتن زمان خلاصی بعنوان زمان رزرو (۵ ثانیه در هر کیلومتر) که بصورت داوطلبانه سبب افزایش زمان سیر نسبت به زمان سیر مینیمم شده و در محاسبات لحاظ درب‌ها. این فاکتور سبب استفاده بهینه از ناوگان و کاهش مصرف انرژی در مقابل افزایش اندک زمان سیر خواهد شد.

۷-۲ بررسی قابلیت دستیابی به حداقل هدوی طراحی تئوریک

۷-۲-۱ خط اصلی و ایستگاه های میانی

معمولاً در سیستم‌های ریلی صحبت از ۳ تعریف برای هدوی و سرفاصله زمانی ارسال قطارها به میان می‌آید:

- مینیمم هدوی مطلق (تئوریک)
- مینیمم هدوی بهره‌برداری (خواسته کارفرمایی)
- هدوی عملی / تجاری (منطبق با اطلاعات بدست آمده از مطالعات ترافیک مسافر)

مینیمم هدوی مطلق : کوتاهترین فاصله زمانی که از نظر تئوریک (فنی) بین دو قطار امکان‌پذیر می‌باشد. این زمان شامل هیچ یک از زمان‌های حاشیه بهره‌برداری نخواهد بود. از حداقل هدوی مطلق می‌توان تعداد ماکزیمم قطارهای فعال در خط را به ازای هر ساعت و هر جهت بدست آورد.

حداقل هدوی مطلق در شرایط ذیل محاسبه درب‌ها:

در طول خط اصلی،

در ایستگاه‌های ترمینالی جائیکه قطارها تغییر خط داده و قطار سر و ته می‌شود.

مینیمم هدوی بهره‌برداری : کوتاه‌ترین هدوی عملی ممکن برای بهره‌برداری از سیستم مترو می‌باشد. این هدوی همان هدوی مینیمم مطلق با اضافه زمان‌های حاشیه بهره‌برداری (مورد نیاز برای جذب بی نظمی‌ها و انعطاف در بهره‌برداری) می‌باشد. این فاکتور جهت تعیین و تخمین ظرفیت عملی بلند مدت سیستم و تجهیزات حائز اهمیت می‌باشد.

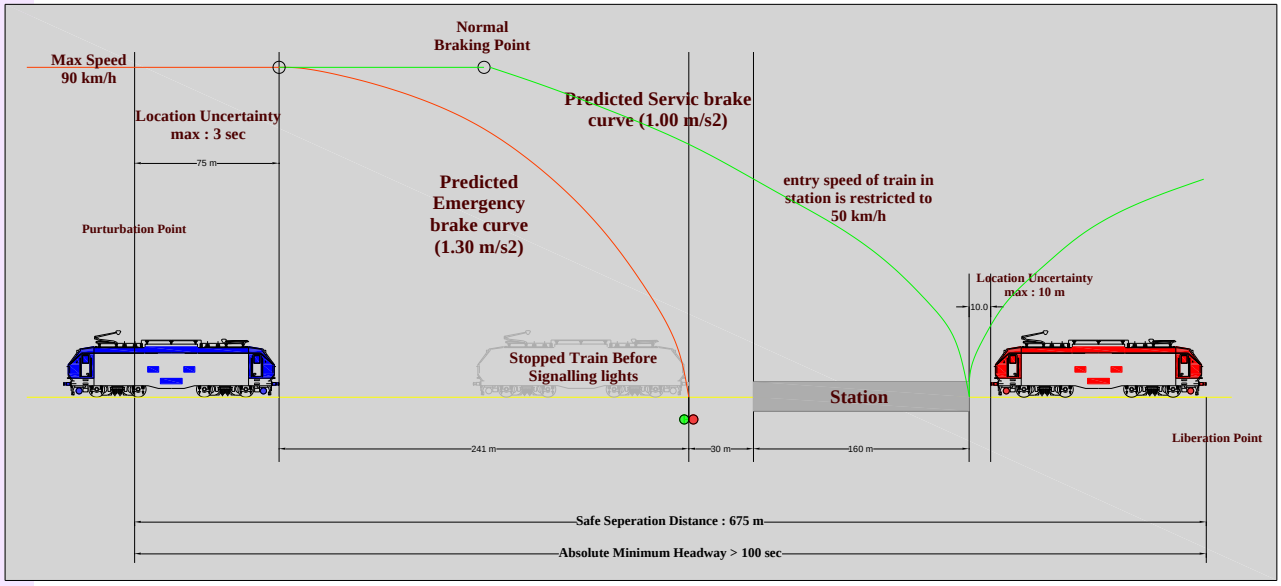
هدوی تجاری : بطور معمول هدوی تجاری منطبق با نیاز مسافر و مطالعات ترافیک (در ساعات پیک، و خلوتی و ...) در طول روز و هفته در نظر گرفته می‌شود. هنگامیکه از استقرار سیستم حمل و نقل زمان قابل توجهی سپری گردد، ممکن است نیاز به هدوی تجاری پایین‌تر محسوس باشد. اختلاف بین هدوی تجاری و مینیمم هدوی بهره‌برداری در واقع نشانه ظرفیت مانده و در دسترس برای سیستم حمل و نقل می‌باشد (در قالب قطارهای فعال اضافی که قابلیت سیر در خط را دارند).

مینیمم هدوی مطلق در طول خط، بین دو قطار متوالی، با اضافه کردن دو پارامتر ذیل تخمین زده می‌شود:

- زمان جدایی ایمن بین دو قطار در حال حرکت / متوقف (بر اساس طول قطار، عملکرد قطار تحت شرایط سرویس‌دهی نرمال، نوع سیستم سیگنالینگ، فاصله توقف با استفاده از نمودار ترمزی اضطراری)
- حداکثر زمان توقف ایستگاهی در طول خط (در ایستگاه‌ها)

زمان جدایی ایمن با توجه به دیاگرام شکل زیر قابل درک می‌باشد. زمان جدایش ایمن با در نظر گرفتن شرایط عملکردی نامی تخمین زده خواهد شد (سرعت بهره‌برداری حداکثر ۹۰ کیلومتر بر ساعت و شتاب ترمز سرویس ۱ متر بر مجذور ثانیه).

عملکرد قطار در شرایط اضطراری (شتاب ترمز اضطراری) در این تحلیل بررسی شده است.



شکل ۲-۷: تخمین مینیمم هدوی مطلق (هدوی فنی) برای ایستگاه‌های میانی

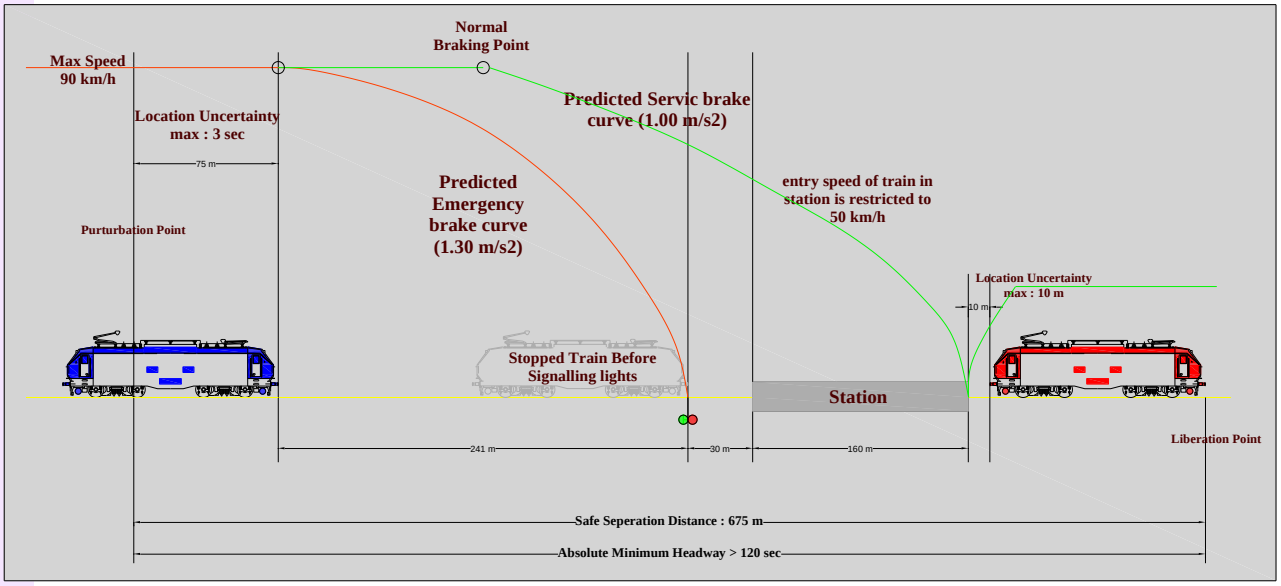
در ادامه به تبیین جزئیات گراف شکل ۲-۷ پرداخته شده است:

- ایستگاه با استفاده از چراغ سیگنالینگ جانمایی شده در فاصله حدودی ۳۰ متر قبل از شروع سکو محافظت شده است. چنانچه ایستگاه توسط قطار دیگری اشغال باشد، قطار ورودی می‌بایست سرعت را کاهش داده و قبل از چراغ سیگنالینگ متوقف گردد (این نقطه به عنوان **نقطه توقف**[1] شناخته می‌شود). در شرایطی که قطار ورودی بطور تصادفی چراغ سیگنال را رد می‌نماید، این فاصله ۳۰ متری سکو را محافظت خواهد کرد (همپوشانی ایمن).
- سکو جهت ورود قطار و توقف در ایستگاه می‌بایست خالی از قطار باشد. این شرایط زمانی به تایید می‌رسد که انتهای قطاری که در حال ترک ایستگاه می‌باشد، حدود ۱۰ متر ایستگاه را رد کرده باشد (**نقطه رهاسازی**[2]). این فاصله ۱۰ متری عدم قطعیت موقعیت قطار را نیز پوشش می‌دهد.
- زمان جدایش ایمن بین دو قطار با در نظر گرفتن ترمز سرویس نرمال بدست خواهد آمد.
- برای قطاری که در حال نزدیک شدن به ایستگاه می‌باشد، به منظور عدم نیاز به کاهش سرعت و توقف قبل از چراغ سیگنال (حفظ مشخصه های نرمال حرکتی) لازم است که به اندازه کافی مانده به **نقطه توقف**، قطار چراغ سبز را دریافت نماید در غیر این صورت توقف قبل از چراغ سیگنال ایستگاه اجتناب ناپذیر می‌باشد.
- منحنی قرمز بیانگر منحنی ترمزی قطار در شرایط اضطراری پیش از موقعیت توقف قبل از چراغ سیگنال می‌باشد. این منحنی در شرایط ترمزگیری اضطراری (شتاب کاهنده ۱.۳ متر بر مجذور ثانیه) بررسی شده است. **نقطه اختلال**[3] موقعیتی تئوریک بوده که قطار در آن نقطه مکانی چراغ سبز سیگنال را جهت ادامه سیر دریافت می‌کند. به منظور در

[1] Stopping point
[2] Liberation Point
[3] Perturbation Point

نظر گرفتن زمان عکس العمل قطار جهت اعمال ترمز، زمان ۳ ثانیه در این محاسبات در نظر گرفته شده است و این در حالیست که سرعت سیر قطار ۹۰ کیلومتر بر ساعت (معادل ۷۵ متر بعد از نقطه اختلال) می‌باشد.

- قطار ورودی با دریافت چراغ سبز و بصورت ایمن به مسیرش و با سرعت نرمال به سمت ایستگاه ادامه مسیر می‌دهد، سپس در موقعیت **نقطه توقف** ترمز سرویس جهت توقف در ایستگاه اعمال می‌شود.
- قطار از سرعت ۹۰ الی ۵۰ کیلومتر بر ساعت با شتاب نرمال ترمزی (۱ متر بر مجذور ثانیه) سرعت را کاهش می‌دهد. بمنظور راحتی مسافر و حفظ ایمنی در طول سکو و در قطار، سرعت قطار در ورود به ایستگاه محدود به ۵۰ کیلومتر بر ساعت می‌باشد. لذا قطار بصورت تدریجی و با شتاب متوسط متناسب با طول سکو در ایستگاه توقف می‌نماید.
- مسافران به قطار سوار و از قطار پیاده خواهند شد. حداکثر زمان توقف ایستگاهی (که کمتر از ۳۳ ثانیه می‌باشد) در این آنالیز در نظر گرفته شده است.
- قطار با شتاب نرمال سرویس ایستگاه را ترک می‌نماید. برای ایستگاه‌های ترمینالی حداکثر سرعت مجاز در محدوده تغییر خط ۲۵ کیلومتر بر ساعت در نظر گرفته شده است.
- هنگامیکه قطار به طور کامل ایستگاه را ترک نماید و انتهای قطار به میزان ۱۰ متر از انتهای سکو فاصله گرفت، قطار بعدی سیگنال سبز را در **نقطه اختلال** دریافت خواهد کرد.
- زمان ایمن جدایی اختلاف زمان وقایع ذیل می‌باشد:
- قطار جلویی (نمایش داده شده به رنگ قرمز)بطور کامل ایستگاه را رد کرده و به اندازه ۱۰ متر فاصله می‌گیرد.
- قطار پشتی (نمایش داده شده به رنگ آبی) چراغ سبز سیگنال را دریافت می‌کند. این سیگنال، لازم است ۳ ثانیه قبل از اعمال توقف اضطراری نمایش داده شود (موقعیت **نقطه اختلال**).



شکل ۳-۷: تخمین مینیمم هدوی مطلق (هدوی فنی) برای ایستگاه‌های ترمینالی

حداکثر زمان توقف ایستگاهی در ایستگاه میانی ۳۳ ثانیه و در ایستگاه‌های ترمینالی ۴۵ ثانیه در نظر گرفته شده است. حداکثر زمان توقف ایستگاهی در میانه خط مربوطه به ایستگاه شلوغ‌ترین ایستگاه می‌باشد.

موارد گفته شده حداقل هدوی مطلق (تئوریک) در طول خط می‌باشد.

جدول ۱-۷: ارزیابی حداقل زمان توقف ایستگاهی مطلق از دیدگاه ایستگاه‌ها

Minimum Headway Estimation Along the Line			**Station**
No.	**Activity**	Terminals	Middle Stations
1	Safe Separation Between Two Moving Trains	60 s	56 s
2	Maximum Dwell time anywhere along the line	45 s	33 s
	Minimum (Theoretical) Headway Along the Line	120 s	100 s
	Minimum Operating Headway	150 s	150 s

به این ترتیب حداقل هدوی مطلق به ۱۲۰ ثانیه یا ۲ دقیقه رُند شده است. این مقادیر منطبق با حداقل هدوی مطلق ۱۵۰ ثانیه (۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه) می‌باشد. همچنین همانگونه که مشخص می‌باشد امکان جبران زمان‌های تاخیر اتفاق افتاده در ایستگاه‌ها وجود خواهد داشت.

ارزیابی حداقل هدوی در هر یک از ایستگهای ترمینالی نیازمند کنترل مجدد می‌باشد، که در بخش بعدی به این موضوع پرداخته شده است.

۷-۳ معرفی موقعیت‌های پیشنهادی دپو و پارکینگ در خط اکسپرس B متروی تهران

هدف این بخش، بررسی گزینه‌های احتمالی جانمایی دپوی اصلی و پارکینگ بخش غربی خط اکسپرس B متروی تهران در بخش غربی (بخش اولویت‌دار مسیر) بر اساس بررسی زمین‌های موجود در موقعیت‌های مناسب و قابل استملاک است. بر این اساس و با توجه به محدودیتهای ابعادی و فنی ایجاد و احداث دپو و مطابق نتایج بررسی مسیر، محدوده‌ها و موقعیت‌های قابل استملاک در مسیر کریدور خط اکسپرس B متروی تهران، ۱۵ سایت پیشنهادی برای دپو خط ریلی غرب استان تهران مطابق جدول ۲-۷ نشان داده شده است، مورد تحلیل و بررسی قرار خواهند گرفت.

جدول ۲-۷: آلترناتیوهای پیشنهادی جهت اراضی دپو در خط ریلی غرب استان تهران

آلترناتیو	موقعیت زمین پیشنهادی	کاربری در وضع موجود	مساحت (هکتار) ابعاد (متر)	توضیحات	دسترسی ریلی
A	در حاشیه منطقه ۱۸ تهران – در مجاورت خط راه‌آهن و جنوب جاده اندیشه	بایر	۴۱ ۱۴۰۰×۳۱۴	در صورت عبور کریدور از پیرامون شهر قدس و در راستای جاده اندیشه	دپوی میان‌خطی و دسترسی ریلی مناسب - نرسیده به ایستگاه راه‌آهن ملکی
B	در شهر قدس، ضلع شمالی بلوار کلهر در مجاورت بستر رودخانه	بایر	۱۰.۵ ۷۳۲×۱۸۲	در صورت عبور کریدور از پیرامون شهر قدس و در راستای جاده اندیشه	دپوی میان‌خطی و دسترسی ریلی نسبتاً مناسب
C3	در حاشیه منطقه ۱۸ تهران – در مجاورت خط راه‌آهن و بلوار شهید همدانی – مدافعین حرم	بایر	۶۵ ۱۴۳۰×۴۸۸	در صورت عبور کریدور از پیرامون شهر قدس و در راستای جاده اندیشه	دپوی انتهایی و دسترسی ریلی مناسب - نرسیده به ایستگاه راه‌آهن ملکی
D	در شهر قدس، ضلع شمالی بلوار کلهر در مجاورت بستر رودخانه	بایر	۱۱ ۸۲۵×۱۱۸	در صورت عبور کریدور از شهر قدس و در راستای بلوار کلهر	دپوی میان‌خطی و دسترسی ریلی نسبتاً مناسب
E	در شهر قدس، ضلع شمالی بلوار کلهر در مجاورت بستر رودخانه	بایر	۱۲.۳ ۷۴۴×۱۷۳	در صورت عبور کریدور از شهر قدس و در راستای بلوار کلهر	دپوی میان‌خطی و دسترسی ریلی نسبتاً مناسب
F	در حاشیه منطقه ۱۸ تهران – در جنوب خط راه‌آهن و جاده اندیشه	بایر	۳۹ ۱۴۵۰×۲۳۵	در صورت عبور کریدور از پیرامون شهر قدس و در راستای جاده اندیشه	دپوی انتهایی و دسترسی ریلی مناسب - نرسیده به ایستگاه راه‌آهن ملکی
G	در حاشیه منطقه ۱۸ تهران – در شمال خط راه‌آهن و جاده اندیشه	بایر	۶۵ ۱۲۵۰×۳۸۲	در صورت عبور کریدور از حاشیه شهر شهریار	دپوی میان‌خطی و دسترسی ریلی مناسب
I	در حاشیه شهر قدس، در ضلع شمالی جاده اندیشه	منطقه صنعتی	۲۰.۵ ۶۵۳×۲۶۹	اراضی صنعتی – در صورت عبور کریدور از پیرامون شهر قدس و در راستای جاده اندیشه	دپوی میان‌خطی و دسترسی ریلی نامناسب
J	در شهر قدس، ضلع جنوبی بلوار کلهر در مجاورت بستر رودخانه	بایر	۱۹.۶ ۷۷۰×۱۷۷	در صورت عبور کریدور از شهر قدس و در راستای بلوار کلهر	دپوی میان‌خطی و دسترسی ریلی نسبتاً مناسب
L	در شمال شرقی شهریار	بایر	۴۰ ۸۱۵×۶۷۰	-	دپوی میان‌خطی و دسترسی ریلی نامناسب
M	در شهر اندیشه، شمال بلوار ولایت	بایر	۸۶ ۱۲۶۰×۶۴۹	-	دپوی میان‌خطی و دسترسی ریلی نسبتاً مناسب
O	در شهر اندیشه، جنوب بلوار ولایت	بایر	۴۷ ۹۸۴×۴۲۴	-	دپوی میان‌خطی و دسترسی ریلی نسبتاً مناسب

آلترناتیو	موقعیت زمین پیشنهادی	کاربری در وضع موجود	مساحت (هکتار) ابعاد (متر)	توضیحات	دسترسی ریلی
P	در شهر اندیشه، جنوب بلوار ولایت	بایر	۱۹ ۱۱۴۰×۱۴۴	-	دپوی میان‌خطی و دسترسی ریلی نسبتاً مناسب
Q	در شهر اندیشه، غرب بلوار شهید قاسم سلیمانی و جنوب بلوار مطهری شرقی	بایر	۵۰ ۱۳۰۰×۳۸۶	-	دپوی میان‌خطی و دسترسی ریلی مناسب
R	در شهر مارلیک، غرب بلوار جمور و شرق بلوار قریشی جنوبی	بایر	۵۳ ۹۷۳×۴۷۴	-	دپوی پایانی و دسترسی ریلی مناسب

شکل ۴-۷: موقعیت گزینه‌های مختلف اراضی دپوی خط ریلی غرب استان تهران

اراضی قطعه A خارج از محدوده قانونی شهر قدس و در قسمت شمال شهر باغستان و جنوب قدس واقع شده است. این زمین دارای مساحت ۴۱ هکتار و کاربری وضع موجود آن باغات می‌باشد، همچنین کاربری هایی چون؛ فضای سبز و حریم بزرگراه برای این زمین پیشنهاد شده است. زمین‌های اطراف این زمین شامل؛ اراضی کشاورزی، باغات و شهرک صنعتی زاگرس در محدوده شمالی آن واقع شده است.

اراضی قطعات B و D و E درون محدوده قانونی شهر قدس و در قسمت جنوب غربی قرار دارد. مساحت محدوده انتخاب شده به ترتیب ۱۰.۵ و ۱۱ و ۱۲.۳ هکتار که کاربری‌های پیشنهاد شده برای آن، حریم خطوط انتقال سوخت، آموزشی، اداری، فضای‌سبز، تفریحی، فرهنگی، مسکونی و وضعیت موجود بایر می‌باشد. این زمین تحت مالکیت شهرداری قدس و در حریم خطوط برق و نفت قرار دارد. اراضی پیرامونی این زمین، خدماتی، تجاری، فضای سبز، اراضی بایر ، آرامستان بهشت فاطمه، معدن شن و ماسه، شهرک صنعتی زاگرس هستند.

اراضی قطعه C3 در قسمت جنوب شرقی قدس و درون محدوده قانونی شهر قدس می‌باشد. با توجه به تصاویر ارائه شده، زمین مذکور در مجاورت ریل راه آهن غرب تهران قرار دارد. مساحت این زمین ۶۵ هکتار و کاربری موجود آن، بایر و تجاری‌ست، همچنین کاربری‌های پیشنهاد شده در طرح های بالا دست آموزشی، باغات، فضای‌سبز، تاسیسات_تجهیزات شهری، تفریحی، درمانی، فرهنگی

و مذهبی مشخص شده و برخی از کاربری‌های اطراف این زمین شامل؛ سکونت، خدماتی_رفاهی، بایر، تاسیسات و تجهیزات شهری، مراکز اقامتی، فضای سبز، تجاری و تعدادی از کاربری های شاخص پیرامونی، شهرک صنعتی زاگرس و مجتمع آموزشی شهید آوینی هستند.

اراضی قطعه F در خارج از محدوده قانونی شهر قدس، مجاورت بزرگراه فتح و جاده تهران_شهریار واقع شده است. مساحت زمین ۳۹ هکتار و کاربری وضع موجود خدماتی_ رفاهی و بایر می‌باشد. کاربری‌های پیشنهادی اسناد بالادست، فضای‌سبز، صنایع و حریم بزرگراه مشخص شده و تعدادی از اراضی اطراف زمین مذکور، باغات شهر باغستان، زمین‌های خدماتی_رفاهی(تسهیلات شهری) و بایر هستند.

اراضی قطعه I در قسمت جنوبی قدس و درون محدوده قانونی شهر قدس قرار دارد. در حال حاضر کاربری‌های وضع موجود این زمین صنعتی و کارگاهی، بایر و خدماتی_رفاهی و کاربری‌های پیشنهادی در اسناد بالا دست، فضای سبز، تفریحی و حریم بزرگراه مشخص شده است. در ضمن مساحت زمین فوق ۲۰.۵ هکتار می‌باشد. کاربری‌های اطراف این زمین شامل: تولیدی_کارگاهی، فضای‌سبز، تجاری، بایر و خدمات_رفاهی هستند.

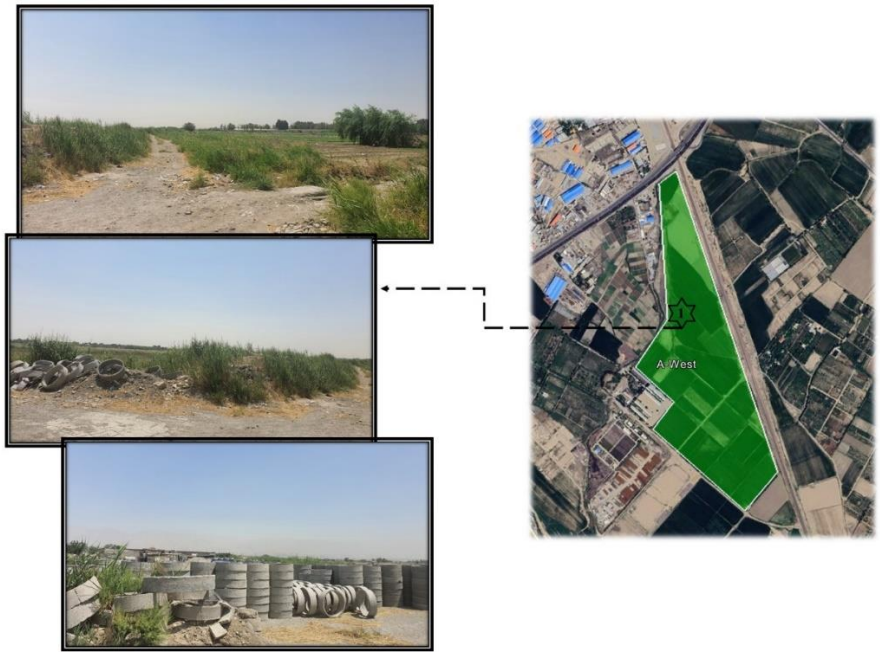
اراضی قطعه K در قسمت غربی قدس و خارج از محدوده قانونی شهر واقع شده است، همچنین مساحت زمین ۶۵ هکتار و کاربری وضع موجود بایر و حریم خطوط انتقال سوخت می‌باشد. کاربری پیشنهادی گردشگری_فراغتی در نظر گرفته شده وکاربری های پیرامونی آن عبارتند از؛ معدن شن و ماسه و بایر.

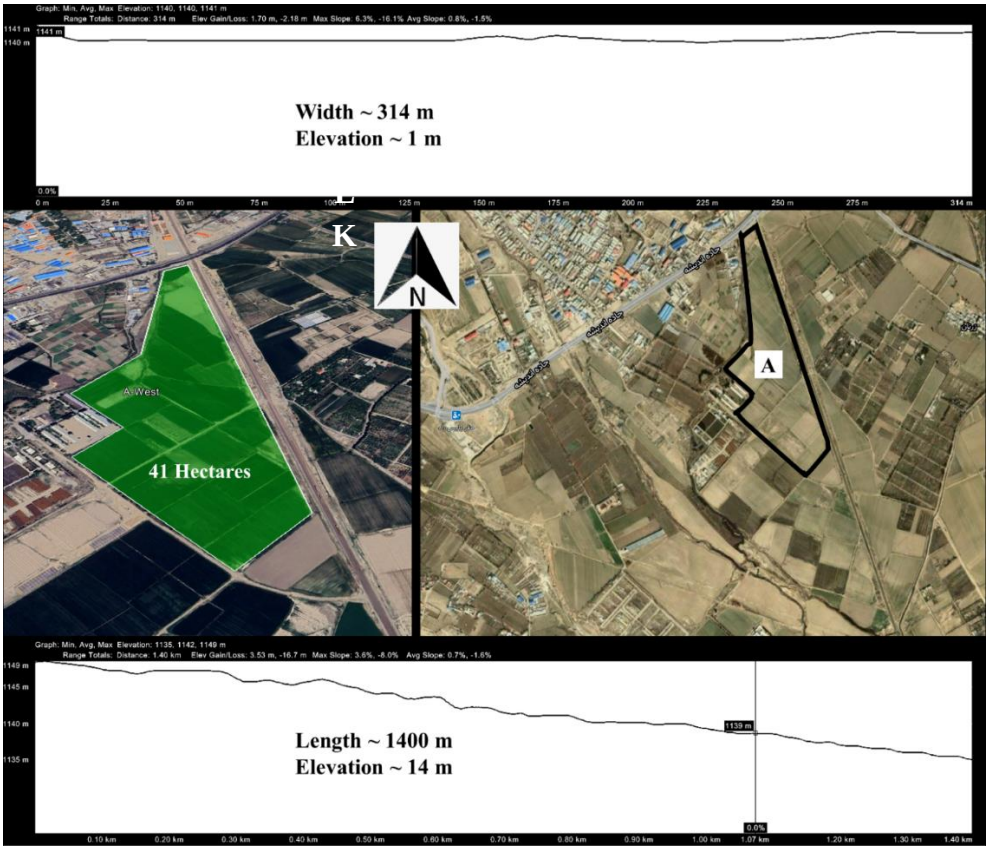
اراضی قطعه L درون محدوده قانونی شهر شهریار و در قسمت شمال شرقی شهریار قرار دارد. مساحت آن ۴۰ هکتار و کاربری وضع موجود بایر یا اراضی غیر قابل طبقه بندی است. کاربری‌های پیشنهادی این زمین شامل؛ آموزشی، درمانی،فرهنگی،تفریحی،تجاری،مسکونی، ورزشی مشخص شده و مالکیت زمین عمومی کاربری های اطراف این زمین شامل؛ خدماتی_رفاهی، سکونت، تجاری و بایر است.

اراضی قطعه M در قسمت غربی اندیشه و درون محدوده قانونی شهر اندیشه واقع شده است، زمین شرقی با مساحت ۶۵ هکتار،کاربری وضع موجود آن، بایر و دارای کاربری پیشنهادی؛ حریم تاسیسات و آموزشی می‌باشد. اراضی اطراف آن‌ها، مسکونی، بایر و این اراضی تحت مالکیت نیروی انتظامی شهر اندیشه است.

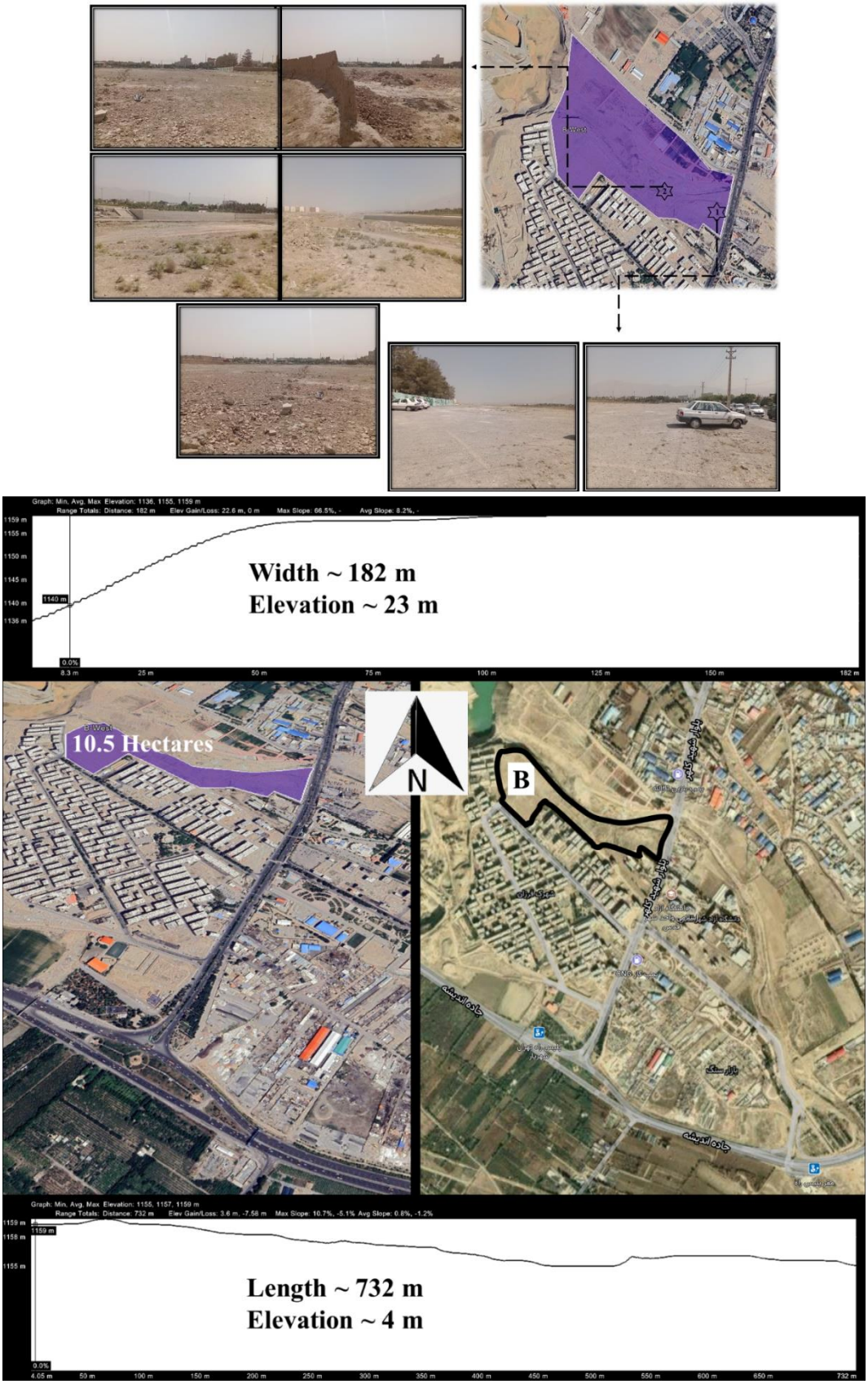
اراضی قطعه O در محدوده غربی شهر شهریار واقع شده است. مساحت زمین ۴۷ هکتار و در حال حاظر درون محدوده قانونی شهر شهریار واقع شده است. سازمان نیروی انتظامی این شهر مالک زمین می‌باشد. کاربری وضع موجود آن بایر و در طرح های بالادست برای این زمین کاربری هایی چون؛ تاسیسات، آموزشی، اداری، فضاسبز، تجاری، مذهبی، فرهنگی هنری، تفریحی، درمانی، مسکونی، ورزشی مشخص شده است. کاربری‌های اطراف این زمین شامل؛ خدماتی_رفاهی، اقامت، سکونت و بایر هستند.

اراضی قطعه P در ضلع غربی شهریار واقع شده و درون محدوده قانونی شهر شهریار است و مساحت این سایت ۱۹ هکتار و کاربری موجود آن بایر می‌باشد، همچنین در طرح های بالا دست کاربری‌های پیشنهادی زمین؛ پارک های جنگلی حفاظت شده و تفریحی مشخص شده و این زمین تحت تملک نیروی انتظامی شهر شهریار است. کاربری های اطراف این زمین شامل؛ سکونت، خدماتی_رفاهی، تاسیسات و بایر هستند. در ادامه تصاویر مربوط به زمین پیشنهادی را مشاهده میکنید.

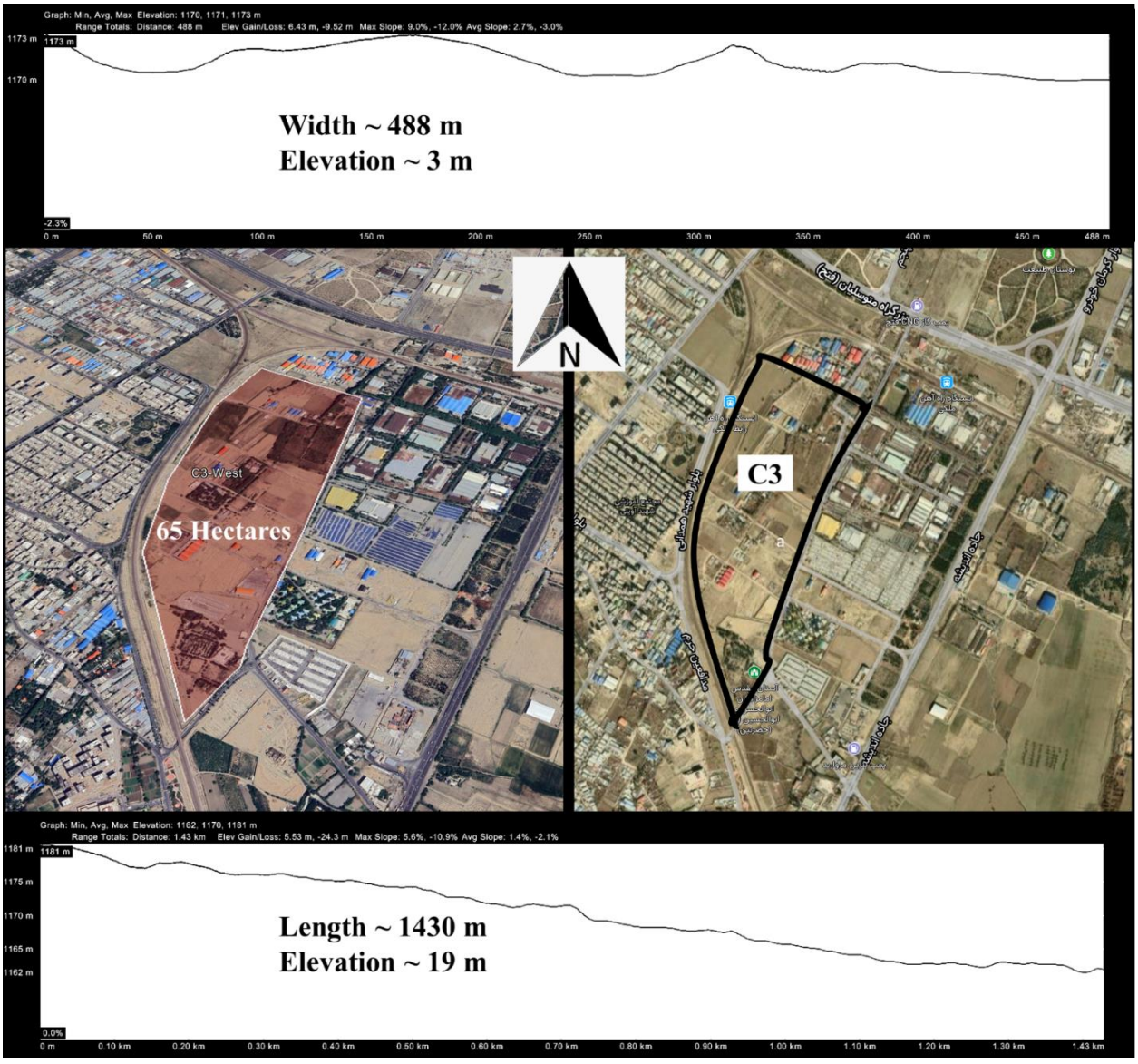




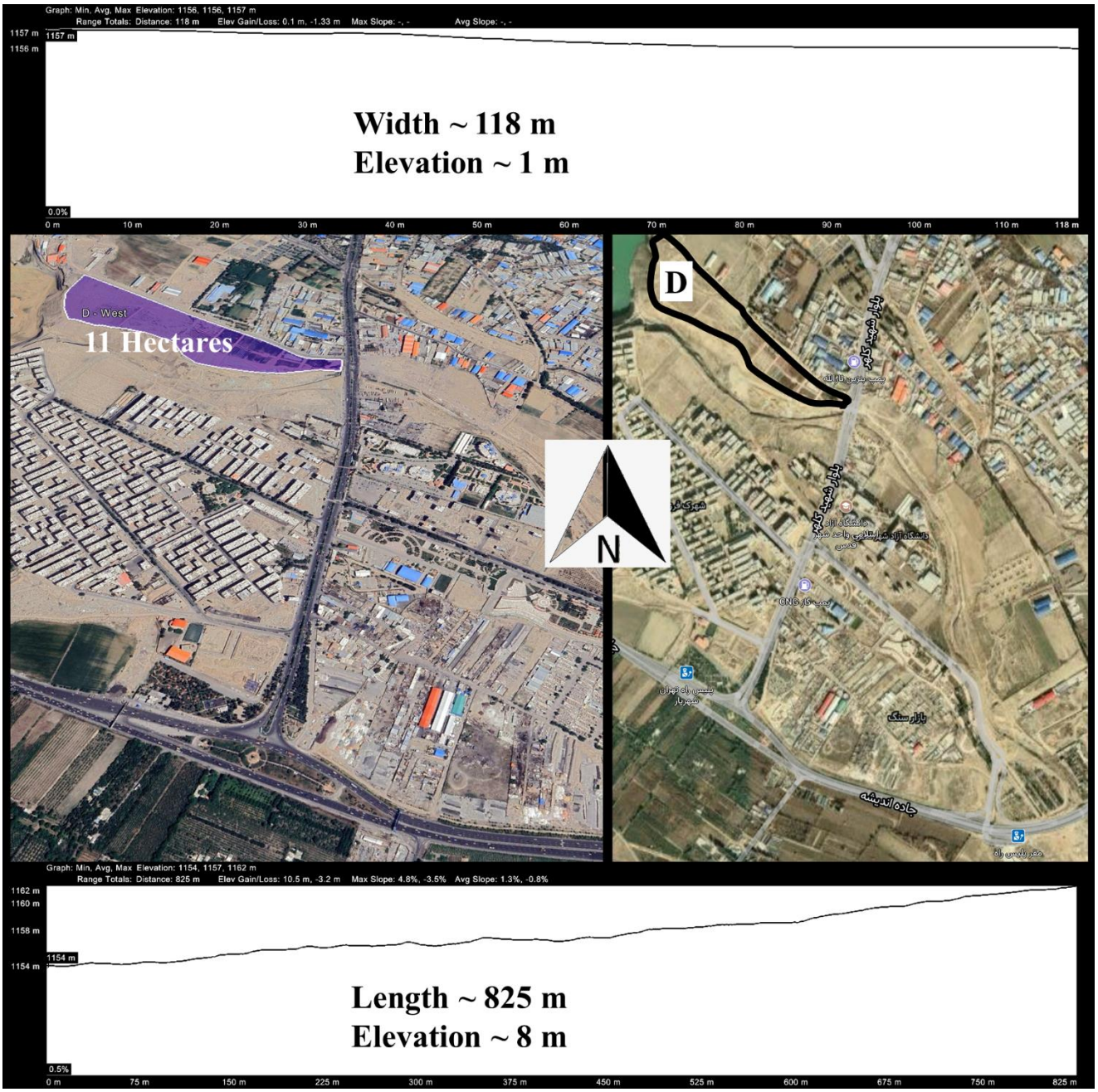
شکل ۵-۷- معرفی گزینه A جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد)



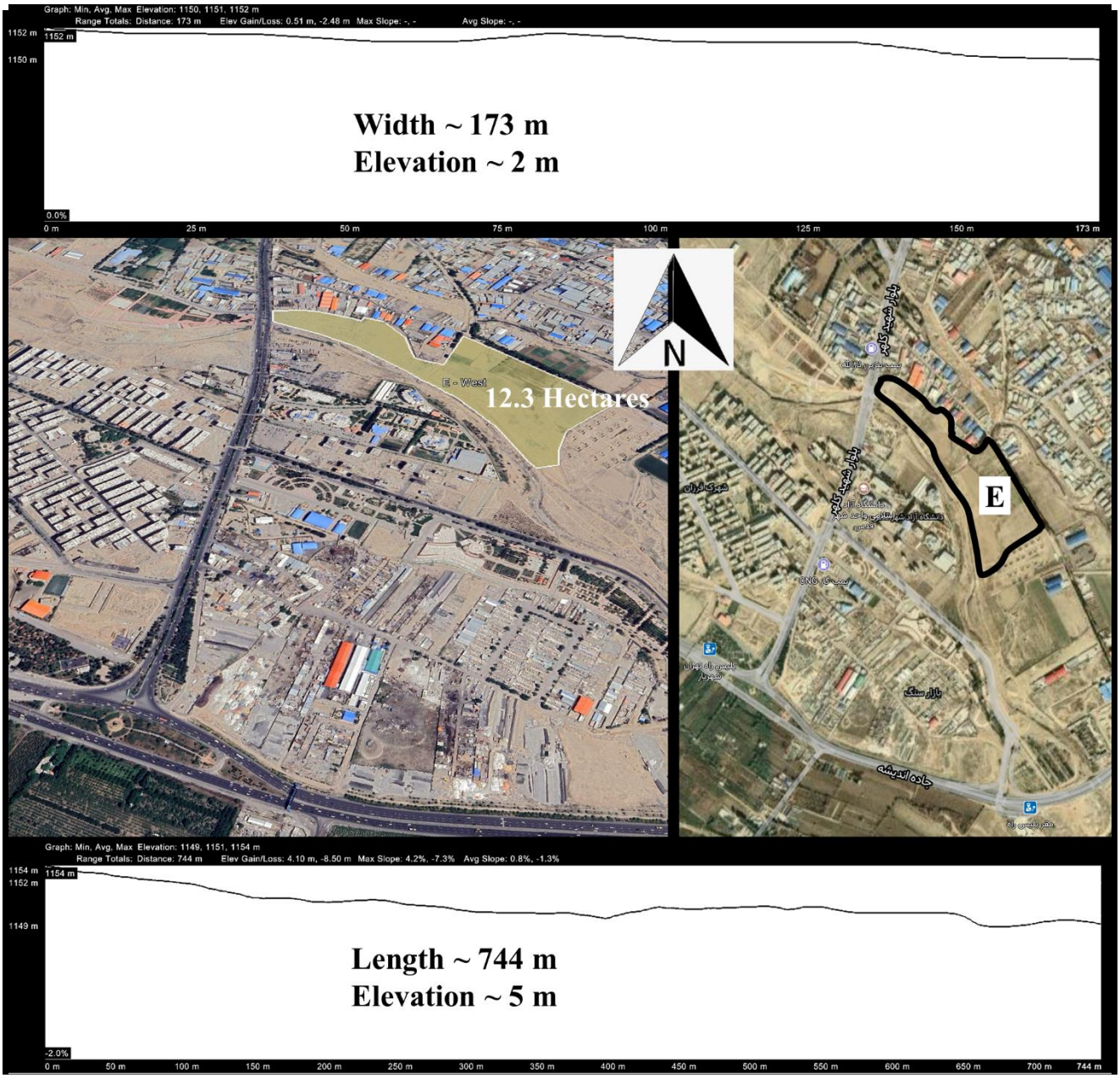
شکل ۶-۷- معرفی گزینه B جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد)



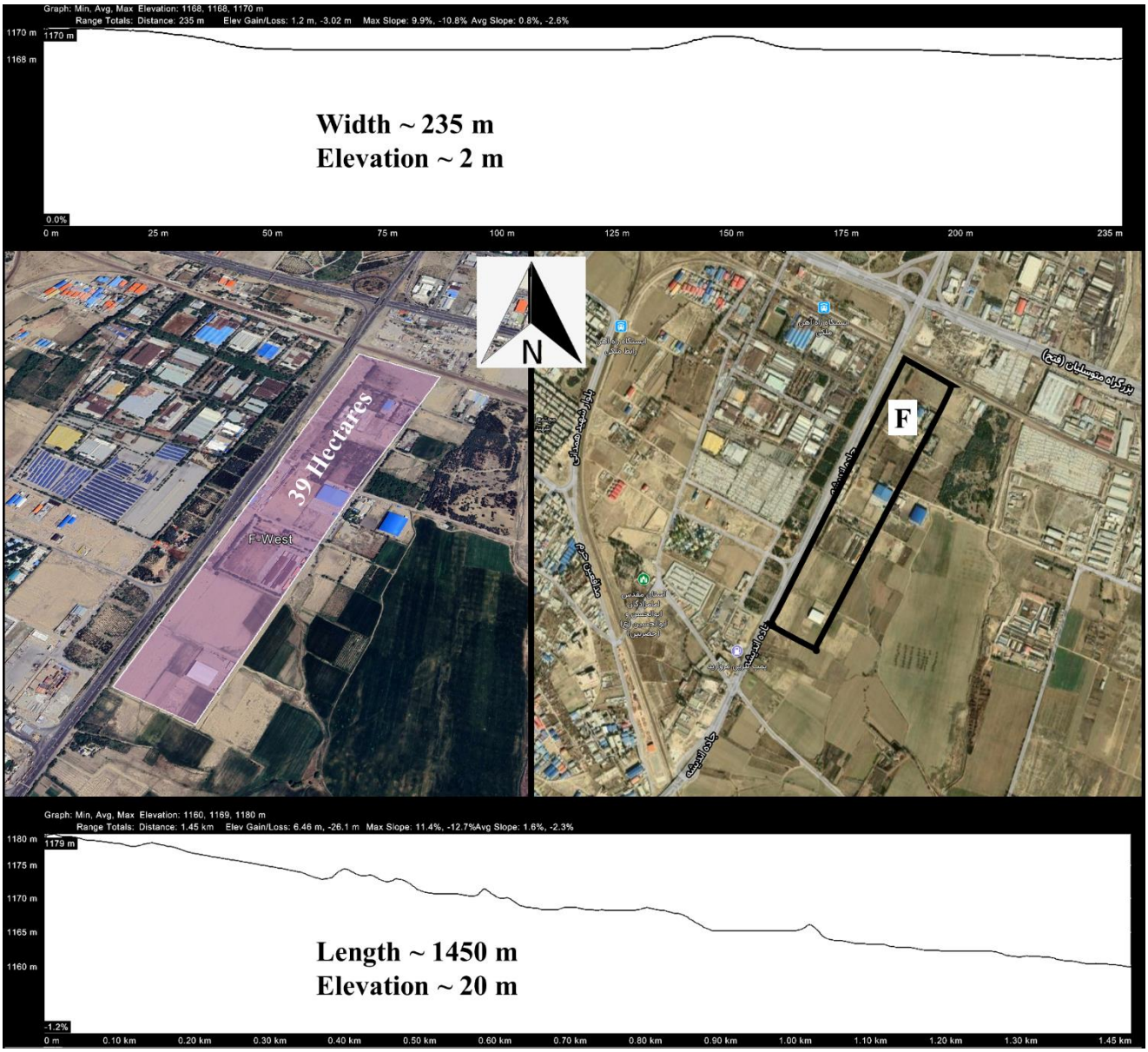
شکل ۷-۷- معرفی گزینه C3 جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد)



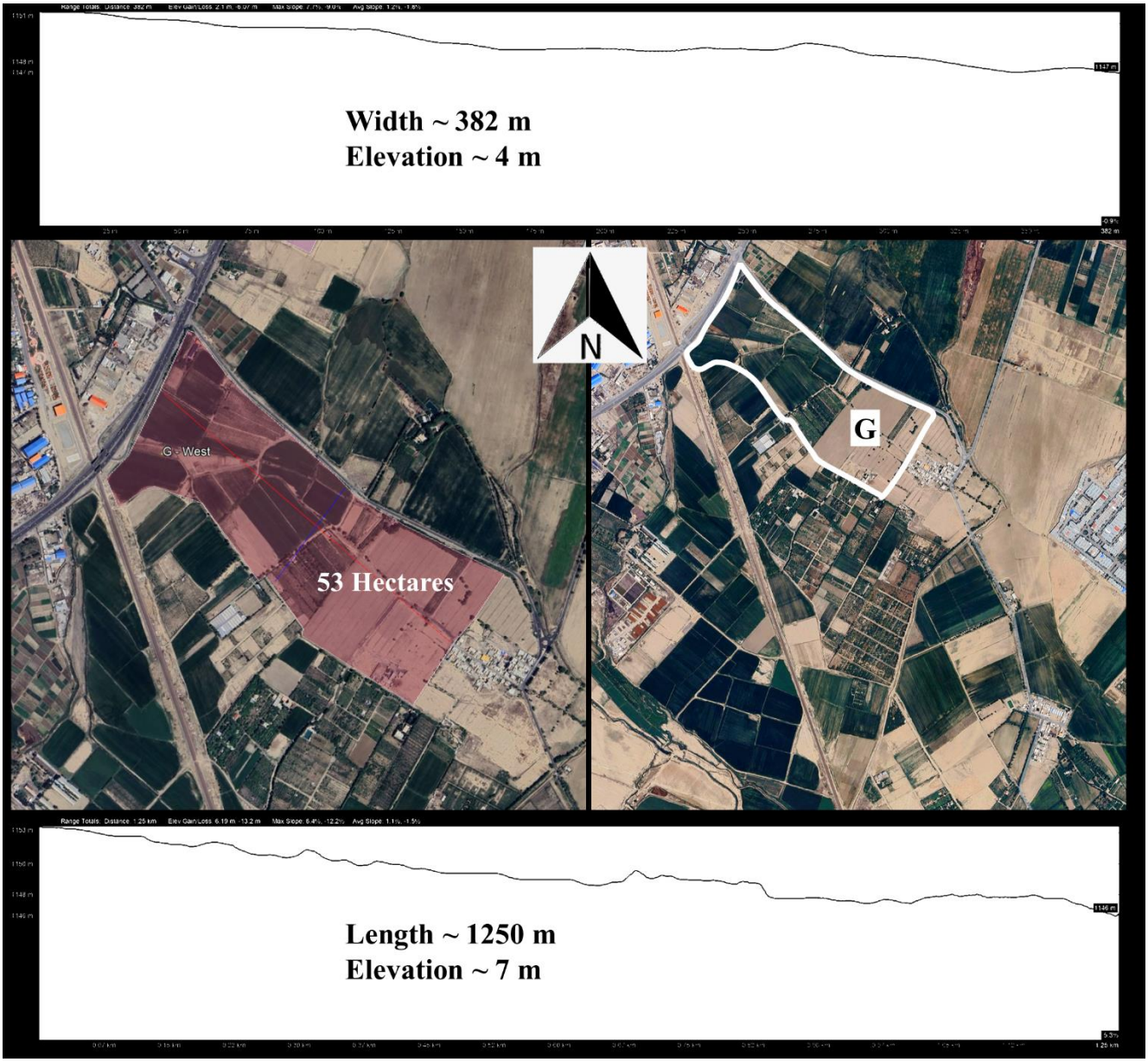
شکل ۸-۷- معرفی گزینه D جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد)



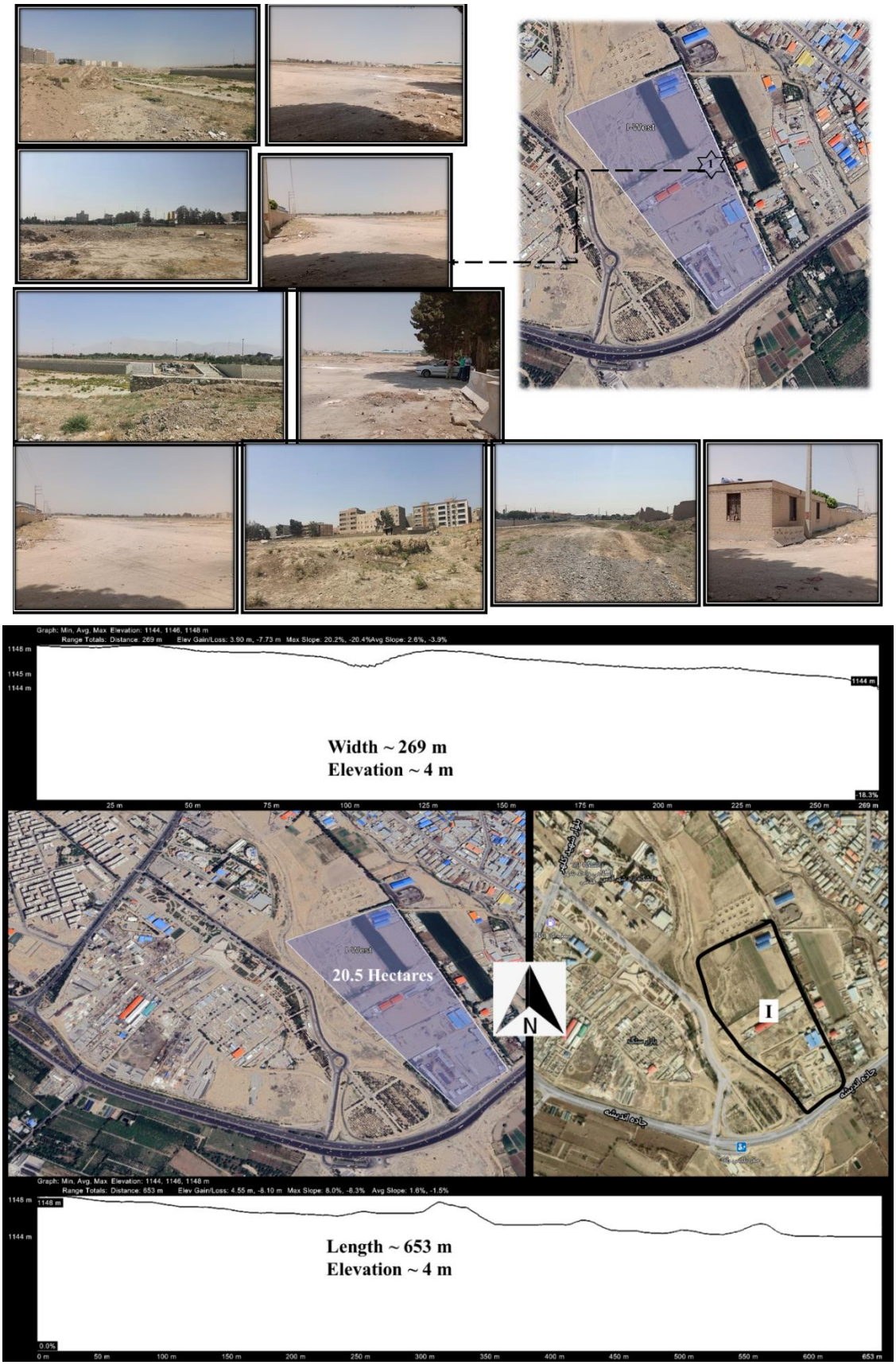
شکل ۹-۷- معرفی گزینه E جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد)



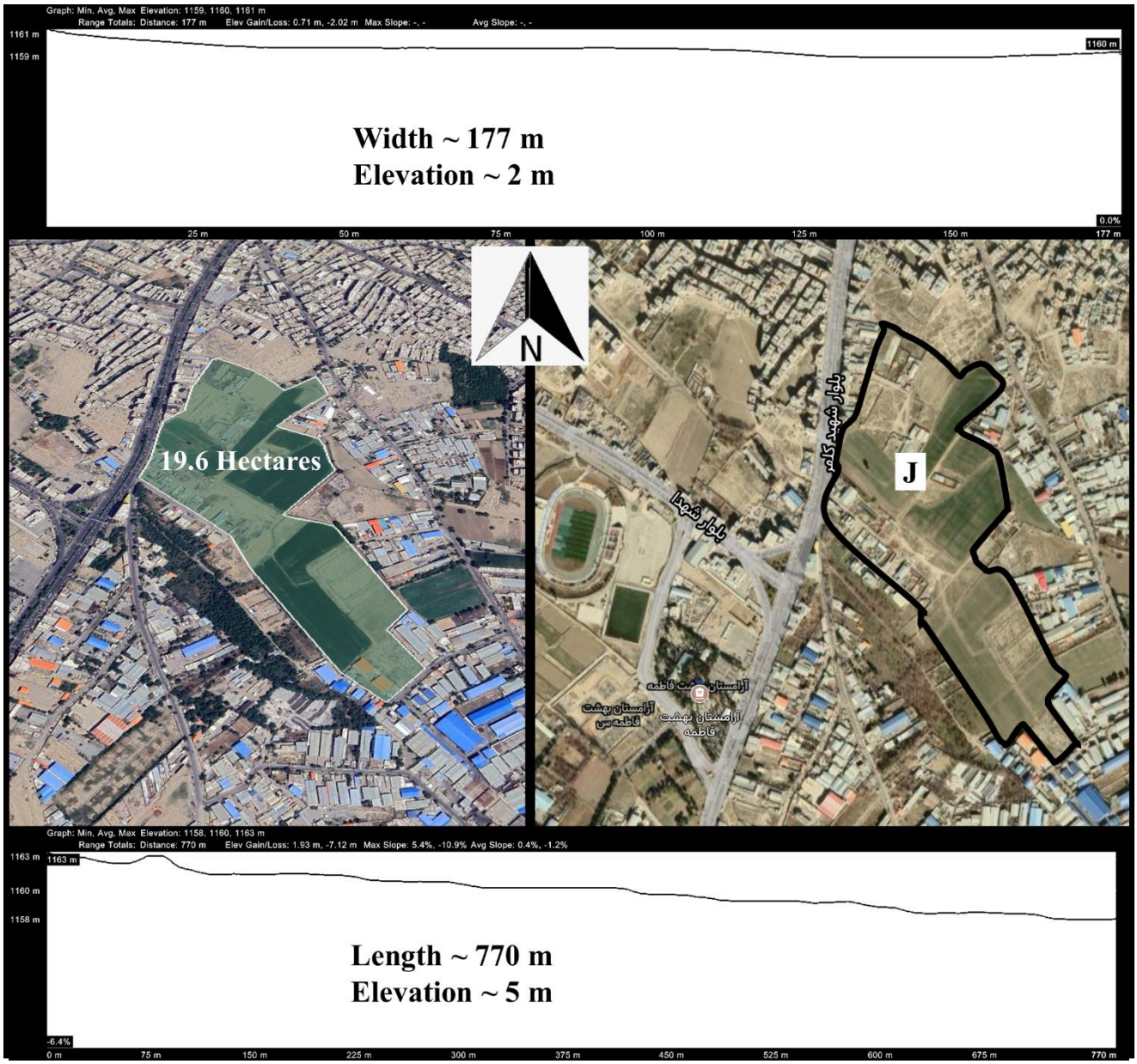
شکل ۱۰-۷- معرفی گزینه F جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد)



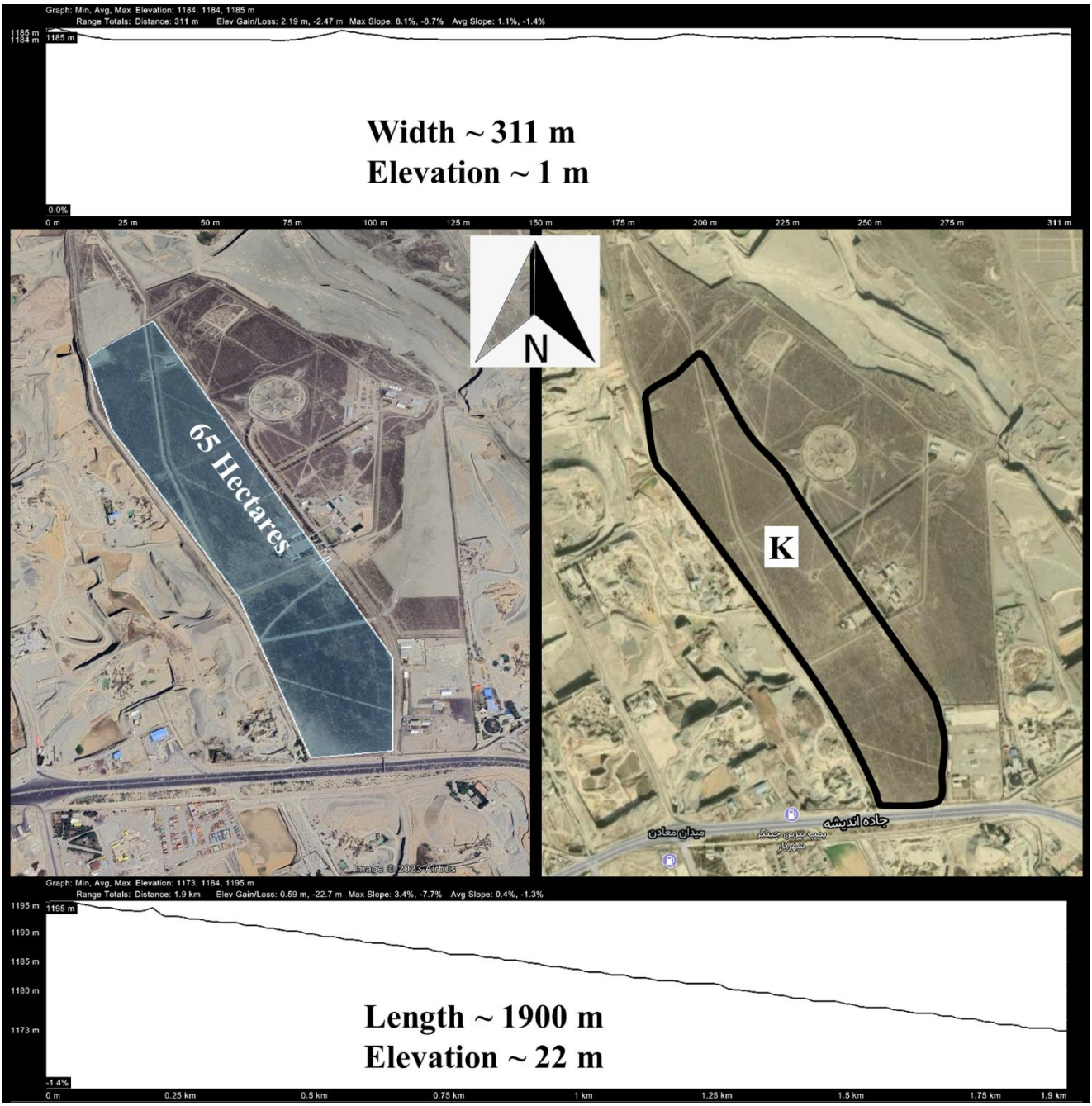
شکل ۱۱-۷- معرفی گزینه G جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد)



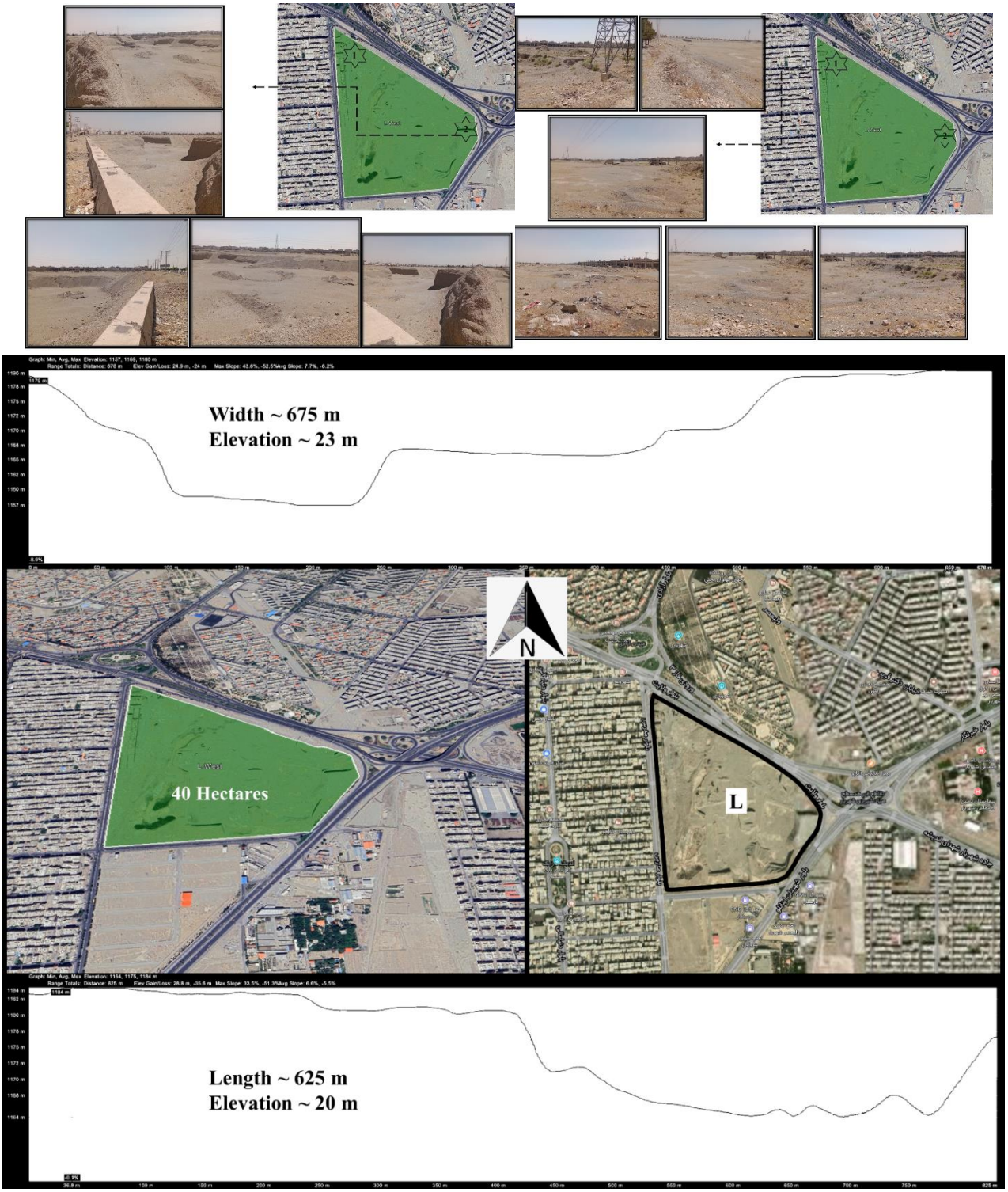
شکل ۱۲-۷- معرفی گزینه I جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد)



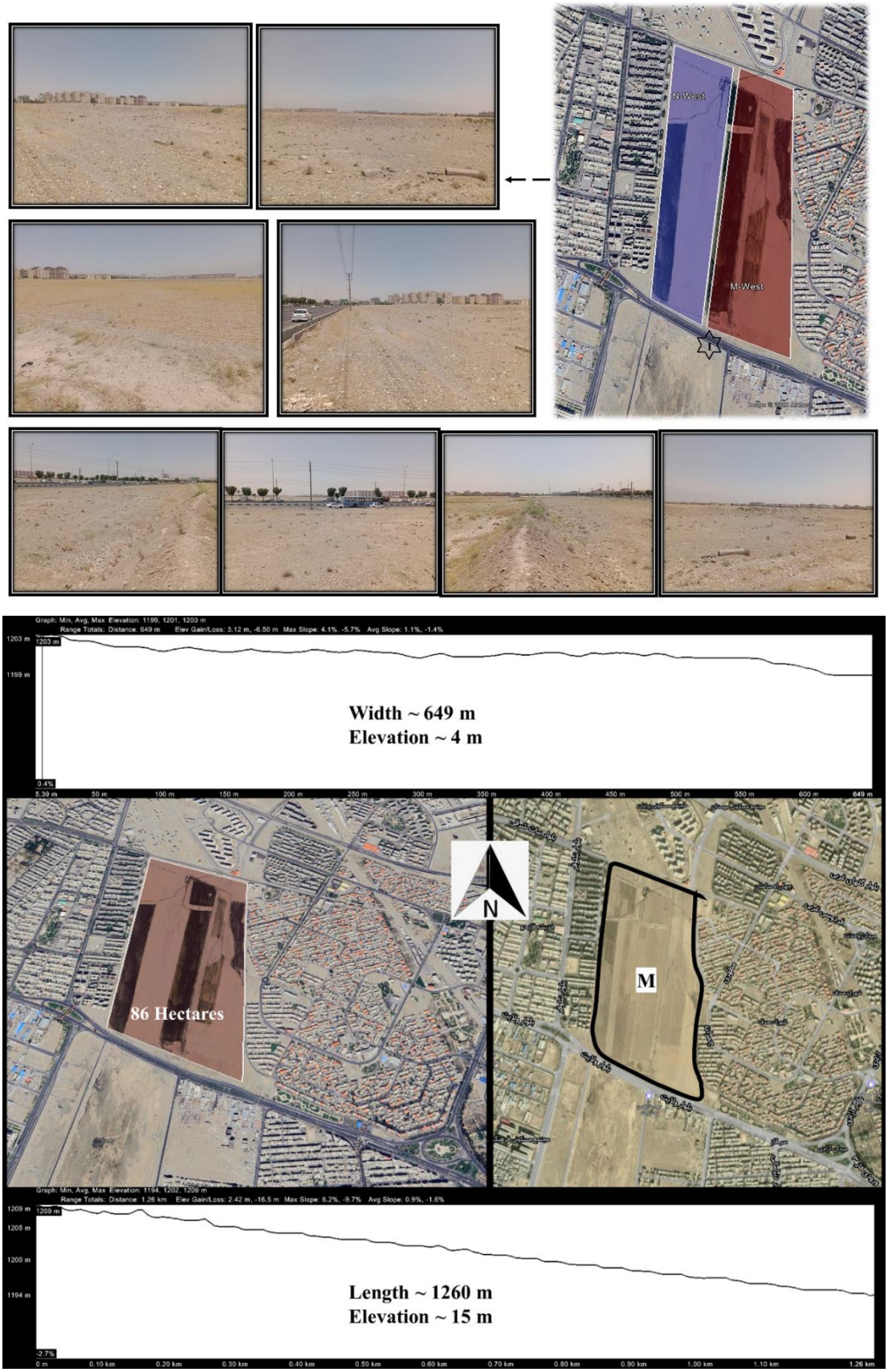
شکل ۱۳-۷- معرفی گزینه J جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد)



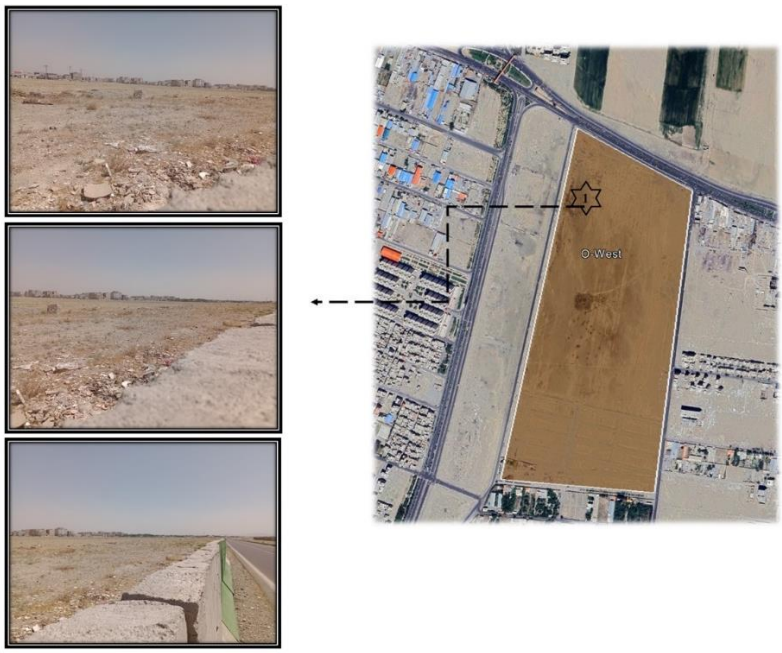
شکل ۱۴-۷- معرفی گزینه K جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد)

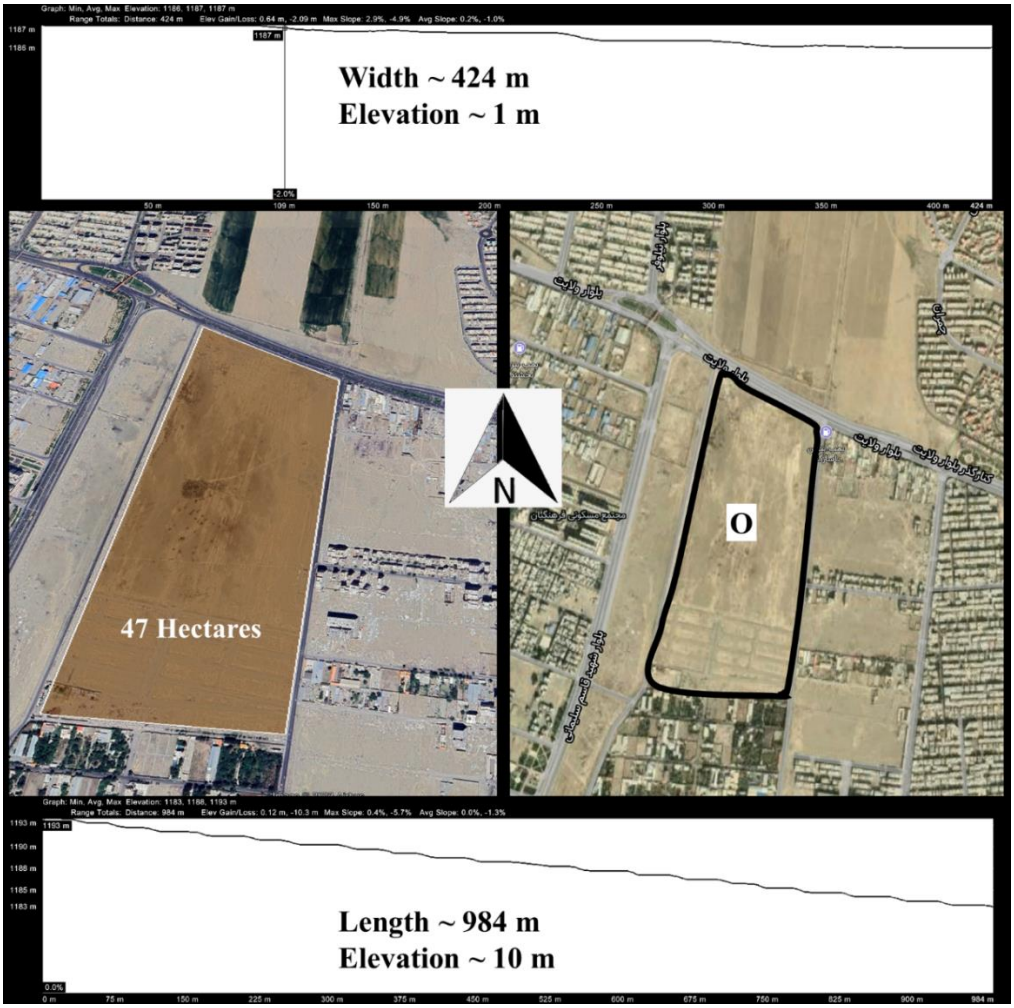


شکل ۱۵-۷- معرفی گزینه L جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد)

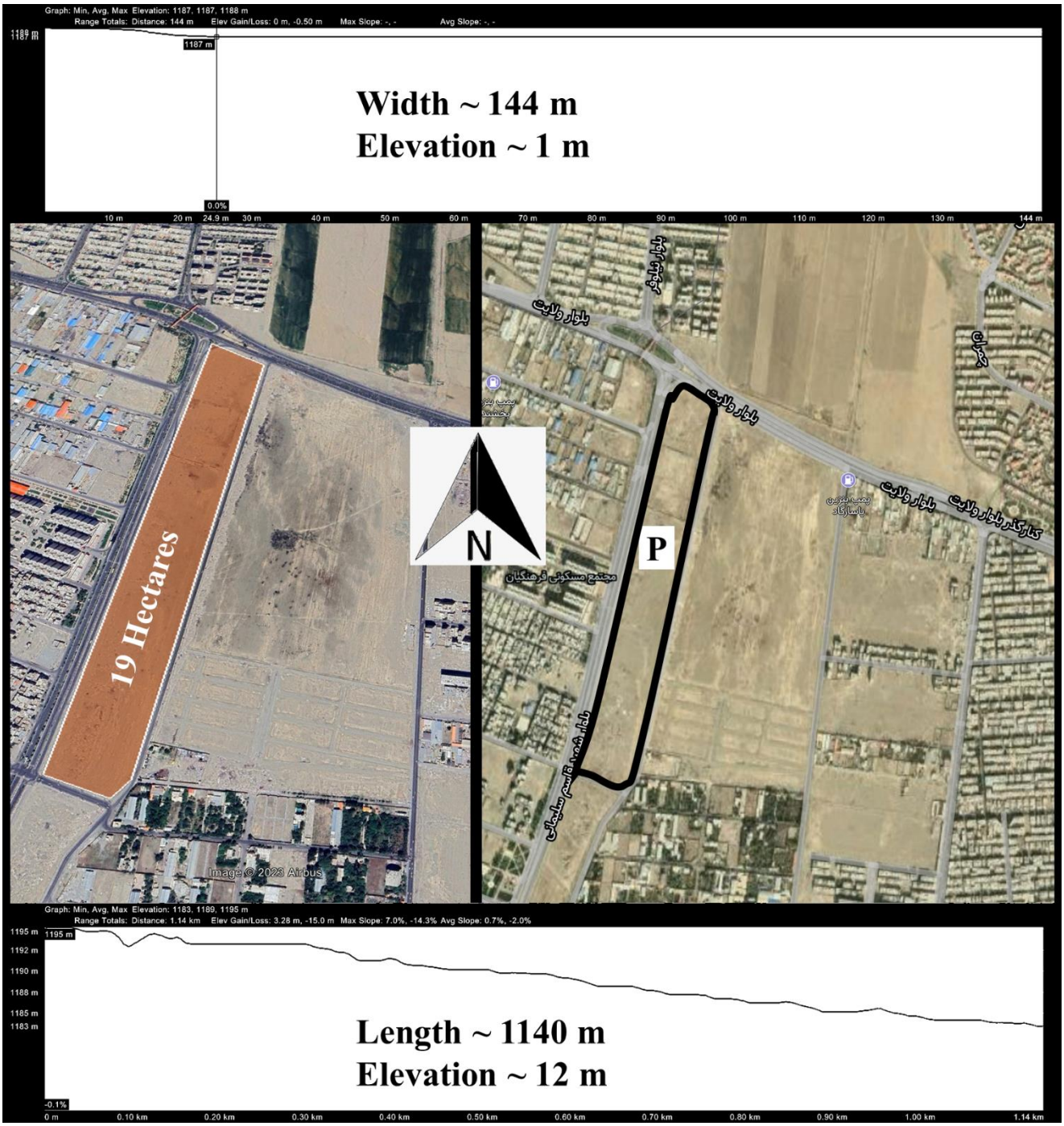


شکل ۱۶-۷- معرفی گزینه M جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد)





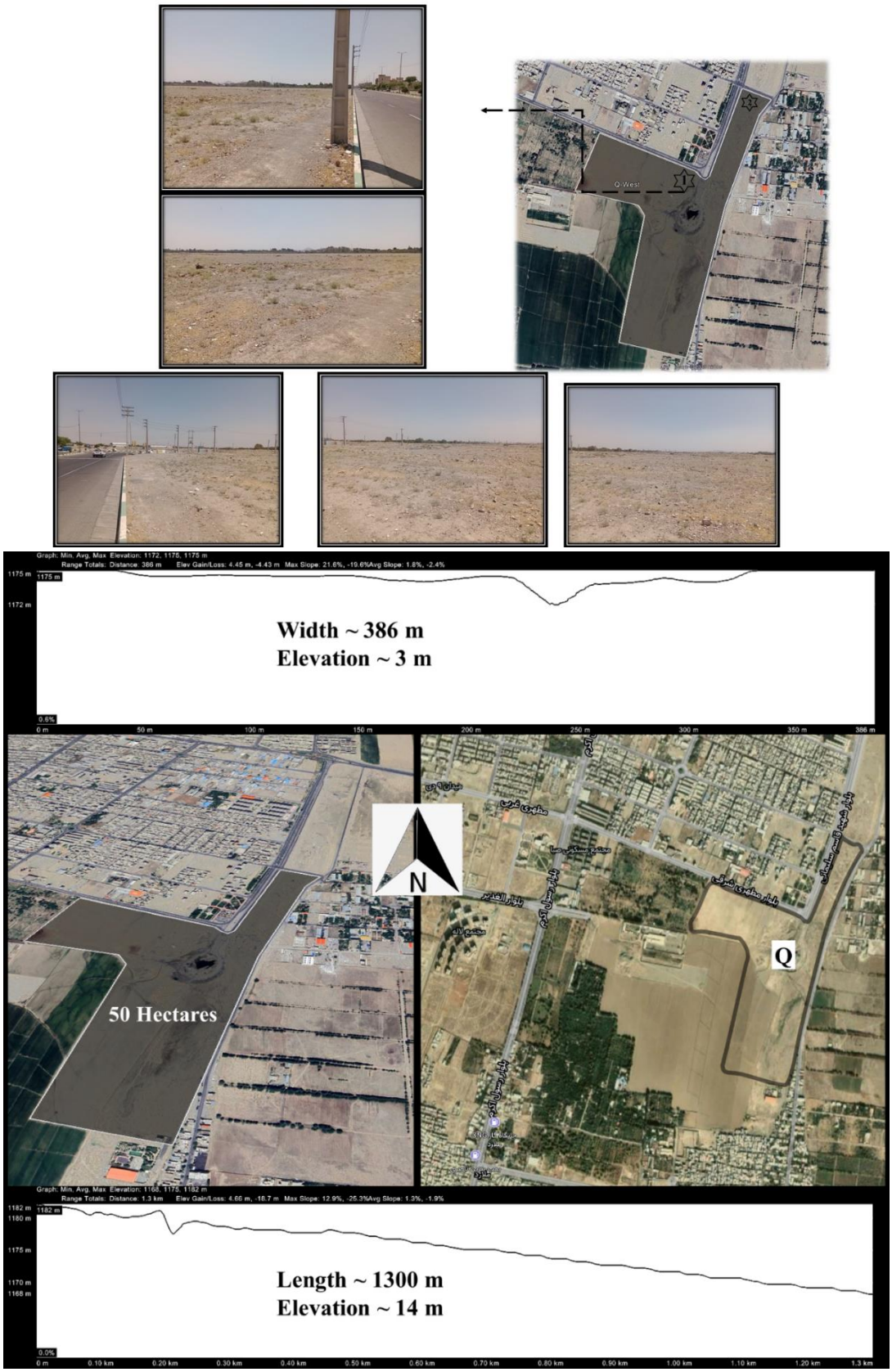
شکل ۱۷-۷- معرفی گزینه O جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد)



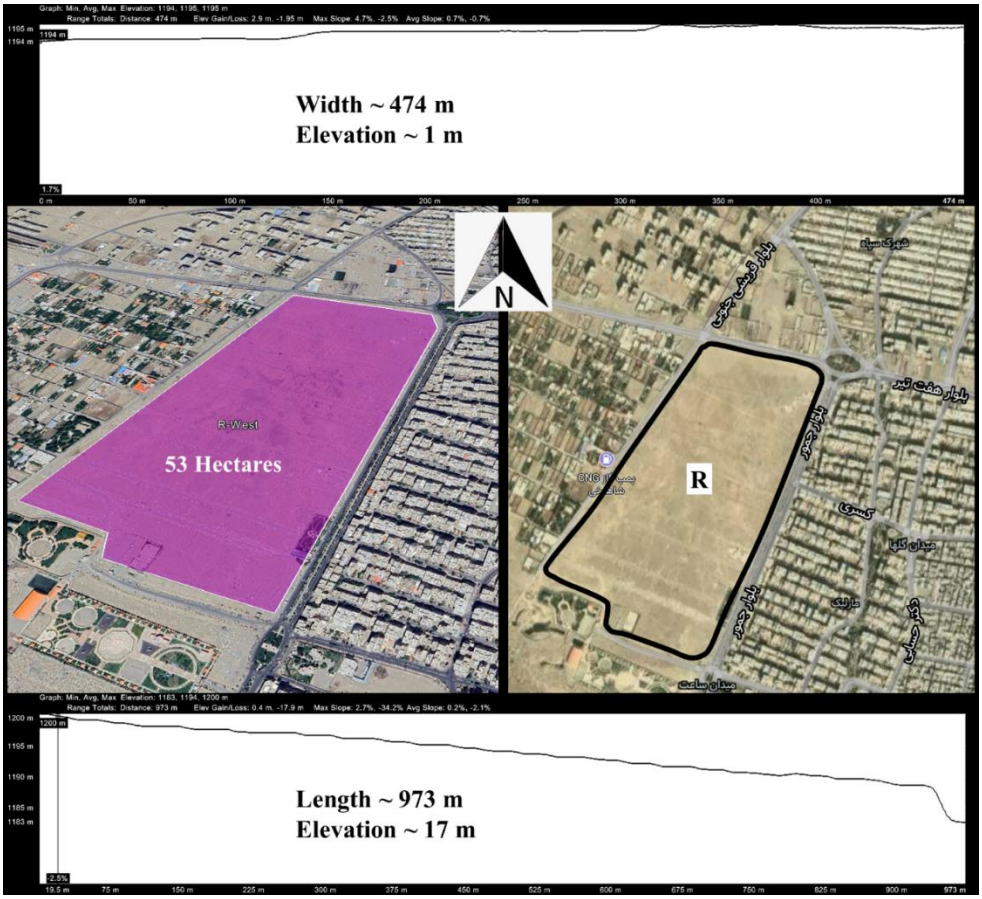
شکل ۱۸-۷- معرفی گزینه P جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد)

اراضی قطعه Q در قسمت غربی شهر شهریار و شرقی ملارد واقع شده است، مالکیت آن دولتی و متعلق به شهرداری می‌باشد، مساحت سایت مورد نظر ۴۹/۶۰ هکتار و کاربری وضع موجود آن بایر است. کاربری پیشنهادی آن پارک‌های جنگلی حفاظتی_تفریحی مقرر شده و کاربری های اطراف این زمین شامل؛ خدماتی_رفاهی، صنعتی، بایر، تجاری، سکونت و تاسیسات شهری هستند. در ادامه تصاویر مربوط به زمین پیشنهادی را مشاهده میکنید.

اراضی قطعه R در قسمت غربی ملارد و خارج از محدوده قانونی شهر واقع شده است، مساحت آن برابر ۵۳ هکتار و در حال حاضر این زمین بایر است. در اسناد بالا دست کاربری فضای سبز و باز پیشنهاد شده، همچنین این زمین تحت تملک شهرداری ملارد می‌باشد. کاربری های اطراف این زمین شامل؛ سکونت ،اقامت ، تجاری و بایر هستند.



شکل ۱۹-۷- معرفی گزینه Q جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد)



شکل ۲۰-۷- معرفی گزینه R جهت جانمایی دپو خط ریلی غرب استان تهران (واحد طول متر می‌باشد)

۷-۴ بررسی گزینه های احداث دپو و پارکینگ در خط اکسپرس B از منظر ترافیک

۷-۴-۱ از منظر مطالعات ترافیکی کلان

محل قرارگیری گزینه‌های دپو و پارکینگ در ابتدا و انتها و یا در میانه خط ریلی تأثیر بسزایی در مطالعات ترافیکی کلان ندارد. این موضوع به معنای عدم اهمیت محل گزینه‌های دپو و پارکینگ برای کل مطالعات نیست. به‌طورکلی قرارگیری محل دپو و پارکینگ خطوط ریلی بر نحوه ارائه سرویس تأثیرگذار است یعنی به‌طور مثال در ایستگاه صادقیه تهران با افزایش فاصله دپو از ایستگاه اصلی زمان رسیدن قطار به سکو بیشتر شده و نیاز است قطار جهت تأمین سرفاصله ۲ دقیقه زودتر به حرکت درآید. به طور کلی در مدل کلان‌نگر سرفاصله در نظر گرفته‌شده برای خطوط ثابت است و اینکه در پروسه بهره‌برداری از خطوط چه تغییراتی اتفاق می‌افتد بر روی نتایج و خروجی‌ها مدل تأثیرگذار نیست. هرگونه تغییرات در نوع بهره‌برداری اعم از جابجایی دپو، کاهش تعداد رام‌های قطار باعث تغییر در فرضیات مدل کلان نگر تهران می‌گردند. پس باید توجه داشت که سرفاصله حرکت قطارها فرض ثابت مطالعات کلان ترافیک شهر تهران است و هرگونه جابجایی دپو و پارکینگ‌ها باید به‌گونه‌ای باشد که این سرفاصله قابل سرویس‌دهی باشد. لذا در بخش بهره‌برداری این امر به‌خوبی دیده‌شده است و برای این مهندسان مشاور موضوع اظهارنظر پیرامون گزینه‌های دپو و پارکینگ خارج از حیطه کاری و تخصصی است.

۷-۴-۱-۱ از منظر مطالعات ترافیکی خرد

همان‌طور که در بالا به آن اشاره شد تأمین سرفاصله در نظر گرفته‌شده در مطالعات کلان ترافیکی یکی از عوامل اصلی در تعیین ظرفیت خطوط مترو است. از منظر مطالعات ترافیکی خرد نیز محل دپو و پارکینگ اصولاً مکانی برای جذب یا تولید سفر در مقیاس بالا همچون مجتمع‌های تجاری بزرگ مانند ایران مال و یا نمایشگاه بین‌المللی نیست. پس اصولاً نیازی به عارضه‌سنجی ترافیکی در این محدوده‌ها وجود ندارد.

لذا این‌گونه جمع‌بندی نمود که با توجه به آنکه در مدل کلان‌نگر محل احداث دپو تأثیر بسزایی در ویژگی‌های عملکردی از منظر ترافیکی نخواهد داشت و اینکه هیچ‌کدام از گزینه‌های مطرح‌شده برای محل دپو تغییری در وضعیت شبکه معابر ایجاد نمی‌کند، بنابراین بررسی ترافیکی از جنبه کلان و خرد نیز موضوعیتی ندارد.

۷-۵ ارزیابی تعیین موقعیت اراضی دپو برای بخش غربی خط اکسپرس B متروی تهران

در این بخش بررسی امکان‌پذیری اجرای مجموعه دپو اصلی و دپوی جامع تعمیراتی براساس موقعیت‌های دارای شرایط مناسب درکریدور از جنبه‌های زیر مورد بررسی قرار گرفته است:

موقعیت شهری:

- حدالامکان حفظ حریم و فاصله از محل اقامتی افراد و یا سایر محیط‌های حساس به نویز نظیر بیمارستان‌ها، مراکز تاریخی و میراث فرهنگی
- امکان افزایش حداکثری شعاع قوس به منظور کاهش نویز و آلودگی صوتی بویژه در مناطق دارای سکنه
- نزدیکی حداکثری به ایستگاه ترمینالی جهت کاهش کیلومتراژ مرده سیر قطار
- عدم صعوبت در برق‌رسانی و رساندن سایر تاسیسات شهری به دپو
- موقعیت نسبت به خط از نظر دسترسی ریلی و دسترسی جاده‌ای[۱]
- اراضی پیشنهادی ترجیحاً در سمتی از خط قرار گیرد که الویت اجرایی و جذب سفر بالاتری داشته باشد.

وضع موجود:

- ترجیحاً در زمین بایر و بدون پوشش گیاهی فشرده و جنگلی
- عدم مواجه با عوامل محدودکننده فیزیکی و جغرافیایی (نظیر رودخانه‌ها، مسیل‌ها، تپه‌ها، آزادراه‌ها، و ...)

مالکیت و سهولت استملاک:

- کم‌ترین هزینه‌های تملک
- ترجیحاً اراضی در مالکیت شهرداری قرار گرفته ولیکن این عامل تعیین کننده نخواهد بود

ابعاد، مساحت و شکل زمین:

- ترجیحاً زمین مستطیلی شکل یا قیفی شکل بنحویکه سمت باریک‌تر زمین موقعیت ورودی خطوط ریلی باشد.
- نسبت منظری[۲] زمین پیشنهادی ترجیحاً بین اعداد ۲.۲ تا ۳.۱
- نحوه دسترسی و ورود خطوط ریلی[۳] به زمین به گونه‌ای باشد که حداکثر استفاده از اراضی جهت امکان پیاده سازی آرایش خطوط ریلی در مرحله طراحی پایه و تعیین لی‌اوت عملکردی امکان پذیر باشد.

---

[۱] دسترسی جاده‌ای مناسب جهت پیش‌بینی دروازه اصلی و اضطراری
[۲] نسبت متوسط طول به متوسط عرض اراضی
[۳] از دیدگاه پلان و پروفیل

عملکرد مناسب و متناسب با شرایط خط:

- نزدیکی حداکثری به ایستگاه ترمینالی جهت کاهش کیلومتراژ مرده سیر قطار
- پیش‌بینی امکان خط لوپ و یا خط مثلث جهت تغییر جهت قطار (وابسته به نظر طراح)
- امکان پیش‌بینی خط تست با طول حداکثری: طول زمین ترجیحاً از ۱۰۰۰ متر[1] بیشتر باشد.
- امکان استفاده بعنوان دپوی جامع: جهت تعمیرات سطح ۴ و ۵ دپوی جامع امکان سرویس‌دهی به قطارهای سایر خطوط مورد نظر را داشته باشد.
- توجه به رقوم ارتفاعی: اختلاف تراز ارتفاعی در راستاهای طولی و عرضی محدودتر باشد تا عملیات خاکی، تسطیح و هزینه‌های مترتبه مینیم باشد.
- کاهش هزینه‌های تحمیلی به اجرای فاز اول راه‌اندازی یک خط

در جدول ۳-۷ الی جدول ۹-۷ ارزیابی اراضی با توجه به معیارهای پیش‌تر ذکر شده به انجام رسید است و در نمودارهای نمایش داده شده در شکل ۲۱-۷ الی شکل ۲۶-۷ مقایسه بین گزینه‌ها از هر دیدگاه قابل ارجاع می‌باشد.

[1] به منظور جانمایی خط تست

جدول ۳-۷: نتایج ارزیابی گزینه‌های A و B اراضی دپو در بخش غربی خط اکسپرس B متروی تهران

شماره آیتم		معیار اصلی	زیر معیار اصلی	معیار فرعی	درصد وزنی از معیار اصلی		درصد وزنی نسبت به تمامی معیارهای اصلی	A				B			
								نسبت به زیر معیارها	نسبت به زیر معیارها (نرمال شده)	نسبت به معیار اصلی	معیار اصلی	نسبت به زیر معیاری	نسبت به زیر معیارها (نرمال شده)	نسبت به معیار اصلی	معیار اصلی
۱	۱.۱	موقعیت شهری و وضع موجود	حریم و فاصله از محل اقامتی افراد و یا سایر محیط‌های حساس به نویز	محدوده ساختمانهای تجاری اداری	۲۰٪		۱۵٪	۲۵٪	۱.۰۰	۳.۸٪	۱۲.۸٪	۵٪	۰.۲۰	۰.۸٪	۳.۵٪
	۱.۱.۱			محدوده ساختمانهای مسکونی	۲۰٪										
	۱.۱.۲			محدوده سایتهای تاریخی و میراثی	۰٪										
	۱.۱.۳			محدوده مراکز درمانی و بیمارستانی	۱۰٪										
	۱.۱.۴			محدوده بازارهای سنتی	۱۵٪										
	۱.۱.۵			محدوده اماکن ورزشی و فرهنگی	۳۰٪		۲۵٪								
	۱.۱.۶			در محدوده اراضی بایر	۱۰۰٪										
	۱.۱.۷			محدوده ساختمانهای صنعتی	۸۰٪										
	۱.۱.۸			محدوده فضاهای سبز شهری	۴۰٪										
	۱.۱.۹			در محدوده پوشش گیاهی محدود درحومه شهر	۷۰٪										
	۱.۱.۱۰			در محدوده پوشش جنگلی در حومه شهر	۵٪										
	۱.۱.۱۱			امکان افزایش حداکثری شعاع قوس	۰٪	۲۰٪		۲۰٪	۱.۰۰	۳.۰٪		۳٪	۰.۱۰	۰.۳٪	
	۱.۲			نزدیکی حداکثری به ایستگاه ترمینالی کاهش کیلومتراژ مرده	۰٪	۱۳٪		۰٪	۰.۰۰	۰.۰٪		۶٪	۰.۵۰	۰.۹٪	
	۱.۳			در صورت وجود کیلومتراژ مرده آیا توجیه ایستگاه جدید در این مسیر وجود دارد؟	۰٪	۳٪		۰٪	۰.۱۰	۰.۰٪		۰٪	۰.۰۰	۰.۰٪	
	۱.۴			عدم صعوبت در برق‌رسانی و سایر تاسیسات شهری	۰٪	۸٪		۸٪	۰.۵۳	۱.۳٪		۸٪	۰.۵۳	۱.۳٪	
	۱.۵			دسترسی ریلی مناسب زمین و حفظ قواره مناسب زمین جهت جانمایی لی‌اوت	۰٪	۲۰٪		۲۰٪	۲.۵۰	۳.۰٪		۳٪	۰.۲۵	۰.۳٪	
	۱.۶			دسترسی جاده‌ای مناسب جهت ورود ماشین سنگین به دپو	۰٪	۲٪		۲٪	۰.۲۰	۰.۳٪		۰.۲٪	۰.۰۲	۰.۰٪	
	۱.۷			عدم مواجه با عوامل محدودکننده فیزیکی و جغرافیایی جهت امکان توسعه آتی	۰٪	۱۰٪		۱۰٪	۱.۰۰	۱.۵٪		۰٪	۰.۰۰	۰.۰٪	
۲	۲.۱	استملاک	نوع مالیکت	هزینه های نسبی استملاک (هر هکتار)	۰٪	۲۰٪	۲۰٪	۲۰٪	۱	۴.۰٪	۱۵.۲٪	۳٪	۰.۱	۰.۴٪	۱۰.۰٪
	۲.۲			در اختیار شهرداری و نهادهای وابسته	۱۰۰٪										
	۲.۳			در اختیار نهادهای دولتی (غیر از شهرداری)	۸۰٪										
	۲.۴			در اختیار نهادهای نظامی	۴۰٪			۵۶٪	۰.۷	۱۱.۲٪		۴۸٪	۰.۶	۹.۶٪	
	۲.۵			در اختیار نهادهای خصوصی	۶۰٪										
	۲.۶			در مالکیت شخصی بدون تعدد مالکین	۷۰٪										
	۲.۷			در مالکیت شخصی با تعدد مالکین	۳۰٪										
۳	۳.۱	ابعاد، مساحت و قواره	کلیت قواره	مستطیلی شکل	۹۰٪		۳۵٪	۴۰٪	۱.۰۰	۱۴.۰٪	۳۵.۰٪	۱۶٪	۰.۴۰	۵.۶٪	۸.۶٪
	۳.۱.۱			قیفی شکل (باریک به عریض نسبت به ورودی ریلی)	۱۰۰٪										
	۳.۱.۲			قیفی شکل (عریض به باریک نسبت به ورودی ریلی)	۱۰٪										
	۳.۱.۳			مربعی شکل	۵۰٪										
	۳.۱.۴			سایر اشکال (مناسب جهت آرایش خطوط ریلی)	۹۰٪										
	۳.۱.۵			سایر اشکال (نامناسب جهت آرایش خطوط ریلی)	۴۰٪										
	۳.۱.۶			مساحت مفید مناسب جهت امکان طراحی مناسب لی اوت عملکردی	۰٪	۳۵٪		۳۵٪	۱.۰۰	۱۲.۳٪		۴٪	۰.۱۰	۱.۳٪	
	۳.۲			نسبت منظری مناسب (L/W)	۰٪	۲۵٪		۲۵٪	۱.۰۰	۸.۸٪		۵٪	۰.۲۰	۱.۸٪	
	۳.۳														
۴	۴.۱	عملکرد مناسب و متناسب با شرایط خط	پیش‌بینی سر و ته کردن قطار	خط لوپ	۱۰۰٪		۲۵٪	۱۰٪	۱.۰۰	۲.۵٪	۱۴.۳٪	۲٪	۰.۲۰	۰.۵٪	۶.۴٪
	۴.۱.۱			خط مثلث	۵۰٪										
	۴.۱.۲			هیچکدام	۲۰٪										
	۴.۱.۳		طول مناسب خط تست	ایده آل	۱۰۰٪			۱۵٪	۱.۰۰	۳.۸٪		۲٪	۰.۱۰	۰.۴٪	
	۴.۲.۱			حداقلی مطابق با استاندارد	۷۰٪										
	۴.۲.۲			حداقلی ناقص استاندارد	۱۰٪										
	۴.۲.۳		موقعیت جانمایی	انتهای مسیر ریلی	۱۰۰٪		۴۰٪	۱۲٪	۰.۳۰	۳.۰٪		۱۲٪	۰.۳۰	۳.۰٪	
	۴.۳			میانه مسیر ریلی	۳۰٪										
	۴.۴			حداقل اختلاف تراز ارتفاعی در راستاهای طولی و عرضی زمین	۰٪	۲۰٪		۲۰٪	۱.۰۰	۵.۰٪		۱۰٪	۰.۵۰	۲.۵٪	
	۴.۵														
۵		کاهش هزینه‌های تحمیلی به اجرای فاز اول راه‌اندازی			۰٪	۱۰۰٪	۵٪	۴۰٪	۰.۴۰	۲.۰٪	۳٪	۱۰۰٪	۱.۰۰	۵.۰٪	۵٪

جدول ۴-۷: نتایج ارزیابی گزینه‌های C3 و D اراضی دپو در بخش غربی خط اکسپرس B متروی تهران

شماره آیتم		معیار اصلی	زیر معیار اصلی	معیار فرعی	درصد وزنی از معیار اصلی		درصد وزنی نسبت به تمامی معیارهای اصلی	C3				D			
								نسبت به زیر معیاری	نسبت به زیر معیارها (نرمال شده)	نسبت به معیار اصلی	معیار اصلی	نسبت به زیر معیاری	نسبت به زیر معیارها (نرمال شده)	نسبت به معیار اصلی	معیار اصلی
۱	۱.۱	موقعیت شهری و وضع موجود	حریم و فاصله از محل اقامتی افراد و یا سایر محیط‌های حساس به نویز	محدوده ساختمانهای تجاری اداری	۲۰٪		۱۵٪	۲۳٪	۰.۹۰	۳.۴٪	۱۴.۲٪	۵٪	۰.۲۰	۰.۸٪	۶.۲٪
	۱.۱.۲			محدوده ساختمانهای مسکونی	۲۰٪										
	۱.۱.۳			محدوده سایتهای تاریخی و میراثی	۰٪										
	۱.۱.۴			محدوده مراکز درمانی و بیمارستانی	۱۰٪										
	۱.۱.۵			محدوده بازارهای سنتی	۱۵٪										
	۱.۱.۶			محدوده اماکن ورزشی و فرهنگی	۳۰٪										
	۱.۱.۷			در محدوده اراضی بایر	۱۰۰٪										
	۱.۱.۸			محدوده ساختمانهای صنعتی	۸۰٪										
	۱.۱.۹			محدوده فضاهای سبز شهری	۴۰٪										
	۱.۱.۱۰			در محدوده پوشش گیاهی محدود درحومه شهر	۷۰٪										
	۱.۱.۱۱			در محدوده پوشش جنگلی در حومه شهر	۵٪										
	۱.۲			امکان افزایش حداکثری شعاع قوس	۰٪	۲۰٪		۲۰٪	۱.۰۰	۳.۰٪		۳٪	۰.۱۰	۰.۳٪	
	۱.۳			نزدیکی حداکثری به ایستگاه ترمینالی کاهش کیلومتراژ مرده	۰٪	۱۲٪		۱۲٪	۱.۰۰	۱.۸٪		۶٪	۰.۵۰	۰.۹٪	
	۱.۴			در صورت وجود کیلومتراژ مرده آیا توجیه ایستگاه جدید در این مسیر وجود دارد؟	۰٪	۳٪		۰٪	۰.۰۰	۰.۰٪		۰٪	۰.۰۰	۰.۰٪	
	۱.۵			عدم صعوبت در برق‌رسانی و سایر تاسیسات شهری	۰٪	۸٪		۸٪	۰.۵۳	۱.۳٪		۸٪	۰.۵۳	۱.۳٪	
	۱.۶			دسترسی ریلی مناسب زمین و حفظ قواره مناسب زمین جهت جانمایی لی‌اوت	۰٪	۲۰٪		۲۰٪	۳.۵۰	۳.۰٪		۲۰٪	۲.۵۰	۳.۰٪	
	۱.۷			دسترسی جاده‌ای مناسب جهت ورود ماشین سنگین به دپو	۰٪	۳٪		۳٪	۰.۲۰	۰.۳٪		۰.۲٪	۰.۰۲	۰.۰٪	
	۱.۹			عدم مواجه با عوامل محدودکننده فیزیکی و جغرافیایی جهت امکان توسعه آتی	۰٪	۱۰٪		۱۰٪	۱.۰۰	۱.۵٪		۰٪	۰.۰۰	۰.۰٪	
۲	۲.۱	استملاک		هزینه های نسبی استملاک (هر هکتار)	۰٪	۲۰٪	۲۰٪	۱۴٪	۰.۷	۲.۸٪	۱۵.۶٪	۳٪	۰.۱	۰.۴٪	۱۰۰.۰٪
	۲.۲		نوع مالیکت	در اختیار شهرداری و نهادهای وابسته	۱۰۰٪	۸۰٪		۶۴٪	۰.۸	۱۲.۸٪		۴۸٪	۰.۶	۹.۶٪	
	۲.۳			در اختیار نهادهای دولتی (غیر از شهرداری)	۸۰٪										
	۲.۴			در اختیار نهادهای نظامی	۴۰٪										
	۲.۵			در اختیار نهادهای خصوصی	۶۰٪										
	۲.۶			در مالکیت شخصی بدون تعدد مالکین	۷۰٪										
	۲.۷			در مالکیت شخصی با تعدد مالکین	۳۰٪										
۳	۳.۱.۱	ابعاد، مساحت و قواره	کلیت قواره	مستطیلی شکل	۹۰٪		۳۵٪	۴۰٪	۱.۰۰	۱۴.۰٪	۳۵.۰٪	۱۶٪	۰.۴۰	۵.۶٪	۱۰.۳٪
	۳.۱.۲			قیفی شکل (باریک به عریض نسبت به ورودی ریلی)	۱۰۰٪										
	۳.۱.۳			قیفی شکل (عریض به باریک نسبت به ورودی ریلی)	۱۰٪	۴۰٪									
	۳.۱.۴			مربعی شکل	۵۰٪										
	۳.۱.۵			سایر اشکال (مناسب جهت آرایش خطوط ریلی)	۹۰٪										
	۳.۱.۶			سایر اشکال (نامناسب جهت آرایش خطوط ریلی)	۴۰٪										
	۳.۲			مساحت مفید مناسب جهت امکان طراحی مناسب لی اوت عملکردی	۰٪	۳۵٪		۳۵٪	۱.۰۰	۱۲.۳٪		۴٪	۰.۱۰	۱.۲٪	
	۳.۳			نسبت منظری مناسب (L/W)	۰٪	۲۵٪		۲۵٪	۱.۰۰	۸.۸٪		۱۰٪	۰.۴۰	۳.۵٪	
۴	۴.۱.۱	عملکرد مناسب و متناسب با شرایط خط	پیش‌بینی سر و ته کردن قطار	خط لوپ	۱۰۰٪		۲۵٪	۱۰٪	۱.۰۰	۲.۵٪	۱۹.۸٪	۳٪	۰.۲۰	۰.۵٪	۱۱.۱٪
	۴.۱.۲			خط مثلث	۵۰٪	۱۰٪									
	۴.۱.۳			هیچکدام	۲۰٪										
	۴.۲.۱		طول مناسب خط تست	ایده آل	۱۰۰٪			۱۵٪	۱.۰۰	۳.۸٪		۱۱٪	۰.۷۰	۲.۶٪	
	۴.۲.۲			حداقلی مطابق با استاندارد	۷۰٪	۱۵٪									
	۴.۲.۳			حداقلی ناقص استاندارد	۱۰٪										
	۴.۳		موقعیت جانمایی	انتهای مسیر ریلی	۱۰۰٪	۴۰٪		۴۰٪	۱.۰۰	۱۰.۰٪		۱۲٪	۰.۳۰	۳.۰٪	
	۴.۴			میانه مسیر ریلی	۳۰٪										
	۴.۵			حداقل اختلاف تراز ارتفاعی در راستاهای طولی و عرضی زمین	۰٪	۲۰٪		۱۴٪	۰.۷۰	۳.۵٪		۳۰٪	۱.۰۰	۵.۰٪	
۵		کاهش هزینه‌های تحمیلی به اجرای فاز اول راه‌اندازی			۰٪	۱۰۰٪	۵٪	۱۰۰٪	۱.۰۰	۵.۰٪	۵٪	۱۰۰٪	۱.۰۰	۵.۰٪	۵٪

جدول ۵-۷: نتایج ارزیابی گزینه E و F اراضی دپو در بخش غربی خط اکسپرس B متروی تهران

شماره آیتم		معیار اصلی	زیر معیار اصلی	معیار فرعی	درصد وزنی از معیار اصلی		درصد وزنی نسبت به تمامی معیارهای اصلی	E				F			
								نسبت به زیر معیاری	نسبت به زیر معیارها (نرمال شده)	نسبت به معیار اصلی	معیار اصلی	نسبت به زیر معیاری	نسبت به زیر معیارها (نرمال شده)	نسبت به معیار اصلی	معیار اصلی
۱	۱.۱	موقعیت شهری و وضع موجود	حریم و فاصله از محل اقامتی افراد و یا سایر محیطهای حساس به نویز	محدوده ساختمانهای تجاری اداری	۲۰٪		۱۵٪	۵٪	۰.۲۰	۰.۸٪	۵۰٪	۲۵٪	۱.۰۰	۳.۸٪	۱۴.۶٪
	۱.۱.۲			محدوده ساختمانهای مسکونی	۲۰٪										
	۱.۱.۳			محدوده سایتهای تاریخی و میراثی	۰٪										
	۱.۱.۴			محدوده مراکز درمانی و بیمارستانی	۱۰٪										
	۱.۱.۵			محدوده بازارهای سنتی	۱۵٪										
	۱.۱.۶			محدوده اماکن ورزشی و فرهنگی	۳۰٪		۲۵٪								
	۱.۱.۷			در محدوده اراضی بایر	۱۰۰٪										
	۱.۱.۸			محدوده ساختمانهای صنعتی	۸۰٪										
	۱.۱.۹			محدوده فضاهای سبز شهری	۴۰٪										
	۱.۱.۱۰			در محدوده پوشش گیاهی محدود درحومه شهر	۷۰٪										
	۱.۱.۱۱			در محدوده پوشش جنگلی در حومه شهر	۵٪										
	۱.۲			امکان افزایش حداکثری شعاع قوس	۰٪	~ ۲۰٪		۶٪	۰.۳۰	۰.۹٪		۲۰٪	۱.۰۰	۳.۰٪	
	۱.۳			نزدیکی حداکثری به ایستگاه ترمینالی کاهش کیلومتراژ مرده	۰٪	~ ۱۳٪		۶٪	۰.۵۰	۰.۹٪		۱۲٪	۱.۰۰	۱.۸٪	
	۱.۴			در صورت وجود کیلومتراژ مرده آیا توجیه ایستگاه جدید در این مسیر وجود دارد؟	۰٪	~ ۳٪		۰٪	۰.۰۰	۰.۰٪		۰٪	۰.۰۰	۰.۰٪	
	۱.۵			عدم صعوبت در برق‌رسانی و سایر تاسیسات شهری	۰٪	~ ۸٪		۸٪	۰.۵۳	۱.۳٪		۸٪	۰.۵۳	۱.۳٪	
	۱.۶			دسترسی ریلی مناسب زمین و حفظ قواره مناسب زمین جهت جانمایی لی‌اوت	۰٪	~ ۲۰٪		۸٪	۱.۰۰	۱.۳٪		۲۰٪	۲.۵۰	۳.۰٪	
	۱.۷			دسترسی جاده‌ای مناسب جهت ورود ماشین سنگین به دپو	۰٪	~ ۳٪		۰.۳٪	۰.۰۲	۰.۰٪		۲٪	۰.۲۰	۰.۳٪	
	۱.۹			عدم مواجه با عوامل محدودکننده فیزیکی و جغرافیایی جهت امکان توسعه آتی	۰٪	~ ۱۰٪		۰٪	۰.۰۰	۰.۰٪		۱۰٪	۱.۰۰	۱.۵٪	
۲	۲.۱	استملاک		هزینه های نسبی استملاک (هر هکتار)	۰٪	~ ۲۰٪	۲۰٪	۳٪	۰.۱	۰.۴٪	۱۰۰٪	۱۰٪	۰.۵۰	۲.۰٪	۱۳.۳٪
	۲.۲		نوع مالیکت	در اختیار شهرداری و نهادهای وابسته	۱۰۰٪			۴۸٪	۰.۶	۹.۶٪		۵۶٪	۰.۷	۱۱.۳٪	
	۲.۳			در اختیار نهادهای دولتی (غیر از شهرداری)	۸۰٪										
	۲.۴			در اختیار نهادهای نظامی	۴۰٪										
	۲.۵			در اختیار نهادهای خصوصی	۶۰٪										
	۲.۶			در مالکیت شخصی بدون تعدد مالکین	۷۰٪										
	۲.۷			در مالکیت شخصی با تعدد مالکین	۳۰٪										
۳	۳.۱.۱	ابعاد، مساحت و قواره	کلیت قواره	مستطیلی شکل	۹۰٪		۳۵٪	۳۶٪	۰.۹۰	۱۲.۶٪	۱۸.۶٪	۳۶٪	۰.۹۰	۱۲.۶٪	۳۳.۶٪
	۳.۱.۲			قیفی شکل (باریک به عریض نسبت به ورودی ریلی)	۱۰۰٪		۴۰٪								
	۳.۱.۳			قیفی شکل (عریض به باریک نسبت به ورودی ریلی)	۱۰٪										
	۳.۱.۴			مربعی شکل	۵۰٪										
	۳.۱.۵			سایر اشکال (مناسب جهت آرایش خطوط ریلی)	۹۰٪										
	۳.۱.۶			سایر اشکال (نامناسب جهت آرایش خطوط ریلی)	۴۰٪										
	۳.۲			مساحت مفید مناسب جهت امکان طراحی مناسب لی اوت عملکردی	۰٪	~ ۳۵٪		۷٪	۰.۳۰	۲.۵٪		۳۵٪	۱.۰۰	۱۲.۳٪	
	۳.۳			نسبت منظری مناسب (L/W)	۰٪	~ ۲۵٪		۱۰٪	۰.۴۰	۳.۵٪		۲۵٪	۱.۰۰	۸.۸٪	
۴	۴.۱.۱	عملکرد مناسب و متناسب با شرایط خط	پیش‌بینی سر و ته کردن قطار	خط لوپ	۱۰۰٪		۲۵٪	۳٪	۰.۲۰	۰.۵٪	۸.۹٪	۱۰٪	۱.۰۰	۲.۵٪	۱۲.۸٪
	۴.۱.۲			خط مثلث	۵۰٪		۱۰٪								
	۴.۱.۳			هیچکدام	۲۰٪										
	۴.۲.۱		طول مناسب خط تست	ایده ال	۱۰۰٪		۱۵٪	۳٪	۰.۱۰	۰.۴٪		۱۵٪	۱.۰۰	۳.۸٪	
	۴.۲.۲			حداقلی مطابق با استاندارد	۷۰٪										
	۴.۲.۳			حداقلی ناقض استاندارد	۱۰٪										
	۴.۳		موقعیت جانمایی	انتهای مسیر ریلی	۱۰۰٪		۴۰٪	۱۲٪	۰.۳۰	۳٪		۱۲٪	۰.۳۰	۳.۰٪	
	۴.۴			میانه مسیر ریلی	۳۰٪										
	۴.۵			حداقل اختلاف تراز ارتفاعی در راستاهای طولی و عرضی زمین	۰٪	~ ۲۰٪		۲۰٪	۱.۰۰	۵.۰٪		۱۴٪	۰.۷۰	۳.۵٪	
۵		کاهش هزینه‌های تحمیلی به اجرای فاز اول راه‌اندازی			۰٪	~ ۱۰۰٪	۵٪	۱۰۰٪	۱.۰۰	۵.۰٪	۵٪	۱۰۰٪	۱.۰۰	۵.۰٪	۵٪

جدول ۶-۷: نتایج ارزیابی گزینه G و L اراضی دپو در بخش غربی خط اکسپرس B متروی تهران

شماره آیتم		معیار اصلی	زیر معیار اصلی	معیار فرعی	درصد وزنی از معیار اصلی		درصد وزنی نسبت به تمامی معیارهای اصلی	G				L			
								نسبت به زیر معیاری	نسبت به زیر معیارها (نرمال شده)	نسبت به معیار اصلی	معیار اصلی	نسبت به زیر معیاری	نسبت به زیر معیارها (نرمال شده)	نسبت به معیار اصلی	معیار اصلی
۱	۱.۱	موقعیت شهری و وضع موجود	حریم و فاصله از محل اقامتی افراد و یا سایر محیط‌های حساس به نویز	محدوده ساختمانهای تجاری اداری	۲۰٪		۱۵٪	۲۵٪	۱.۰۰	۳.۸٪	۱۲.۸٪	۵٪	۰.۲۰	۰.۸٪	۹.۸٪
	۱.۱.۲			محدوده ساختمانهای مسکونی	۲۰٪										
	۱.۱.۳			محدوده سایتهای تاریخی و میراثی	۰٪										
	۱.۱.۴			محدوده مراکز درمانی و بیمارستانی	۱۰٪										
	۱.۱.۵			محدوده بازارهای سنتی	۱۵٪										
	۱.۱.۶			محدوده اماکن ورزشی و فرهنگی	۳۰٪	۲۵٪									
	۱.۱.۷			در محدوده اراضی بایر	۱۰۰٪										
	۱.۱.۸			محدوده ساختمانهای صنعتی	۸۰٪										
	۱.۱.۹			محدوده فضاهای سبز شهری	۴۰٪										
	۱.۱.۱۰			در محدوده پوشش گیاهی محدود درحومه شهر	۷۰٪										
	۱.۱.۱۱			در محدوده پوشش جنگلی در حومه شهر	۵٪										
	۱.۲			امکان افزایش حداکثری شعاع قوس	۰٪	۲۰٪		۲۰٪	۱.۰۰	۳.۰٪		۲۰٪	۱.۰۰	۳.۰٪	
	۱.۳			نزدیکی حداکثری به ایستگاه ترمینالی کاهش کیلومتراژ مرده	۰٪	۱۳٪		۰٪	۰.۰۰	۰.۰٪		۶٪	۰.۵۰	۰.۹٪	
	۱.۴			در صورت وجود کیلومتراژ مرده آیا توجیه ایستگاه جدید در این مسیر وجود دارد؟	۰٪	۳٪		۰٪	۰.۰۰	۰.۰٪		۰٪	۰.۰۰	۰.۰٪	
	۱.۵			عدم صعوبت در برق‌رسانی و سایر تاسیسات شهری	۰٪	۸٪		۸٪	۰.۵۳	۱.۳٪		۸٪	۰.۵۳	۱.۳٪	
	۱.۶			دسترسی ریلی مناسب زمین و حفظ قواره مناسب زمین جهت جانمایی لی‌اوت	۰٪	۲۰٪		۲۰٪	۲.۵۰	۳.۰٪		۱۴٪	۱.۷۵	۲.۱٪	
	۱.۷			دسترسی جاده‌ای مناسب جهت ورود ماشین سنگین به دپو	۰٪	۳٪		۳٪	۰.۲۰	۰.۳٪		۲٪	۰.۲۰	۰.۳٪	
	۱.۹			عدم مواجه با عوامل محدودکننده فیزیکی و جغرافیایی جهت امکان توسعه آتی	۰٪	۱۰٪		۱۰٪	۱.۰۰	۱.۵٪		۱۰٪	۱.۰۰	۱.۵٪	
۲	۲.۱	استملاک		هزینه های نسبی استملاک (هر هکتار)	۰٪	۲۰٪	۲۰٪	۲۰٪	۱.۰۰	۴.۰٪	۱۷.۶٪	۶٪	۰.۳۰	۱.۲٪	۱۵.۶٪
	۲.۲		نوع مالیکت	در اختیار شهرداری و نهادهای وابسته	۱۰۰٪	۸۰٪		۶۸٪	۰.۸۵	۱۳.۶٪		۷۲٪	۰.۹	۱۴.۴٪	
	۲.۳			در اختیار نهادهای دولتی (غیر از شهرداری)	۸۰٪										
	۲.۴			در اختیار نهادهای نظامی	۴۰٪										
	۲.۵			در اختیار نهادهای خصوصی	۶۰٪										
	۲.۶			در مالکیت شخصی بدون تعدد مالکین	۷۰٪										
	۲.۷			در مالکیت شخصی با تعدد مالکین	۳۰٪										
۳	۳.۱.۱	ابعاد، مساحت و قواره	کلیت قواره	مستطیلی شکل	۹۰٪	۴۰٪	۳۵٪	۳۶٪	۰.۹۰	۱۲.۶٪	۳۳.۶٪	۱۶٪	۰.۴۰	۵.۶٪	۱۷.۷٪
	۳.۱.۲			قیفی شکل (باریک به عریض نسبت به ورودی ریلی)	۱۰۰٪										
	۳.۱.۳			قیفی شکل (عریض به باریک نسبت به ورودی ریلی)	۱۰٪										
	۳.۱.۴			مربعی شکل	۵۰٪										
	۳.۱.۵			سایر اشکال (مناسب جهت آرایش خطوط ریلی)	۹۰٪										
	۳.۱.۶			سایر اشکال (نامناسب جهت آرایش خطوط ریلی)	۴۰٪										
	۳.۲			مساحت مفید مناسب جهت امکان طراحی مناسب لی اوت عملکردی	۰٪	۳۵٪		۳۵٪	۱.۰۰	۱۲.۳٪		۲۵٪	۰.۷۰	۸.۶٪	
	۳.۳			نسبت منظری مناسب (L/W)	۰٪	۲۵٪		۲۵٪	۱.۰۰	۸.۸٪		۱۰٪	۰.۴۰	۳.۵٪	
۴	۴.۱.۱	عملکرد مناسب و متناسب با شرایط خط	پیش‌بینی سر و ته کردن قطار	خط لوپ	۱۰۰٪	۱۰٪	۲۵٪	۱۰٪	۱.۰۰	۲.۵٪	۱۳.۱٪	۱۰٪	۱.۰۰	۲.۵٪	۹.۸٪
	۴.۱.۲			خط مثلث	۵۰٪										
	۴.۱.۳			هیچکدام	۲۰٪										
	۴.۲.۱		طول مناسب خط تست	ایده ال	۱۰۰٪	۱۵٪		۱۰.۵٪	۰.۷۰	۲.۶٪		۱۵.۰٪	۱.۰۰	۳.۸٪	
	۴.۲.۲			حداقلی مطابق با استاندارد	۷۰٪										
	۴.۲.۳			حداقلی ناقض استاندارد	۱۰٪										
	۴.۳		موقعیت جانمایی	انتهای مسیر ریلی	۱۰۰٪	۴۰٪		۱۲٪	۰.۳۰	۳.۰٪		۱۲٪	۰.۳۰	۳.۰٪	
	۴.۴			میانه مسیر ریلی	۳۰٪										
	۴.۵			حداقل اختلاف تراز ارتفاعی در راستاهای طولی و عرضی زمین	۰٪	۲۰٪		۲۰٪	۱.۰۰	۵.۰٪		۲٪	۰.۱۰	۰.۵٪	
۵		کاهش هزینه‌های تحمیلی به اجرای فاز اول راه‌اندازی			۰٪	۱۰۰٪	۵٪	۱۰۰٪	۱.۰۰	۵.۰٪	۵٪	۹۰٪	۰.۹۰	۴.۵٪	۵٪

جدول ۷-۷: نتایج ارزیابی گزینه M و O اراضی دپو در بخش غربی خط اکسپرس B متروی تهران

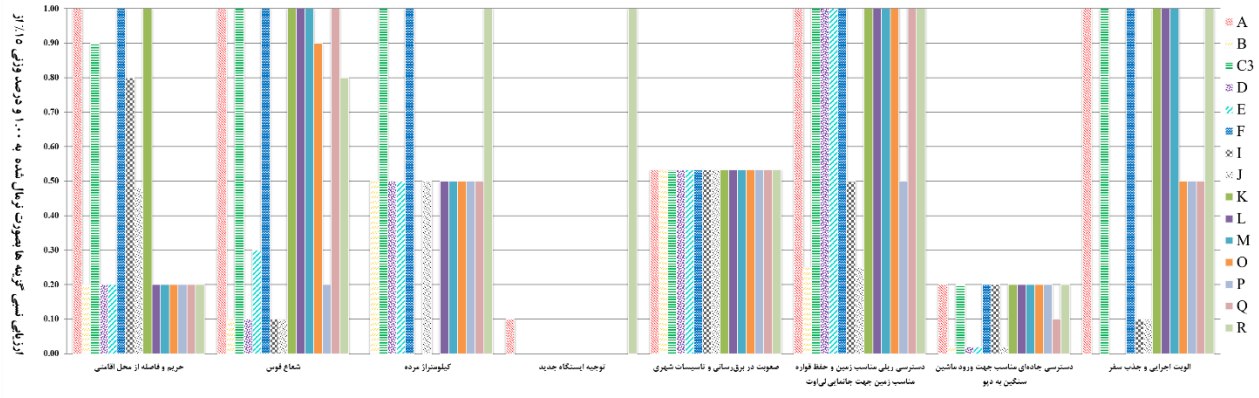
شماره آیتم		معیار اصلی	زیر معیار اصلی	معیار فرعی	درصد وزنی از معیار اصلی		درصد وزنی نسبت به تمامی معیارهای اصلی	M				O			
								نسبت به زیر معیاری	نسبت به زیر معیارها (نرمال شده)	نسبت به معیار اصلی	معیار اصلی	نسبت به زیر معیاری	نسبت به زیر معیارها (نرمال شده)	نسبت به معیار اصلی	معیار اصلی
۱	۱.۱	موقعیت شهری و وضع موجود	حریم و فاصله از محل اقامتی افراد و یا سایر محیط‌های حساس به نویز	محدوده ساختمانهای تجاری اداری	۲۰٪		۱۵٪	۵٪	۰.۲۰	۰.۸٪	۱۰.۷٪	۵٪	۰.۲۰	۰.۸٪	۹.۶٪
	۱.۱.۲			محدوده ساختمانهای مسکونی	۲۰٪										
	۱.۱.۳			محدوده سایتهای تاریخی و میراثی	۰٪										
	۱.۱.۴			محدوده مراکز درمانی و بیمارستانی	۱۰٪										
	۱.۱.۵			محدوده بازارهای سنتی	۱۵٪										
	۱.۱.۶			محدوده اماکن ورزشی و فرهنگی	۳۰٪		۲۵٪								
	۱.۱.۷			در محدوده اراضی بایر	۱۰۰٪										
	۱.۱.۸			محدوده ساختمانهای صنعتی	۸۰٪										
	۱.۱.۹			محدوده فضاهای سبز شهری	۴۰٪										
	۱.۱.۱۰			در محدوده پوشش گیاهی محدود درحومه شهر	۷۰٪										
	۱.۱.۱۱			در محدوده پوشش جنگلی در حومه شهر	۵٪										
	۱.۲			امکان افزایش حداکثری شعاع قوس	۰٪	~ ۲۰٪		۲۰٪	۱.۰۰	۳.۰٪		۱۸٪	۰.۹۰	۲.۷٪	
	۱.۳			نزدیکی حداکثری به ایستگاه ترمینالی کاهش کیلومتراژ مرده	۰٪	~ ۱۳٪		۶٪	۰.۵۰	۰.۹٪		۶٪	۰.۵۰	۰.۹٪	
	۱.۴			در صورت وجود کیلومتراژ مرده آیا توجیه ایستگاه جدید در این مسیر وجود دارد؟	۰٪	~ ۳٪		۰٪	۰.۰۰	۰.۰٪		۰٪	۰.۰۰	۰.۰٪	
	۱.۵			عدم صعوبت در برق‌رسانی و سایر تاسیسات شهری	۰٪	~ ۸٪		۸٪	۰.۵۳	۱.۳٪		۸٪	۰.۵۳	۱.۳٪	
	۱.۶			دسترسی ریلی مناسب زمین و حفظ قواره مناسب زمین جهت جانمایی لی‌اوت	۰٪	~ ۲۰٪		۲۰٪	۲.۵۰	۳.۰٪		۲۰٪	۲.۵۰	۳.۰٪	
	۱.۷			دسترسی جاده‌ای مناسب جهت ورود ماشین سنگین به دپو	۰٪	~ ۳٪		۳٪	۰.۲۰	۰.۳٪		۲٪	۰.۲۰	۰.۳٪	
	۱.۹			عدم مواجه با عوامل محدودکننده فیزیکی و جغرافیایی جهت امکان توسعه آتی	۰٪	~ ۱۰٪		۱۰٪	۱.۰۰	۱.۵٪		۵٪	۰.۵۰	۰.۸٪	
۲	۲.۱	استملاک		هزینه های نسبی استملاک (هر هکتار)	۰٪	~ ۲۰٪		۸٪	۰.۴۰	۱.۶٪	۱۴.۴٪	۸٪	۰.۴۰	۱.۶٪	۱۴.۴٪
	۲.۲		نوع مالیکت	در اختیار شهرداری و نهادهای وابسته	۱۰۰٪		۲۰٪	۶۴٪	۰.۸	۱۲.۸٪		۶۴٪	۰.۸	۱۲.۸٪	
	۲.۳			در اختیار نهادهای دولتی (غیر از شهرداری)	۸۰٪										
	۲.۴			در اختیار نهادهای نظامی	۴۰٪										
	۲.۵			در اختیار نهادهای خصوصی	۶۰٪										
	۲.۶			در مالکیت شخصی بدون تعدد مالکین	۷۰٪										
	۲.۷			در مالکیت شخصی با تعدد مالکین	۳۰٪										
۳	۳.۱.۱	ابعاد، مساحت و قواره	کلیت قواره	مستطیلی شکل	۹۰٪		۳۵٪	۳۶٪	۰.۹۰	۱۲.۶٪	۳۳.۶٪	۳۶٪	۰.۹۰	۱۲.۶٪	۳۳.۶٪
	۳.۱.۲			قیفی شکل (باریک به عریض نسبت به ورودی ریلی)	۱۰۰٪		۴۰٪								
	۳.۱.۳			قیفی شکل (عریض به باریک نسبت به ورودی ریلی)	۱۰٪										
	۳.۱.۴			مربعی شکل	۵۰٪										
	۳.۱.۵			سایر اشکال (مناسب جهت آرایش خطوط ریلی)	۹۰٪										
	۳.۱.۶			سایر اشکال (نامناسب جهت آرایش خطوط ریلی)	۴۰٪										
	۳.۲			مساحت مفید مناسب جهت امکان طراحی مناسب لی اوت عملکردی	۰٪	~ ۳۵٪		۳۵٪	۱.۰۰	۱۲.۳٪		۳۵٪	۱.۰۰	۱۲.۳٪	
	۳.۳			نسبت منظری مناسب (L/W)	۰٪	~ ۲۵٪		۲۵٪	۱.۰۰	۸.۸٪		۲۵٪	۱.۰۰	۸.۸٪	
۴	۴.۱.۱	عملکرد مناسب و متناسب با شرایط خط	پیش‌بینی سر و ته کردن قطار	خط لوپ	۱۰۰٪		۲۵٪	۱۰٪	۱.۰۰	۲.۵٪	۱۳.۳٪	۱۰٪	۱.۰۰	۲.۵٪	۱۳.۳٪
	۴.۱.۲			خط مثلث	۵۰٪										
	۴.۱.۳			هیچکدام	۲۰٪										
	۴.۲.۱		طول مناسب خط تست	ایده ال	۱۰۰٪			۱۵.۰٪	۱.۰۰	۳.۸٪		۱۵.۰٪	۱.۰۰	۳.۸٪	
	۴.۲.۲			حداقلی مطابق با استاندارد	۷۰٪										
	۴.۲.۳			حداقلی ناقض استاندارد	۱۰٪										
	۴.۳		موقعیت جانمایی	انتهای مسیر ریلی	۱۰۰٪		۴۰٪	۱۲٪	۰.۳۰	۳.۰٪		۱۲٪	۰.۳۰	۳.۰٪	
	۴.۴			میانه مسیر ریلی	۳۰٪										
	۴.۵			حداقل اختلاف تراز ارتفاعی در راستاهای طولی و عرضی زمین	۰٪	~ ۲۰٪		۱۶٪	۰.۸۰	۴.۰٪		۱۶٪	۰.۸۰	۴.۰٪	
۵		کاهش هزینه‌های تحمیلی به اجرای فاز اول راه‌اندازی			۰٪	~ ۱۰۰٪	۵٪	۸۰٪	۰.۸۰	۴.۰٪	۴٪	۸۰٪	۰.۸۰	۴.۰٪	۴٪

جدول ۸-۷: نتایج ارزیابی گزینه P و Q اراضی دپو در بخش غربی خط اکسپرس B متروی تهران

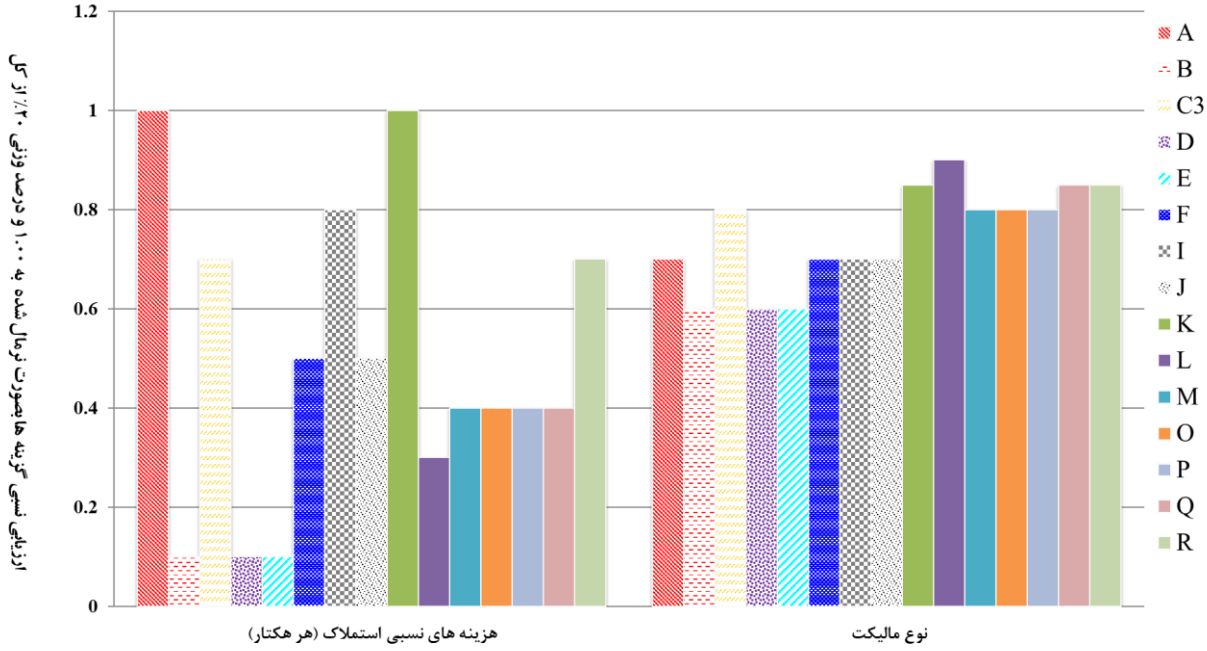
شماره آیتم		معیار اصلی	زیر معیار اصلی	معیار فرعی	درصد وزنی از معیار اصلی		درصد وزنی نسبت به تمامی معیارهای اصلی	P				Q			
								نسبت به زیر معیاری	نسبت به زیر معیارها (نرمال شده)	نسبت به معیار اصلی	معیار اصلی	نسبت به زیر معیاری	نسبت به زیر معیارها (نرمال شده)	نسبت به معیار اصلی	معیار اصلی
۱	۱.۱	موقعیت شهری و وضع موجود	حریم و فاصله از محل اقامتی افراد و یا سایر محیط‌های حساس به نویز	محدوده ساختمانهای تجاری اداری	۲۰٪		۱۵٪	۵٪	۰.۲۰	۰.۸٪	۵.۱٪	۵٪	۲۰٪	۰.۸٪	۸.۳٪
	۱.۱.۲			محدوده ساختمانهای مسکونی	۲۰٪										
	۱.۱.۳			محدوده سایتهای تاریخی و میراثی	۰٪										
	۱.۱.۴			محدوده مراکز درمانی و بیمارستانی	۱۰٪										
	۱.۱.۵			محدوده بازارهای سنتی	۱۵٪										
	۱.۱.۶			محدوده اماکن ورزشی و فرهنگی	۳۰٪		۲۵٪								
	۱.۱.۷			در محدوده اراضی بایر	۱۰۰٪										
	۱.۱.۸			محدوده ساختمانهای صنعتی	۸۰٪										
	۱.۱.۹			محدوده فضاهای سبز شهری	۴۰٪										
	۱.۱.۱۰			در محدوده پوشش گیاهی محدود درحومه شهر	۷۰٪										
	۱.۱.۱۱			در محدوده پوشش جنگلی در حومه شهر	۵٪										
	۱.۲			امکان افزایش حداکثری شعاع قوس	۰٪	~	۲۰٪	۴٪	۰.۲۰	۰.۶٪		۲۰٪	۱.۰۰	۳.۰٪	
	۱.۳			نزدیکی حداکثری به ایستگاه ترمینالی کاهش کیلومتراژ مرده	۰٪	~	۱۲٪	۶٪	۰.۵۰	۰.۹٪		۶٪	۰.۵۰	۰.۹٪	
	۱.۴			در صورت وجود کیلومتراژ مرده آیا توجیه ایستگاه جدید در این مسیر وجود دارد؟	۰٪	~	۳٪	۰٪	۰.۰۰	۰.۰٪		۰٪	۰.۰۰	۰.۰٪	
	۱.۵			عدم صعوبت در برق‌رسانی و سایر تاسیسات شهری	۰٪	~	۸٪	۸٪	۰.۵۳	۱.۳٪		۸٪	۰.۵۳	۱.۳٪	
	۱.۶			دسترسی ریلی مناسب زمین و حفظ قواره مناسب زمین جهت جانمایی لی‌اوت	۰٪	~	۲۰٪	۴٪	۰.۵۰	۰.۶٪		۱۰٪	۱.۲۵	۱.۵٪	
	۱.۷			دسترسی جاده‌ای مناسب جهت ورود ماشین سنگین به دپو	۰٪	~	۳٪	۳٪	۰.۲۰	۰.۳٪		۱٪	۰.۱۰	۰.۳٪	
	۱.۹			عدم مواجه با عوامل محدودکننده فیزیکی و جغرافیایی جهت امکان توسعه آتی	۰٪	~	۱۰٪	۵٪	۰.۵۰	۰.۸٪		۵٪	۰.۵۰	۰.۸٪	
۲	۲.۱	استملاک		هزینه های نسبی استملاک (هر هکتار)	۰٪	~	۲۰٪	۸٪	۰.۴۰	۱.۶٪	۱۴.۴٪	۸٪	۰.۴۰	۱.۶٪	۱۵.۳٪
	۲.۲		نوع مالیکت	در اختیار شهرداری و نهادهای وابسته	۱۰۰٪		۸۰٪	۶۴٪	۰.۸	۱۲.۸٪		۶۸٪	۰.۸۵	۱۳.۶٪	
	۲.۳			در اختیار نهادهای دولتی (غیر از شهرداری)	۸۰٪										
	۲.۴			در اختیار نهادهای نظامی	۴۰٪										
	۲.۵			در اختیار نهادهای خصوصی	۶۰٪										
	۲.۶			در مالکیت شخصی بدون تعدد مالکین	۷۰٪										
	۲.۷			در مالکیت شخصی با تعدد مالکین	۳۰٪										
۳	۳.۱.۱	ابعاد، مساحت و قواره	کلیت قواره	مستطیلی شکل	۹۰٪		۳۵٪	۳۶٪	۰.۹۰	۱۲.۶٪	۲۱.۹٪	۳۶٪	۰.۹۰	۱۲.۶٪	۲۷.۳٪
	۳.۱.۲			قیفی شکل (باریک به عریض نسبت به ورودی ریلی)	۱۰۰٪		۴۰٪								
	۳.۱.۳			قیفی شکل (عریض به باریک نسبت به ورودی ریلی)	۱۰٪										
	۳.۱.۴			مربعی شکل	۵۰٪										
	۳.۱.۵			سایر اشکال (مناسب جهت آرایش خطوط ریلی)	۹۰٪										
	۳.۱.۶			سایر اشکال (نامناسب جهت آرایش خطوط ریلی)	۴۰٪										
	۳.۲			مساحت مفید مناسب جهت امکان طراحی مناسب لی اوت عملکردی	۰٪	~	۳۵٪	۱۴٪	۰.۴۰	۴.۹٪		۲۵٪	۰.۷۰	۸.۶٪	
	۳.۳			نسبت منظری مناسب (L/W)	۰٪	~	۲۵٪	۱۳٪	۰.۵۰	۴.۴٪		۱۸٪	۰.۷۰	۶.۱٪	
۴	۴.۱.۱	عملکرد مناسب و متناسب با شرایط خط	پیش‌بینی سر و ته کردن قطار	خط لوپ	۱۰۰٪		۲۵٪	۲٪	۰.۲۰	۰.۵٪	۱۱.۳٪	۵٪	۰.۵۰	۱.۳٪	۱۱.۵٪
	۴.۱.۲			خط مثلث	۵۰٪		۱۰٪								
	۴.۱.۳			هیچکدام	۲۰٪										
	۴.۲.۱		طول مناسب خط تست	ایده ال	۱۰۰٪		۱۵٪	۱۵.۰٪	۱.۰۰	۳.۸٪		۱۵.۰٪	۱.۰۰	۳.۸٪	
	۴.۲.۲			حداقلی مطابق با استاندارد	۷۰٪										
	۴.۲.۳			حداقلی ناقض استاندارد	۱۰٪										
	۴.۳		موقعیت جانمایی	انتهای مسیر ریلی	۱۰۰٪		۴۰٪	۱۲٪	۰.۳۰	۳.۰٪		۱۲٪	۰.۳۰	۳.۰٪	
	۴.۴			میانه مسیر ریلی	۳۰٪										
	۴.۵			حداقل اختلاف تراز ارتفاعی در راستاهای طولی و عرضی زمین	۰٪	~	۲۰٪	۱۶٪	۰.۸۰	۴.۰٪		۱۴٪	۰.۷۰	۳.۵٪	
۵		کاهش هزینه‌های تحمیلی به اجرای فاز اول راه‌اندازی			۰٪	~	۱۰۰٪	۸۰٪	۰.۸۰	۴.۰٪	۴٪	۸۰٪	۰.۸۰	۴.۰٪	۴٪

جدول ۹-۷: نتایج ارزیابی گزینه R اراضی دپو در بخش غربی خط اکسپرس B متروی تهران

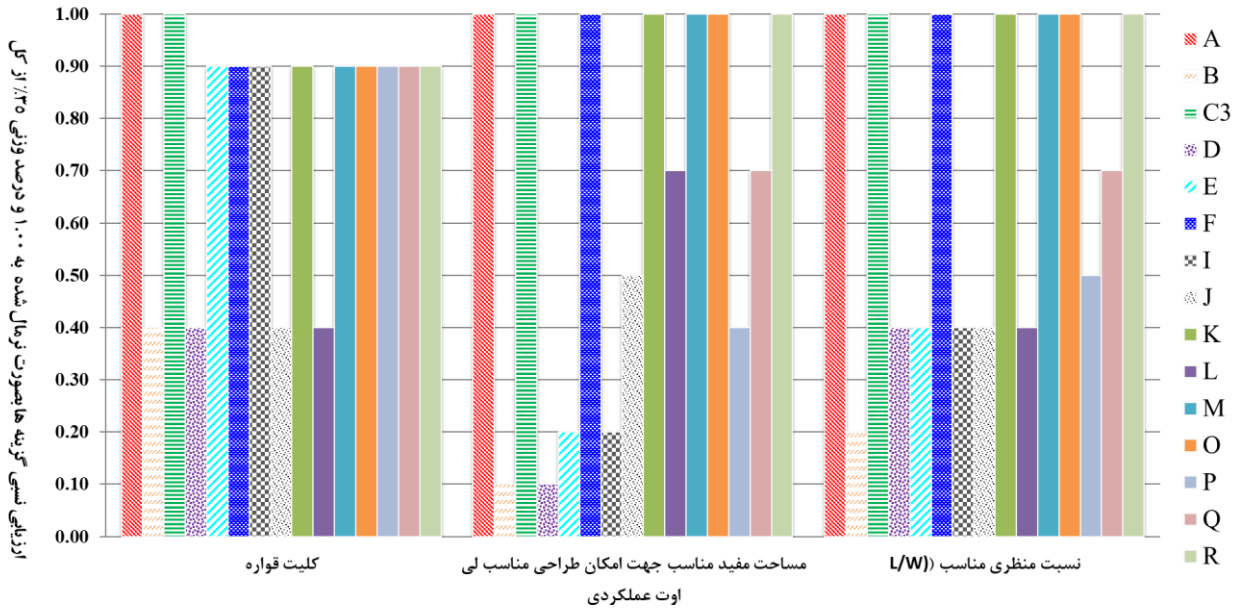
شماره آیتم			معیار اصلی	زیر معیار اصلی	معیار فرعی	درصد وزنی از معیار اصلی	درصد وزنی نسبت به تمامی معیارهای اصلی	R			
								نسبت به زیر معیاری	نسبت به زیر معیارها (نرمال شده)	نسبت به معیار اصلی	معیار اصلی
۱	۱.۱	۱.۱.۱	موقعیت شهری و وضع موجود	حریم و فاصله از محل اقامتی افراد و یا سایر محیط‌های حساس به نویز	محدوده ساختمانهای تجاری اداری	۲۰٪	۱۵٪	۵۰٪	۰.۲۰	۰.۸٪	۱۱.۴٪
		۱.۱.۲			محدوده ساختمانهای مسکونی	۲۰٪					
		۱.۱.۳			محدوده سایتهای تاریخی و میراثی	۰٪					
		۱.۱.۴			محدوده مراکز درمانی و بیمارستانی	۱۰٪					
		۱.۱.۵			محدوده بازارهای سنتی	۱۵٪					
		۱.۱.۶			محدوده اماکن ورزشی و فرهنگی	۳۰٪					
		۱.۱.۷			در محدوده اراضی بایر	۱۰۰٪					
		۱.۱.۸			محدوده ساختمانهای صنعتی	۸۰٪					
		۱.۱.۹			محدوده فضاهای سبز شهری	۴۰٪					
		۱.۱.۱۰			در محدوده پوشش گیاهی محدود درحومه شهر	۷۰٪					
		۱.۱.۱۱			در محدوده پوشش جنگلی در حومه شهر	۵٪					
	۱.۲				امکان افزایش حداکثری شعاع قوس	۰٪ ~ ۲۰٪		۱۶٪	۰.۸۰	۲.۴٪	
	۱.۳				نزدیکی حداکثری به ایستگاه ترمینالی کاهش کیلومتراژ مرده	۰٪ ~ ۱۳٪		۱۲٪	۱.۰۰	۱.۸٪	
	۱.۴				در صورت وجود کیلومتراژ مرده آیا توجیه ایستگاه جدید در این مسیر وجود دارد؟	۰٪ ~ ۳٪		۳٪	۱.۰۰	۰.۵٪	
	۱.۵				عدم صعوبت در برق‌رسانی و سایر تاسیسات شهری	۰٪ ~ ۸٪		۸٪	۰.۵۳	۱.۲٪	
	۱.۶				دسترسی ریلی مناسب زمین و حفظ قواره مناسب زمین جهت جانمایی لی‌اوت	۰٪ ~ ۲۰٪		۲۰٪	۲.۵۰	۳.۰٪	
	۱.۷				دسترسی جاده‌ای مناسب جهت ورود ماشین سنگین به دپو	۰٪ ~ ۲٪		۲٪	۰.۲۰	۰.۳٪	
	۱.۹				عدم مواجه با عوامل محدودکننده فیزیکی و جغرافیایی جهت امکان توسعه آتی	۰٪ ~ ۱۰٪		۱۰٪	۱.۰۰	۱.۵٪	
۲	۲.۱		استملاک		هزینه های نسبی استملاک (هر هکتار)	۰٪ ~ ۲۰٪	۲۰٪	۱۴٪	۰.۷۰	۲.۸٪	۱۶.۴٪
	۲.۲			نوع مالیکت	در اختیار شهرداری و نهادهای وابسته	۱۰۰٪	۸۰٪	۶۸٪	۰.۸۵	۱۳.۶٪	
	۲.۳				در اختیار نهادهای دولتی (غیر از شهرداری)	۸۰٪					
	۲.۴				در اختیار نهادهای نظامی	۴۰٪					
	۲.۵				در اختیار نهادهای خصوصی	۶۰٪					
	۲.۶				در مالکیت شخصی بدون تعدد مالکین	۷۰٪					
	۲.۷				در مالکیت شخصی با تعدد مالکین	۳۰٪					
۳	۳.۱	۳.۱.۱	ابعاد، مساحت و قواره	کلیت قواره	مستطیلی شکل	۹۰٪	۴۰٪	۳۶٪	۰.۹۰	۱۲.۶٪	۳۳.۶٪
		۳.۱.۲			قیفی شکل (باریک به عریض نسبت به ورودی ریلی)	۱۰۰٪					
		۳.۱.۳			قیفی شکل (عریض به باریک نسبت به ورودی ریلی)	۱۰٪					
		۳.۱.۴			مربعی شکل	۵۰٪					
		۳.۱.۵			سایر اشکال (مناسب جهت آرایش خطوط ریلی)	۹۰٪					
		۳.۱.۶			سایر اشکال (نامناسب جهت آرایش خطوط ریلی)	۴۰٪					
	۳.۲				مساحت مفید مناسب جهت امکان طراحی مناسب لی اوت عملکردی	۰٪ ~ ۳۵٪	۳۵٪	۳۵٪	۱.۰۰	۱۲.۳٪	
	۳.۳				نسبت منظری مناسب (L/W)	۰٪ ~ ۲۵٪		۲۵٪	۱.۰۰	۸.۸٪	
۴	۴.۱	۴.۱.۱	عملکرد مناسب و متناسب با شرایط خط	پیش‌بینی سر و ته کردن قطار	خط لوپ	۱۰۰٪	۱۰٪	۱۰٪	۱.۰۰	۲.۵٪	۱۸.۱٪
		۴.۱.۲			خط مثلث	۵۰٪					
		۴.۱.۳			هیچکدام	۲۰٪					
	۴.۲	۴.۲.۱		طول مناسب خط تست	ایده آل	۱۰۰٪	۱۵٪	۱۰.۵٪	۰.۷۰	۲.۶٪	
		۴.۲.۲			حداقلی مطابق با استاندارد	۷۰٪					
		۴.۲.۳			حداقلی ناقص استاندارد	۱۰٪					
	۴.۳			موقعیت جانمایی	انتهای مسیر ریلی	۱۰۰٪	۴۰٪	۴۰٪	۱.۰۰	۱۰۰.۰٪	
	۴.۴				میانه مسیر ریلی	۳۰٪					
	۴.۵				حداقل اختلاف تراز ارتفاعی در راستاهای طولی و عرضی زمین	۰٪ ~ ۲۰٪		۱۲٪	۰.۶۰	۳.۰٪	
۵			کاهش هزینه‌های تحمیلی به اجرای فاز اول راه‌اندازی			۰٪ ~ ۱۰۰٪	۵٪	۵۰٪	۰.۵۰	۲.۵٪	۳٪



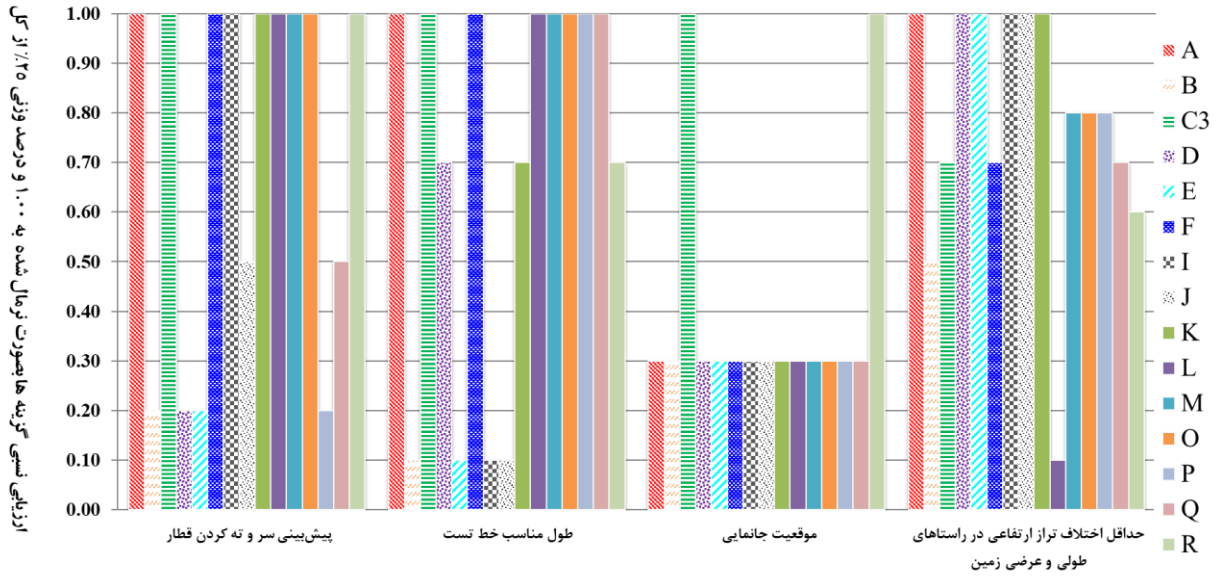
شکل ۲۱-۷: ارزیابی گزینه‌های اراضی دپو از دیدگاه موقعیت شهری و وضع موجود



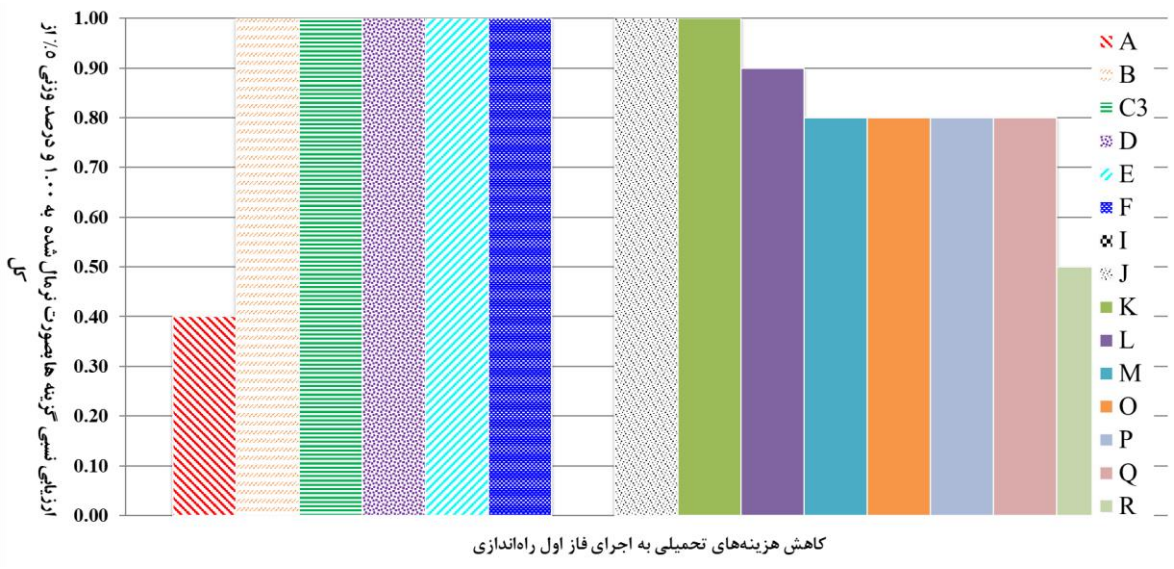
شکل ۲۲-۷: ارزیابی گزینه‌های اراضی دپو از دیدگاه استملاک



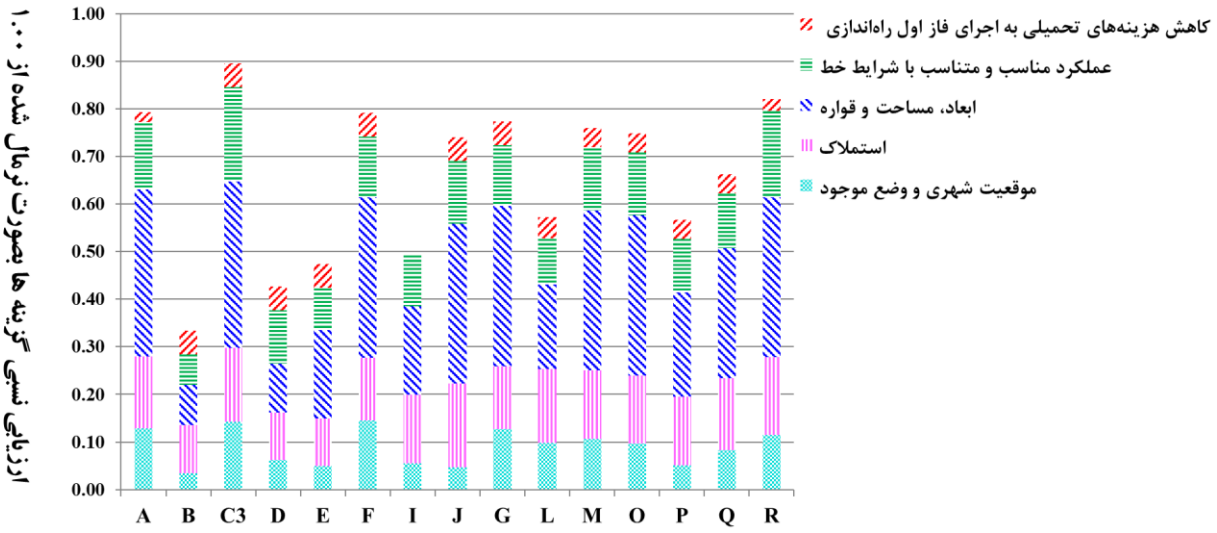
شکل ۲۳-۷: ارزیابی گزینه‌های اراضی دپو از دیدگاه ابعاد، مساحت و قواره



شکل ۲۴-۷: ارزیابی گزینه‌های اراضی دپو از دیدگاه عملکرد مناسب و متناسب با شرایط خط



شکل ۲۵-۷: ارزیابی گزینه‌های اراضی دپو از دیدگاه کاهش هزینه‌های تحمیلی به اجرای فاز اول راه‌اندازی



شکل ۲۶-۷: نتیجه ارزیابی گزینه‌های اراضی دپو از جمیع جهات و اولویت‌بندی آنها در بخش غربی خط اکسپرس B متروی تهران

۷-۵-۱ نتیجه‌گیری

بر اساس توضیحات این بخش گزینه‌های C3 و R و G حائز بیشترین امتیاز در تناسب با موقعیت مناسب اراضی دپو از جمیع دیدگاه‌ها ارزیابی می‌شود. در هر حال این نتیجه‌گیری صرفاً اولویت‌بندی بوده و که در صورت عدم وجود امکان در تملک این اراضی، سایر گزینه‌ها به ترتیب مشخص شده در نمودار شکل ۲۶-۷ قابل ارجاع می‌باشد.

۸ ارائه سناریوهای بهره‌برداری اولیه

مُد نرمال بهره‌برداری برای بخش غربی خط اکسپرس B متروی تهران، بهره‌برداری قطارها در یک لوپ و بین ایستگاه‌های ترمینالی می‌باشد.

متاسفانه بروز حوادث سبب اختلال در سیستم حمل و نقل خواهد شد. این حوادث ممکن است مسبب ایجاد وضعیت‌های تنزل‌یافته گردند. با این وجود، شایان ذکر است که دو نوع وضعیت تنزل‌یافته موجود خواهد بود:

- وضعیت تنزل‌یافته سیستمی (تجهیزاتی): بر اثر عملکرد نا مناسب یک یا چندین سیستم ایجاد می‌شود.
- وضعیت تنزل‌یافته مسافری: قطارها بواسطه بروز حادثه در خط دچار تاخیر می گردند، و این موضوع سفر مسافران را متاثر می‌سازد.

این دو نوع مُد تنزل‌یافته ممکن است منجر به ایجاد منطقه و محدوده غیر قابل تردد برای قطارها در خط شوند.

هدف این بخش بیان جزئیات در بهره‌برداری نرمال و روش مدیریت خط در مُودهای بهره‌برداری تنزل‌یافته می‌باشد.

شرایط مختلف تنزل‌یافته و عوامل ایجاد آنها در گزارش ایمنی، اضطرار و نجات به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفته شده‌اند.

لازم به ذکر است که هدف در این مواقع حل کامل حادثه و انسداد نبوده بلکه روش مدیریت آن جهت حداقل نمودن تبعات آن در راستای بهره‌برداری از قطارها و جابجایی مسافران می‌باشد.

۸–۱ سرویس‌دهی قطارها به خط

بر اساس حجم تقاضای مسافر در ساعات مختلف بهره‌برداری، سرویس‌دهی قطارها و هدوی آنها می‌بایست تطبیق یابند. لذا لازم است تعداد ناوگان فعال در خط در یک ساعت، ظرفیت کافی حمل مسافر را داشته باشند. ولیکن این بدان معنا نیست که ظرفیت و تعداد ناوگان بیش از نیاز در نظر گرفته شود، زیرا در این صورت قطارها در بعضی از بخش های مسیر با مسافر بسیار کم تردد کرده و بنابراین این افزایش تعداد، سیر و کارکرد غیر ضروری ناوگان منجر به افزایش هزینه سفر و تعمیر و نگهداری ناوگان خواهد شد.

نوع سرویس های قطارها به دو دسته تقسیم می‌شوند:

- انتها به انتها و یا سرویس کامل به خط (حلقه بلند[1])
- سرویس های جزئی یا کوتاه (حلقه کوتاه[2])، بمنظور افزایش و تقویت ظرفیت حمل در طول بخشی خاص از مسیر که تقاضای مسافر آن بالاتر از بخش دیگری از مسیر می‌باشد.
- ترکیب سرویس های ۱ و ۲ منجر به اتفاق یک شاه راه و بخش اصلی و مشترک در مسیر شده که در آن بخش ویژه، هدوی کمتر می‌باشد.

[1] Long Loop
[2] Short Loop

لذا با توجه به موارد ذکر شده حالتهای کلی ذکر شده در جدول ۱-۸ ممکن است اتفاق بیافتد.

جدول ۱-۸: انواع سرویس‌دهی ناوگان به خط

انواع سرویس‌دهی		الگوی سرویس
نوع اول	سرویس انتها به انتها	
نوع دوم	ترکیب سرویس انتها به انتها با سرویس جزئی در بخش میانی از خط	
نوع سوم	ترکیب سرویس انتها به انتها با سرویس جزئی که از یک انتهای مسیر انجام می‌شود	
نوع چهارم	ترکیب دو سرویس جزئی که هر کدام از یک انتهای خط آغاز می‌شوند	

سرویس های نوع اول و دوم معمولاً در سیستم‌های مترو که در آنها قطار از حومه شهر به سمت مرکز شهر تردد می‌کند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. سرویس نوع سوم اغلب در خطوطی مورد استفاده قرار می‌گیرد که یک انتهای مسیر تقاضای سفر مهمی همانند وجود فرودگاه، ایستگاه قطار، دانشگاه و یا مرکز خرید خارج از شهر، وجود داشته باشد، لذا این قطب جذب مسافر تقاضای سفر قابل توجیهی خواهد داشت.

در ادامه به مقایسه بهره‌برداری به شیوه حلقه بلند و حلقه کوتاه و تبیین مزایا و معایب هر کدام از سرویس های انتها به انتها (نوع سرویس اول) با هدوی **پایین‌تر** و ترکیب سرویس انتها به انتها با سرویس جزئی (نوع سرویس دوم) پرداخته شده است. چنانچه صرفاً از دید بهره‌برداری به موضوع پرداخته شود، سرویس نوع دوم مزایا و شایستگی‌های زیر را برای بهره‌بردار به همراه خواهد داشت:

- کاهش تعداد ناوگان مورد نیاز جهت بهره‌برداری،
- کاهش مصرف انرژی،
- کاهش کارکرد کیلومتراژ قطار،
- کاهش هزینه‌های بهره‌برداری.

سرویس جزئی این امکان را به بهره‌بردار خواهد داد که ظرفیت حمل مسافر را در بخشی از مسیر که تقاضای سفر بالاتر می‌باشد، افزایش دهد. و این در حالیست که در سرویس انتها به انتها، بهره‌بردار جهت پاسخ به تقاضای سفر در بخشی محدود از مسیر، ناگزیر به تقلیل هدوی و به دنبال آن افزایش تعداد قطارها، کیلومتراژ کارکرد آنها و افزایش هزینه‌های جاری بهره‌برداری خواهد شد.

بهره‌برداری به شیوه سرویس‌های جزئی نیازمند فضای اختصاص یافته جهت مانور و تغییر مسیر قطارها در میانه خط و در تونل خواهد بود. این مطلب یقیناً هزینه احداث تونل را افزایش خواهد داد. در نظر گرفتن خط کناری به منظور انجام چنین مانورهایی نسبت به در نظر گرفتن خط میانی الویت خواهد داشت، زیرا در این حالت از افزایش عرض دو خط اصلی از همدیگر پرهیز شده است. همچنین

معمولا به علت اینکه عرض خیابان محدود می‌باشد، خط کناری ممکن است درست زیر ساختمان‌ها و بسیار نزدیک به فنداسیون آنها واقع گردد، فلذا عمیق تر کردن پروفیل خط در این حالت اجتناب‌ناپذیر می‌باشد.

بعلاوه، جهت دسترسی راهبران قطار لازم است مسیر پیاده رو[1] منتهی به ایستگاه در تونل ساخته شود.

اعزام مجدد قطار به خط اصلی نیاز مدیریت ترافیک مسیر مقابل را خواهد داشت که در بهره‌برداری با هدوی‌های پایین بهره‌برداری به این شیوه بسیار پیچیده بوده و ممکن است بهره‌بردار را با مشکل مواجه کند.

همچنین تنظیم مانور سرویس جزئی (حلقه کوتاه) در میانه سرویس انتها به انتها بسیار دشوار و مخاطره آمیز خواهد بود.

توزیع مسافران داخل قطار بین سرویس حلقه بلند و کوتاه در مسیر شاه راه و مشترک متغیر خواهد بود و این توزیع بار قابل پیش‌بینی نخواهد بود، زیرا در مطالعات ترافیک مسافر اطلاعات دقیقی در خصوص مبدا و مقصد مسافران در دسترس نمی‌باشد، و تنها تعداد کل بار مسافری بین ایستگاه‌های مجزا قابل تخمین می‌باشد. لذا ما بطور کاملا مطمئن و قاطع راجع به اثرات آتی چنین بهره‌برداری‌ای (ترکیب سرویس جزئی با سرویس انتها به انتها) نمی‌توانیم صحبت کنیم.

در جدول ۲-۸ ارزیابی کیفی در خصوص مزایا و معایب هر کدام از سرویس های حلقه کوتاه و حلقه بلند ارائه شده است.

[1] Walkway

جدول ۲-۸: مزایا و معایب سرویس حلقه کوتاه در مقابل سرویس حلقه بلند

نوع	معایب	مزایا
سرویس حلقه بلند – نوع اول (سرویس انتها به انتها)	• تعداد ناوگان بیشتر • تعداد راهبران بیشتر • مصرف انرژی بالاتر • افزایش کیلومتراژ سالانه ناوگان • افزایش هزینه‌های تعمیرات و نگهداری • افزایش هزینه‌های بهره‌برداری	• سهولت بهره‌برداری • توزیع یکنواخت تر بار مسافری در قطارها • سهولت در مدیریت ایستگاه‌های ترمینالی • اعزام و قبول قطار آسان تر • به خط جانبی و کناری نیاز نخواهد بود • نیازی به حفاری اضافه و افزایش عرض تونل نبوده • کاهش هزینه‌های ساخت • سهولت در مدیریت بهره‌برداری خط
سرویس حلقه کوتاه – نوع دوم (سرویس جزئی)	• خط کناری ممکن است درست زیر ساختمان ها و بسیار نزدیک به فنداسیون آنها واقع گردد، فلذا عمیق تر کردن پروفیل خط در این حالت اجتناب ناپذیر می‌باشد. • تونل به روش مکانیز و توسط TBM حفر درب‌ها و جهت احداث خط کناری و سازه مرتبط لازم است بصورت NATM حفاری انجام شود که هزینه قابل توجهی خواهد داشت. • دشواری در حفظ نظم خط به هنگام اعزام و قبول قطار در محدوده مانور سرویس جزئی در میانه سرویس حلقه بلند مسیر. • سرویس حلقه کوتاه نیازمند فضای زیرزمینی جهت استقرار کارکنان، اتاق‌های فنی و تجهیزات مورد نیاز می‌باشد. • نیازمند به خطوط بیشتر، کراس‌اورهای بیشتر و تجهیزات اضافی سیگنالینگ و علائم دهی می‌باشد. • بار مسافری در محدوده مشترک بین سرویس حلقه بلند و حلقه کوتاه بصورت غیریکنواخت بوده و اطلاعاتی در این خصوص در دسترس نمی‌باشد. • هزینه بالای ساخت • دشواری در مدیریت بهره‌برداری خط	• تعداد ناوگان کمتر • تعداد راهبران کمتر • مصرف انرژی پایین‌تر • کاهش کیلومتراژ سالانه ناوگان • کاهش هزینه‌های تعمیرات و نگهداری • کاهش هزینه‌های بهره‌برداری

بر اساس توضیحات ارائه شده در این بخش، و با توجه به شرایط خط و موقعیت آن در شهر تهران و مطالعات ترافیک و طول محدود خط، تنها استفاده از سرویس حلقه بلند برای بخش غربی خط اکسپرس B متروی تهران توصیه درب‌ها.

۹ بررسی و ارزیابی گستره مکانی جانمایی مسیر و ایستگاه‌ها از دیدگاه انطباق با استراتژی بهینه بهره‌برداری و حذف بخش‌هایی نامنطبق با استراتژی بهره‌برداری

۹–۱ عملکرد سیستم حمل و نقل

در این بخش، تخمین عملکرد سیستم حمل و نقل با در نظر گرفتن جوانب ذیل بررسی شده است:

- محاسبه زمان سیر در دو جهت رفت و برگشت (خط رفت و خط برگشت)
- تخمین تعداد قطارهای مورد نیاز جهت بهره‌برداری پروژه در فازهای بهره‌برداری

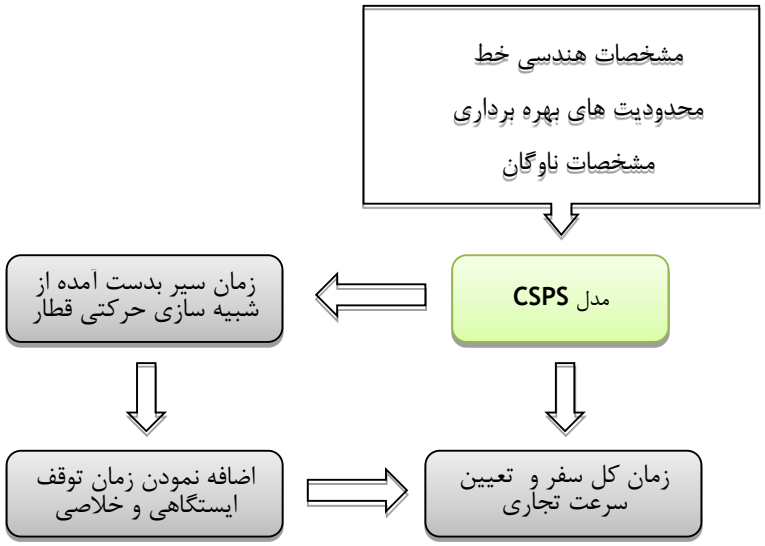
تمامی این تخمین ها بر اساس فرضیات و روش‌های توضیح داده شده در این فصل به انجام رسیده است.

۹–۱–۱ روش شناسی عمومی

کل زمان سفر برای بخش غربی خط اکسپرس B متروی تهران توسط نرم افزار CSPS[1] در هر دو مسیر و رفت و برگشت قابل انجام بوده لیکن انجام این شبیه‌سازی معمولاً در مطالعات پایه به انجام خواهد رسید. در این شبیه‌سازی موارد ذیل مورد نیاز می‌باشد و مدنظر قرار خواهد گرفت:

- خصوصیات هندسی مسیر شامل فاصله بین‌ایستگاهی و موقعیت ایستگاه‌ها، طول مسیرهای با خط مستقیم، قوس‌های مسیر و شعاع و طول متناظر آنها، بربلندی، شیب و فراز و ...
- خصوصیات عملکردی ناوگان شامل وزن قطار در شرایط باری متفاوت، شناخت سیستم رانش، عملکرد ترمزی، شتاب طولی حرکتی و ترمزی، جرک مجاز، مقاومت‌های حرکتی و ...
- شرایط بهره‌برداری نیز عبارت خواهند بود از :
- سرعت حداکثر مجاز،
- در مسیر مستقیم،
- به هنگام نزدیک شدن به ایستگاه،
- روند ملایم تغییر سرعت، به منظور لحاظ نمودن شرایط و رفتار واقعی حرکت (جهت جلوگیری از شتاب‌گیری یا ترمزگیری مکرر در فاصله های کوتاه)،
- گرد کردن سرعت‌ها به پایین (۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ کیلومتر بر ساعت و غیره)، به منظور اینکه نشانه‌ها و نشانگرهای سرعت برای راهبر عملیاتی گردد (راحتی در مشاهده، به خاطرسپاری اعمال).

[1] Comprehensive Speed Profile Software

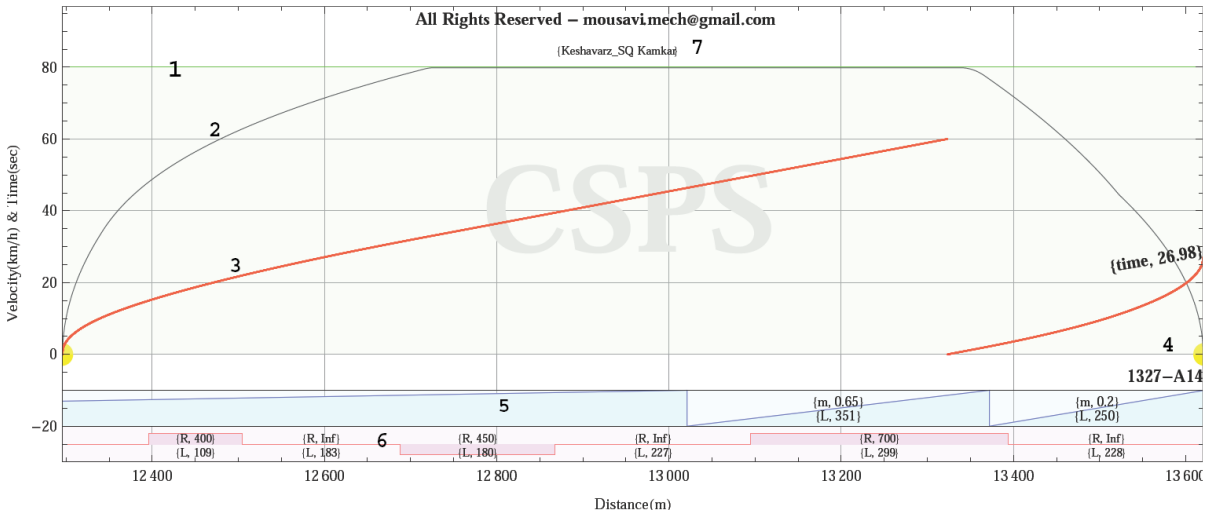


شکل ۱-۹: تبیین روش محاسبه زمان سیر

به منظور تعیین زمان سیر قطار، دو نوع منحنی حرکت قطار توسط نرم افزار CSPS بدست می‌آید:

- اولی نمایش‌دهنده سرعت بر حسب مکان
- دومی نمایش‌دهنده زمان سیر بر حسب مکان

در گراف نوعی نمایش داده شده در شکل ۲-۹، خروجی نرم‌افزار و نحوه تفسیر آن معرفی شده است.



شکل ۲-۹: خروجی نوعی نرم افزار شبیه‌سازی حرکتی قطار (CSPS)

(۱) محدودیت سرعت ناشی از شرایط هندسی خط (محدوده مجاز سرعت به رنگ سبز مشخص شده است)
(۲) منحنی سرعت قطار به صورت تابعی از مسافت (منحنی مشکی رنگ)
(۳) منحنی زمان سیر قطار به صورت تابعی از مسافت (منحنی قرمز رنگ)
(۴) ایستگاه و موقعیت توقف قطار
(۵) مشخصات هندسی خط – شیب و فراز و طول آنها (مستخرج از پروفیل مسیر)
(۶) مشخصات هندسی خط – قوس ها، شعاع و طول آنها (مستخرج از پلان مسیر)
(۷) موقعیت و نامگذاری شهری ایستگاه‌ها

مشخصات بهره‌برداری مهم‌ترین مولفه در سیستم‌های حمل و نقل گسترده مسافران می‌باشد، که این مولفه‌ها بطور مستقیم تابع وضعیت هندسی مسیر و طراحی ایستگاه می‌باشد. همچنین این مولفه‌ها می‌بایست منطبق و هماهنگ با پیکربندی فیزیکی سیستم حمل و نقل به منظور دستیابی به سرعت تجاری مورد نیاز، نظم در سرویس‌دهی، و هدف نهایی یعنی ظرفیت جابجایی مسافر باشند. بهترین روش تعریف سطح سرویس‌دهی با استفاده از زمان سیر بین‌ایستگاهی قابل تبیین می‌باشد. با استفاده از ویژگی‌های شتاب‌گیری و ترمزگیری قطار بهترین زمان سیر با در نظر گرفتن فاکتورهای راحتی و ایمنی مسافران (بخصوص برای مسافران ایستاده) بدست می آیند. حداکثر سرعت در شرایط بهره‌برداری نرمال ۹۰ کیلومتر بر ساعت می‌باشد. زمان‌های سفر بر اساس حداکثر سرعت بهره‌برداری در بخش سوم مطالعات شبیه‌سازی خواهند شد.

به علت عدم وجود و تامین درب‌های سنکرون در لبه سکو، شانس حضور مسافران در فاصله بسیار نزدیک به لبه سکو بالا می‌باشد. این شرایط برای ایستگاه‌های با حجم مسافر بالا محتمل می‌باشد. لذا جهت رعایت موضوعات ایمنی و احتیاط معمولا در خطوط مترو، محدودیت سرعت برای ورود قطار به سکو در نظر گرفته می‌شود. در اینجا سرعت ورودی برای تمام ایستگاه‌های خط اکسپرس B متروی تهران ۵۰ کیلومتر بر ساعت در نظر گرفته شده است. به عبارت دیگر هنگامیکه کابین جلویی قطار وارد ایستگاه درب‌ها سرعت قطار به ۵۰ کیلومتر برساعت تقلیل یافته است. قطار به چنین کاهش سرعتی جهت توقف کامل سکو را طی می‌نماید (تقریبا ۱۶۰متر). قطار مجاز به شتاب‌گیری و ترک ایستگاه بدون وجود هر گونه محدودیت سرعتی می‌باشد (برای کابین عقبی قطار).

ممکن است زمان خلاصی و حاشیه های تنظیم، محاسبه و به زمان سیر بین‌ایستگاهی مینیمم (بهینه) به یکی از دو روش ذیل، اضافه شود:

- با اضافه کردن زمانی ثابت بر اساس مسافت طی شده (بطور نوعی ۵ ثانیه به ازای هر کیلومتر سیر)
- با اضافه کردن درصدی از زمان سیر مینیمم و بهینه (بطور نوعی ۳٪ اضافه زمان علاوه زمان سیر مینیمم)

محدودیت های سرعت برای انجام شبیه‌سازی حرکتی قطار عبارتند از:

- در ورود به ایستگاه‌ها (۵۰ کیلومتر بر ساعت تا توقف در طول ۱۶۰متر بواسطه عدم وجود درب‌های سنکرون محافظ سکو)،
- در خطوط انحرافی،
- لینک ارتباطی با استفاده از سوزن نوع Tg 1:9 R190 و محدودیت سرعت ۲۵ کیلومتر بر ساعت،
- کراس‌اور تک با استفاده از سوزن نوع Tg 1:9 R190 و محدودیت سرعت ۲۵ کیلومتر بر ساعت،
- به منظور در نظر گرفتن رفتار حرکتی واقعی و پرهیز از وضعیت‌های شتاب‌گیری و ترمزی مکرر در فواصل کوتاه، پروفیل سرعت به شیوه ملایم افزایش یا کاهش یافته است،
- در نظر گرفتن زمان خلاصی و حاشیه تنظیم (۵ ثانیه به ازای هر کیلومتر سیر)،

با اضافه کردن قطارهای رزرو عملیاتی و سهم تعمیرات، می‌توان تعداد قطارهای مورد نیاز را محاسبه نمود.

همچنین محدودیت سرعت ورود به ایستگاه معادل ۵۰ کیلومتر بر ساعت از نظر موضوع گاباری و عدم تداخل بین گاباری قطار و سازه ایستگاه در سرویس‌دهی تجاری، راه گشا خواهد بود.

۹-۱-۲ مشخصات هندسی مسیر

جهت انجام شبیه‌سازی حرکتی قطار و تعیین سرعت تجاری، اطلاعات پلان و پروفیل مصوب مربوط به گزینه برتر در مطالعات استفاده خواهد شد.

سرعت یکی از عوامل موثر جهت جذب مسافر از دیگر وسائل حمل و نقل عمومی می‌باشد. افزایش حداکثر سرعت قطار سبب افزایش اندکی در سرعت تجاری بهره‌برداری خواهد شد.

مهم‌ترین فاکتور جهت افزایش سرعت تجاری و کاهش زمان سفر، کاهش تعداد قوس‌های مسیر و افزایش شعاع آنها، کاهش زمان مانور در ایستگاه‌های ترمینالی و یا دیگر فاکتورهای فیزیکی تاثیر گذار بروی عملکرد قطار می‌باشد.

حداکثر سرعت مجاز بهره‌برداری خط اکسپرس B ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت می‌باشد. با این وجود در قوس ها نیز محدودیت سرعت عبور نیز وجود خواهد داشت. در خط اکسپرس B متروی تهران حداکثر بربلندی[1] در قوس ها ۱۲۰ میلیمتر می‌باشد.

رابطه بین بربلندی تعادلی و سرعت عبور قطار مطابق رابطه زیر می‌باشد:

$$h = 11.8\ V^2 / R$$

که در آن h بربلندی تعادلی و بر حسب میلیمتر،

V سرعت عبور قطار بر حسب کیلومتر بر ساعت،

R شعاع قوس بر حسب متر.

شتاب جانبی متعادل نشده ۰.۴ متر بر مجذور ثانیه و استفاده از کسری بربلندی (در حد تحمل ناوگان و سطح آسایش مسافران) جهت عبور قطار در قوس ها توصیه می‌شود.

۹-۲ جمع‌بندی

بر اساس توضیحات این فصل، کریدور معرفی شده و ایستگاه‌های پیش‌بینی شده در بخش غربی خط اکسپرس B متروی تهران با توجه به جذب سفر مناسب و فاصله بین‌ایستگاهی بیش از ۳ کیلومتر در انطباق کامل با استراتژی بهینه بهره‌برداری می‌باشد.

۱۰ ارائه الزامات اولیه ایمنی و اضطرار

۱۰-۱ اصول بهره‌برداری در زمان خرابی

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.

[1] Cant

کراس‌اورها و خطوط کناری بصورت استراتژیک، طوری قرار گرفته‌اند که بتوانند وضعیتهای تنزل یافته‌ی متعددی را پشتیبانی کنند که در جدول ۱-۱ و شکل ۳-۴ موقعیت پیشنهادی کراس‌اورهای اضطراری در خط اکسپرس B پیشنهاد شده است.

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.

۱۰-۲ اصول اعلام و گزارش خرابی

در بهره‌برداری از سیستم مترو احتمال خرابی‌های مرتبط به ناوگان، سیستم سیگنالینگ و سیستم تأمین توان، بالا بوده و گزارش‌دهی بطور مستقیم توسط سیستم‌های مربوطه به مرکز کنترل بهره‌برداری ارسال می‌شوند و یا بصورت رادیویی توسط راهبر قطار و یا خدمه‌ی ایستگاه به کنترل‌کنندگان خط گزارش می‌شوند. همچنین خرابی در دپو و یا پارکینگ هم به ناظرین/کنترل‌کننده های دپو گزارش می‌شود.

کنترل‌کننده‌های خط/دپو به منظور کاهش تاثیرات خرابی، با تأیید سرپرست مرکز کنترل بهره‌برداری، برای واکنش‌ها و تصمیمات بهره‌برداری تصمیم‌گیری می‌نمایند (به عنوان مثال بهره‌گیری از تجهیزات رزرو و/یا عملکرد در وضعیت تنزل یافته). همچنین جهت رفع مشکل پیش آمده با کنترل‌کننده و مدیر تعمیر و نگهداری که عملکرد نگهداری سیستم‌ها را مدیریت می‌کند، هماهنگی و تعامل لازم بعمل می‌آید.

خرابی در سایر سیستم‌های الکترومکانیکال (به غیر از سیستم سیگنالینگ و دریافت کرایه اتوماتیک) بصورت اتوماتیک توسط سیستم اسکادا به کنترل‌کننده ی ارتباطات[1] گزارش می‌شود، تا کنترل‌کننده/سرپرست مرکز کنترل بهره‌برداری خط اصلی و یا دپو را از هرگونه تأثیر احتمالی در عملکرد قطار یا ایستگاه، که انتظار می‌رود، مطلع نماید. نشانه‌های خرابی با جزئیات در دستورالعمل ارائه شده توسط سازنده تجهیزات توضیح داده خواهد شد.

خدمه‌ی ایستگاه عملکرد ناصحیح تجهیزات فنی را به مدیریت ایستگاه گزارش می‌کند، و او نیز در صورت نیاز گزارش را به کنترل‌کننده‌ی ارتباطات ارسال می‌نماید. اگر تأثیراتی بر روی عملکرد ایستگاه و/یا قطار محتمل باشد، در این صورت مدیریت ایستگاه بطور مستقیم گزارش را به کنترل کننده/سرپرست مرکز کنترل بهره‌برداری ارسال می‌کند.

۱۰-۳ 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،

[1] Communication Controller

- 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 ترکشنی، 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

۱۰-۳-۱ 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.

۱۰-۳-۲ 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 می‌باشد.

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.

۱۰-۳-۲-۱ 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 بین‌ایستگاهی 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.

حداکثر زمان از پیش تعیین شده قبل از آغاز رویه ی تخلیه مسافران بستگی به ایمنی و آسایش مسافران دارد. بدون تأمین توان ترکشنی، قطارها می تواند حدود ۴۵ دقیقه (زمان دقیق وابسته به تعداد و توان باطری ها در مطالعات پایه ناوگان می‌باشد) تهویه اضطراری (صرفاً جهت ورود هوای تازه) و روشنایی اضطراری را فراهم نمایند. لذا حداکثر زمان برای شروع تخلیه‌ی مسافران به شرح جدول ۱-۱۰ می‌باشد.

جدول ۱-۱۰: حداکثر زمان برای شروع تخلیه ی مسافران

بی درنگ و بلافاصله (تخلیه بلافاصله بعد از توقف)	الف) قطار متوقف شده، توان ترکشنی از دست رفته و امکان استفاده از باطری های قطار جهت مصارف اضطراری میسر نمی‌باشد. یا ب) باطری ها قطار جهت مصارف اضطراری در دسترس بوده ولیکن حداقل یکی از سیستم های زیر مختل می‌باشد: • چراغهای اضطراری و بیرونی، • تهویه اضطراری، • رادیو، • تجهیزات ارتباطات درون قطار، • ترمز اضطراری (لازم است تا قطار توسط holding brake نگه داشته شود).
تخلیه بعد از ۲۰ دقیقه توقف	قطار به علت اختلال در تأمین توان ترکشنی متوقف شده است، ولی باطری قطار در دسترس بوده که در نتیجه همه سیستمهای اضطراری نیز در دسترس می باشند، ولی هیچ اطلاعات دقیقی مبنی بر تغییر شرایط تا ۲۰ دقیقه آتی وجود ندارد.
تخلیه بعد از ۳۰ دقیقه توقف	قطار متوقف شده است اما تأمین توان ترکشنی فراهم است. این زمان ممکن است به ۴۵ دقیقه نیز تمدید گردد درصورتیکه اطلاعات دقیقی وجود داشته باشد که قطار(ها) ممکن است در این بازه زمانی ادامه سیر دهند.

- تخلیه مسافران در درون تونل از طریق درب‌های مسافران انجام خواهد شد که رو به مسیر پیاده رو کنار دیواره‌های تونل و به سمت محل امنی است که ایمنی مسافران را حاصل کند.
- تخلیه مسافران از قطار بروی سطح، توسط درب‌های مسافری انجام خواهد شد که رو به مسیر پیاده رو و همراستا با مزر و حصار مسیر ریلی می‌باشد، و به سمت مکان‌های امن است که ایمنی مسافران را حاصل نماید. مکان امن در ایستگاه‌ها و نقاط میانی توسط درب‌های خروج اضطراری در امتداد حصارهای مرزی می‌باشند.
- مسافران معلول، به ویژه مسافران با صندلی چرخ دار باید توسط خدمه بهره‌برداری یاری شوند و از دورن قطار پیاده و تا رسیدن به مکان امن همراهی شوند. در صورتی که قطار در درون تونل متوقف شود، راهبر قطار در زمانی که نیاز به تخلیه مسافران است باید از کنترل‌کنندگان خط درخواست نماید که خدمه ایستگاه از نزدیکترین ایستگاه جهت کمک ارسال شوند. خدمه ایستگاه باید برای رسیدن به قطار از مسیر پیاده رو تونل استفاده می‌کنند.
- جهت تخلیه مسافران در تونل و مسیر ریلی، رویه‌هایی باید اتخاذ شوند که طی آنها ایمنی مسافران تضمین گردد. تأمین توان ترکشنی ایزوله شود، و قطارها بازیابی و عملکرد نرمال آنها هرچه سریعتر از سر گرفته شوند. این رویه‌ها باید در کتاب‌های قوانین و دستورالعمل‌های رویه‌های بهره‌برداری مرتبط برای پرسنل مرکز کنترل بهره‌برداری، ایستگاه‌ها و راهبران قطار آورده شوند.

- لازم به ذکر است که رویه‌های فوق الذکر جهت تخلیه‌ی مسافران از قطار بصورت "کنترل شده" یا "منظم" ارائه شده‌اند. با این حال، باید تضمین شود که اقدامات احتیاطی برای ایمنی مسافران، بهترین حفاظت را از مسافران در هنگام بروز تخلیه‌ی "کنترل نشده" یا "غیر منظم" فراهم می‌کند تا مسافران در تونل وحشت زده نشوند (به عنوان مثال کسانی که ترس از فضای تنگ و تاریک دارند، و یا به دلایل دیگر).
- در مدت زمان تخلیه مسافران، جهت تأمین ایمنی مسافران در حال پیاده شدن، بهره‌برداری از قطارها در مسیر مقابل می‌بایست متوقف شود. پس از تخلیه (قسمت (هایی) که در آنها تخلیه انجام شده است) و قبل از اتصال مجدد تامین توان ترکشنی، لازم است از مسیر درگیر شده سرکشی صورت گرفته تا اطمینان حاصل شود که هیچ مسافری در آنجا وجود ندارد.
- در شرایط توضیح داده در بندهای بالا که موسوم به مود ازدحام[1] می‌باشد، می‌بایست عملکرد سیستم تهویه و طراحی آن به گونه‌ای در نظر گرفته شود که حداکثر دمای تونل از ۴۰ درجه فراتر نرود.

۱۰-۳-۲-۲ مسیر پیاده رو داخل تونل

مناسب است سطح مسیر پیاده روی تونل به اندازه کافی بلند باشد تا قدم گذاشتن از کف قطار به سطح پیاده‌رو بیش از ۳۰ الی ۳۵ سانتیمتر نشود، و یا بطور تقریبی ارتفاع مسیر پیاده رو تا روی ریل (TOR) از ۷۵ سانتی متر کمتر نگردد.

۱۰-۳-۳ خرابی‌هایی که منجر به بهره‌برداری تنزل یافته می‌شوند

۱۰-۳-۳-۱ خطوط مسدود شده

بعد از اینکه مسافران و پرسنل از قطار پیاده شده و به پناهگاه و مکانی امن منتقل شدند و قطار متوقف شده از روی خط خارج شد، قسمت‌هایی از خط که هنوز برای سرویس روزانه در دسترس نیستند همچنان مسدود باقی می‌مانند. سرویس روزانه ممکن است در قسمت‌هایی از خط که در دسترس هستند با بالاترین سطح بهره‌برداری که مقدور است از سر گرفته شود.

آرایشهای مختلف بهره‌برداری جایگزین:

آرایش‌های جایگزین متعددی برای بهره‌برداری وجود دارد که ممکن است در شرایط انسداد خط با کراس‌اوور در موقعیت‌هایی که در جدول ۱-۱ و شکل ۳-۴ عنوان شده است، پیاده سازی شوند.

لوپ‌ها و مُد شاتل (سرویسهای رفت و برگشتی):

اقدامات مدیریت خرابی که پیشتر ذکر گردید امکان بهره‌برداری از قطار را در لوپ‌ها و سرویس‌های رفت و برگشتی[2] (بسته به طبیعت و موقعیت انسداد خط) فراهم می‌کند. بخش‌هایی که امکان بهره‌برداری لوپ‌های بهره‌برداری و یا سرویس‌های رفت و برگشتی در آنها وجود ندارد، باید مجهز به سرویس حمل و نقل سطحی توسط اتوبوس‌ها با توافقات درون‌شهری از پیش تعیین شده شوند.

۱۰-۳-۳-۲ انسداد خط دسترسی به دپو و پارکینگ قطارها

محدوده دپو و پارکینگ دارای دو خط موازی برای دسترسی به قسمت‌های مربوطه می‌باشند.

[1] Congested Mode
[2] Shuttle Services

چنانچه ارتباط یکی از خطوط ارتباطی مسیر اصلی و دپو روسطحی قطع گردد، مسیر دوم جهت دسترسی به محدوده دپو در دسترس می‌باشد.

۱۰-۳-۳-۳ خرابی های مربوط به مسیرهای ریلی

درصورتی که راهبران قطار خرابی مربوط به مسیر ریلی را تشخیص دهند، باید آن را به کنترل‌کنندگان خط گزارش دهند تا ایشان قسمتی از خط را برای بازرسی بصری توسط نزدیکترین رئیس ایستگاه و یا خدمه‌ی نگهداری مسدود کند.

در صورتیکه ریل شکسته شود و تاج ریل سالم باشد، خدمه ی نگهداری گیره ی اورژانسی و اضطراری را به ریل شکسته شده متصل می کنند. بعد از این تعمیرات موقت، بهره‌برداری قطارها روی این بخش امکان‌پذیر می‌باشد. پرسنل تعمیر و نگهداری در این شرایط باید هرگونه محدودیت سرعت را در صورت لزوم تعیین نمایند. تعمیرات نهایی روی ریل شکسته شده باید در بازه‌ی تعمیر و نگهداری که همان شب انجام می‌شود، به اتمام رسند.

۱۰-۳-۴ خرابی های اصلی و مهم سیستم سیگنالینگ

۱۰-۳-۴-۱ قطع لینک‌های ارتباطی بین سیستم سیگنالینگ با مرکز کنترل بهره‌برداری

در خلال بهره‌برداری در وضعیت نرمال، کنترل خط از طریق مرکز کنترل بهره‌برداری به انجام می‌رسد. فضای کاری هر کدام از کنترل‌کنندگان خط در مرکز کنترل بهره‌برداری (OCC) و کنترل‌کنندگان دپو (DCC) به دو ایستگاه کاری سیستم سیگنالینگ مجهز خواهند بود و علاوه بر آن سرپرست مرکز کنترل بهره‌برداری نیز به ایستگاه کاری مشابهی مجهز می‌باشد. هر ایستگاه کاری اجازه دسترسی وکنترل بهره‌برداری خط را خواهد داشت. این تجهیزات مشابه باعث می‌شوند که قابلیت وجود تجهیزات رزرو[1] تا اندازه‌ی مطلوبی برای شرایطی که هر ایستگاه کاری دچار قطع ارتباط و یا از کار افتادگی درب‌ها، فراهم شود.

۱۰-۳-۴-۲ از دست رفتن تجهیزات ATO/ATP بروی قطار

بهره‌برداری در شرایط تنزل یافته برای زمانیکه یکی از قطارها، سیستم ATO/ATP خود را از دست می‌دهد، امکان پذیر می‌باشد. بهنگام خرابی سیستم هدایت اتوماتیک قطار ATO و در شرایطی که سیستم حفاظت اتوماتیک قطار مربوطه ATP سالم در شرایط بهره‌برداری می‌باشد، راهبر قطار در مود سیگنالینگ کابین[2] هدایت قطار را انجام می‌دهد. قطار مذکور ممکن در سرویس روزانه، بسته به نظر کنترل‌کنندگان مرکز کنترل بهره‌برداری و در دسترس‌پذیری قطار رزرو، باقی بماند. راهبر نسبت به هدایت دستی قطار با توجه به محدودیت سرعت نمایش داده شده بروی صفحه نمایش ATP اقدام نموده و متناسباً به هنگام ورود به ایستگاه‌ها سرعت قطار را جهت رسیدن به نقطه توقف کاهش می‌دهد.

اما چنانچه سیستم ATP قطار نیز دچار خرابی شده باشد، راهبر نسبت به هدایت دستی قطار با سرعت محدود[3] با هماهنگی و مجوز مرکز کنترل بهره‌برداری اقدام می‌نماید. در این شرایط مسافران در اولین ایستگاه از قطار تخلیه شده و قطار از سرویس‌دهی روزانه خارج شده بطوریکه یا به دپو برگردانده شده و یا موقتاً در محدوده پارکینگ انتهای خط متوقف می‌شود، و پس از پایان بهره‌برداری روزانه و با حداکثر سرعت مجاز معین شده (در مطالعات ناوگان)، به دپو و پارکینگ انتقال می‌یابد.

لازم به ذکر است که در این وضعیت کنترل‌کنندگان مرکز کنترل بهره‌برداری، مسئول مسیردهی و هدایت بخش به بخش قطار در مود دستی با سرعت محدود می‌باشند.

---

[1] Redundancy
[2] Cab Signaling Mode
[3] Restricted Manual Speed Mode

۱۰-۳-۴-۳ از دست رفتن عملکرد تجهیزات کنارخطی ATP

در وضعیت خرابی محلی تجهیزات سیگنالینگ کنار خطی ATP، عملکرد این سیستم و حفاظت قطار در دسترس نبوده فلذا لازم است هدایت قطار توسط راهبر و در مود هدایت دستی با سرعت محدود (که در مطالعات ناوگان معین شده) و تحت نظارت مرکز کنترل بهره‌برداری به انجام رسد.

چنانچه خرابی پیش آمده محلی بوده، قطار پس از عبور از محدوده مربوطه به مود ATO و یا هدایت دستی تحت نظارت ATP کابین بازگشته و به بهره‌برداری نرمال ادامه می‌دهد.

چنانچه خرابی پیش آمده، محدود به منطقه‌ای مشخص نباشد (محلی نبوده) و بخش وسیعی از خط را شامل شود، سرپرست مرکز کنترل بهره‌برداری به کنترل‌کنندگان خط دستور هدایت قطارها بصورت ایستگاه به ایستگاه را خواهد داد. در این وضعیت قطار تنها در صورتی قادر به ورود به بخشی مابین دو ایستگاه خواهد بود که قطار جلویی ایستگاه را بطور کامل ترک نماید؛ لذا راهبر قطار نیازمند تایید کنترل‌کنندگان مرکز کنترل بهره‌برداری جهت ترک ایستگاه و ادامه سیر می‌باشد، و این هماهنگی توسط سیستم رادیو به انجام می‌رسد. در شرایطی که مناطق مختلفی بین ایستگاه‌های مختلف درگیر این موضوع باشد، سرپرست مرکز کنترل بهره‌برداری در خصوص اجازه حرکت قطارها در مود دستی و تحت نظارت ATP قطار، تصمیم می‌گیرد.

۱۰-۳-۵ خرابی های مهم قطار

۱۰-۳-۵-۱ توقف قطاری که بدون کمک قادر به حرکت می‌باشد (بعد از توقفی ناخواسته)

چنانچه قطار بعد از توقف در ایستگاه، تغییر خط در ایستگاه‌های ترمینالی و یا همچنین بصورت ناخواسته در فاصله بین‌ایستگاهی متوقف شود، این شرایط ممکن است منجر به تاثیر جدی بروی ترافیک خط و حتی حالت اضطراری گردد. در چنین شرایطی راهبر قطار شرایط را به مرکز کنترل بهره‌برداری گزارش می‌دهد، و کنترل‌کنندگان مرکز کنترل بهره‌برداری نسبت به ارائه توصیه‌هایی جهت عیب‌یابی و رفع مشکل به راهبر اقدام می‌نمایند. در چنین شرایطی ممکن است راهبر قطار موفق به رفع عیب و راه اندازی مجدد قطار گردد. لازم به ذکر است راهبرهای قطار برای مواجه با چنین شرایطی آموزش دیده و به کمک دستورالعمل‌های عیب‌یابی موجود در کابین نیز قادر به انجام چنین عملیاتی می‌باشند.

در بیشتر اوقات راهبر قطار موفق به بازگرداندن قطار، بعد از توقفی ناخواسته، به بهره‌برداری نرمال درب‌ها.

۱۰-۳-۵-۲ توقف قطاری که با کمک قطاری دیگر قادر به حرکت می‌باشد

قطار متوقف شده که امکان حرکت دادن آن وجود دارد، معمولاً توسط قطار بعدی (که مسافران آن در ایستگاه قبلی پیاده شده‌اند) کمک‌رسانی می‌شود، بنحویکه قطار سالم بعد از کوپل شدن قطار معیوب را به ایستگاه قبلی/بعدی رسانده و مسافران مانده در قطار معیوب در ایستگاه تخلیه شده و بعد از آن قطار معیوب از سرویس خارج درب‌ها. در چنین عملیاتی که قطاری توسط قطار دیگر کشیده/هل داده می‌شود، لازم است یکی از راهبران در کابین جلویی بوده و بوسیله رادیو راهبر قطار کمک‌رسان را از وضعیت مسیر مطلع نماید. حداکثر سرعت سیر در این وضعیت امداد رسانی حداکثر ۲۵ کیلومتر بر ساعت توصیه می‌شود.

۱۰-۳-۵-۳ توقف قطاری که بطور کلی قادر به حرکت نمی‌باشد

در وضعیتی که قطار متوقف شده در مسیر قادر به حرکت دادن نبوده، مسیر مسدود شده اعلام درب‌ها و تا زمانی که قطار از خط خارج نگردد این وضعیت ادامه خواهد داشت. در چنین شرایطی لازم است مسافران قطار معیوب بلافاصله از قطار پیاده شده و به سمت نزدیک‌ترین ایستگاه (به کمک پرسنل بهره‌برداری) هدایت شوند.

در شرایطی که قطار متوقف شده به علت شکستگی چرخ، بیرینگ، شفت و ... قادر به کشیدن یا هل دادن نمی‌باشد لازم است این عملیات صرفنظر ار خرابی چرخ‌ها و به کمک ابزار مخصوص (در صورت امکان) به انجام رسد. در این وضعیت دستورالعمل‌های ویژه‌ای جهت جلوگیری از آسیب به مسیرهای ریلی و انحرافی در نظر گرفته خواهد شد.

۱۰-۳-۵-۴ رد کردن نقطه توقف در ایستگاه

در صورتیکه قطار نقطه توقف را به فاصله کمتر از ۲ متر رد نماید، راهبر امکان حرکت معکوس و بازگشت به ایستگاه را خواهد داشت. لذا لازم است در تونل میزان مجاز ۲ متر علامت گذاری گردد. این حرکت رو به عقب مطابق با دستورالعمل‌های بهره‌برداری و ناوگان به انجام می‌رسد.

در صورتیکه قطار بیش از ۲ متر از محل توقف در ایستگاه فاصله گیرد، لازم است راهبر با هماهنگی مرکز کنترل بهره‌برداری و بدون توقف به سمت ایستگاه بعدی ادامه سیر نماید. در چنین وضعیتی راهبر قطار به مسافرانی که ایستگاه را جهت پیاده شدن از دست داده‌اند، توصیه می‌نماید که در ایستگاه بعدی پیاده شده و از قطار دیگری در جهت مخالف جهت رسیدن به مقصد خود استفاده نمایند.

۱۰-۳-۵-۵ خرابی درب‌های سالن مسافری

در شرایطی که بیش از سه درب در یک سمت قطار از کار افتاده و عملکرد آنها دچار نقص گردد، قطار در اولین ایستگاه ترمینالی، بمنظور جلوگیری از ممانعت تردد جریان مسافری (در شرایط اضطراری)، از سرویس روزانه خارج درب‌ها.

در شرایطی که کلیه درب‌های قطار دچار نقص شده و بصورت اتوماتیک توسط ATO و یا راهبر بعد از توقف در ایستگاه باز نشوند، راهبر اقدامات ذیل را به انجام می رساند:

- موقعیت صحیح توقف قطار در ایستگاه را کنترل می‌نماید.
- جهت باز کردن مجدد درب‌های قطار توسط کلید مربوطه داخل کابین اقدام می‌نماید.
- چنانچه موفق به باز شدن درب‌ها نگردید، مرکز کنترل بهره‌برداری به راهبر قطار اجازه کنترل و باز کردن درب‌ها را با اولویت بالاتر نسبت به سیستم ATP خواهد داد.
- چناچه درب‌ها در مرحله قبل با موفقیت باز نگردید، راهبر قطار از مسافران درخواست می کند درب‌ها را با اهرم مخصوص بصورت دستی باز نمایند.
- سرپرست مرکز کنترل بهره‌برداری، با توجه به شرایط خرابی، به تصمیم‌گیری جهت ادامه سرویس یا عدم سرویس‌دهی قطار مربوطه مبادرت خواهد نمود.

۱۰-۳-۶ از دست رفتن تامین توان ترکشنی

۱۰-۳-۶-۱ قطع کلی برق ولتاژ بالا

در صورتیکه تامین توان ترکشنی بطور کلی قطع گردد، کل سرویس‌دهی در خط دچار اختلال درب‌ها. در صورتیکه ادامه قطع برق ولتاژ بالا بیش از ۳۰ دقیقه محتمل باشد، سرویس‌دهی موقتاً تعلیق شده، و مسافران گیرافتاده در قطار در تونل از قطار پیاده می‌شوند. همچنین ورودی تمامی ایستگاه مسدود شده و از پذیرش مسافر خودداری درب‌ها، و تا رفع وضعیت اضطراری این تعلیق تمدید می‌شود.

اما چنانچه بازگشت برق در مدت ۳۰ دقیقه از لحظه قطع برق محتمل باشد، شرایط اضطراری و تنزل یافته اعلام شده و با مسئولیت مرکز کنترل بهره‌برداری و بدون پیاده شدن مسافران در تونل، بهره‌برداری تا زمان وصل مجدد برق تعلیق درب‌ها.

۱۰-۳-۶-۲ قطع تامین توان یکی از پستهای ترکشنی در شرایطی که برق ولتاژ بالا وصل می‌باشد

عملکرد سیستم و بهره‌برداری نرمال خط، با قطع تامین توان یکی از ترانس‌های ترکشنی دچار اختلال نخواهد شد (حتی در زمان اوج ترافیک). چنانچه تامین توان ترکشنی قطع گردد درصورتیکه برق ولتاژ بالا در دسترس باشد، اقدامات ذیل به انجام می‌رسد:

- در شرایطی که بعلت اتصال کوتاه و یا مصرف بیش از حد، کلیدهای قطع‌کننده مدار[1] تریپ داده باشند، در پست‌های ترکشنی بصورت اتوماتیک و به دفعات این کلیدها راه‌اندازی مجدد می‌گردند. بعد از این مرحله، هشداری در مانیتورینگ سیستم اسکادای کنترل‌کننده ارتباطات در مرکز کنترل بهره‌برداری نمایش داده می‌شود.
- چنانچه برق مجدداً وصل نگردید کنترل‌کنندگان خط (به درخواست کنترل‌کنندگان تامین توان) با تماس گروهی از راهبران قطارهایی که در بخش اتصال کوتاه واقع شده‌اند سوال می‌پرسد که آیا خطای برق بروی سیستم‌های کنترلی قطار آنها ثبت شده است و یا خیر. چنانچه طی این مراحل قطاری که اتصال کوتاه داشته شناسایی شود، کنترل‌کنندگان تامین توان بخش مربوطه را از مابقی خط ایزوله می‌نمایند. همچنین رویه‌های مرتبطی که در آنها دستورالعمل‌های بهره‌برداری برای پرسنل مرکز کنترل بهره‌برداری و راهبران قطارذکر شده است، موجود و در اختیار پرسنل بهره‌برداری خواهند بود.
- چنانچه به روش شرح داده شده در بند بالا موقعیت خرابی و بخش مربوطه شناسایی نگردید، کنترل‌کننده تامین توان کلیه کلیدهای تمامی بخشها را باز نموده و در ادامه بمنظور تشخیص موقعیت خرابی، کلیدها را یک به یک وصل می‌نماید.
- بعد از تشخیص موقعیت خرابی و بخش مربوطه، کنترل‌کنندگان تامین توان، بمنظور کاهش مناطق درگیر و کوتاه نمودن طول منطقه خرابی، حداکثر تعداد ممکن کلیدهای قدرت را وصل می‌نمایند. در صورتیکه خرابی مربوطه به یکی از قطارها باشد، راهبر قطار مربوطه می‌بایست، بمنظور ایزوله کردن قطار از سیستم تامین توان، و با راهنمایی‌های مرکز کنترل بهره‌برداری قطار را خاموش نگه دارد. بعد از آن کنترل کنندگان تامین توان بخش مربوطه را برق‌دار کرده و عملیات نجات قطار معیوب توسط قطار سالم دیگری با کشیدن/هل دادن تا دپو و یا پارکینگ به انجام می‌رسد.

۱۰-۳-۷ اختلال مرکزی در عملکرد سیستم اسکادا تامین توان

طراحی و عملکرد تجهیزات اسکادا مرکزی با قابلیت رزرو[2] می‌باشد. اما صرفنظر از این عملکرد، چنانچه سیستم اسکادای مرکزی ناتوان از کنترل و مانیتورینگ وضعیت اطلاعات بماند، کنترل‌کنندگان ارتباطات، بمنظور انجام تعمیرات اضطراری، موضوع را به اطلاع کنترل‌کنندگان تعمیر و نگهداری می‌رساند. ایشان همچنین نسبت به اطلاع‌رسانی به روسای ایستگاه‌ها اطلاع‌رسانی کرده و دستور می‌دهد کلیه هشدارهای نمایش داده شده در اتاق عملیات ایستگاه را گزارش نمایند. رئیس ایستگاه نیز دستور لازم جهت بازرسی مداوم از تجهیزات CSC، LPS و مابقی اتاق‌های فنی توسط پرنسل ایستگاه را صادر می‌نماید.

[1] Circuit Breakers
[2] Redundant

همچنین چنانچه سوئیچینگ در یکی از پست‌های ترکشنی ضرورت داشته باشد، شخصی مجاز از تیم تعمیر و نگهداری در پست مربوطه بصورت آماده باش استقرار یافته تا با دستور کنترل‌کنندگان تامین توان و بصورت دستی عملیات سوئیچینگ مورد نیاز را به انجام رساند.

۱۰–۳–۸ سیستم کنترل تهویه تونل

بهنگام بروز اختلال در سیستم اسکادا، کنترل کننده ارتباطات، روسای ایستگاه‌های درگیر را بوسیله تلفن مطلع کرده و دستور می‌دهد که با توجه به مود عملکردی مورد نیاز آن ایستگاه، و از طریق تابلوی سیستم تهویه در اتاق عملیات ایستگاه، عملکرد فن‌ها را کنترل نمایند.

۱۰–۳–۹ خرابی سیستم رادیو

در بهره‌برداری نرمال نیاز محدودی به ارتباط از طریق رادیو می‌باشد، در صورت خرابی سیستم رادیوی قطار، رئیس ایستگاه در ایستگاه پیش‌روی، رادیوی دستی به راهبر قطار تحویل می‌دهد.

در وضعیتی که کل سیستم رادیو دچار اختلال شده است، تمامی قطارها در اولین ایستگاه تا رفع مشکل مربوطه متوقف باقی می‌مانند. رئیس ایستگاه راهبر قطار متوقف مانده را از آخرین وضعیت مطلع می‌نماید. بسته به زمان برطرف‌سازی اختلال سیستم رادیو، سرپرست مرکز کنترل بهره‌برداری در خصوص بستن ایستگاه‌ها و تخلیه مسافران تصمیم‌گیری می‌نماید. لازمه از سرگیری فعالیت ایستگاه و بهره‌برداری قطارها، رفع اختلال سیستم رادیو می‌باشد.

۱۰–۳–۱۰ اختلال در سیستم اطلاع رسانی به مسافران

بهنگام بروز اختلال در سیستم اطلاع‌رسانی به مسافران بروی قطار، راهبر قطار شرایط را به کنترل‌کنندگان مرکز کنترل بهره‌برداری گزارش نموده و ایشان نیز شرایط را به اطلاع روسای ایستگاه‌ها می‌رساند. روسای ایستگاه‌ها نیز پرسنل بهره‌برداری ایستگاه را موظف به اطلاع‌رسانی مناسب با استفاده از سیستم اطلاع‌رسانی ایستگاه و یا بلندگوهای مربوطه می‌نمایند.

۱۰–۴ بهره‌برداری تنزل یافته ایستگاه

۱۰–۴–۱ از دست رفتن تامین توان اصلی

در شرایطی که برق اصلی ایستگاه قطع درب‌ها، قسمتی از سیستم توزیع برق ولتاژ پایین که بارهای ضروری را تغذیه می‌کند، همچنان توسط سیستم UPS[1] برق‌دار باقی خواهد ماند. سیستم UPS ایستگاه‌ها برق لازم را برای سیستم‌هایی نظیر دریافت کرایه اتوماتیک، سیگنالینگ، سیستم مدیریت ساختمان، تجهیزات ارتباطات، و سیستم اعلام حریق را برای زمان مشخصی تامین خواهد کرد و هدف آن بستن و تعطیلی ایستگاه‌ها بصورت ایمن و مدیریت صحیح ایستگاه بهنگام شرایط اضطراری می‌باشد.

چنانچه برق اصلی بمدت ۱۰ دقیقه قطع گردد، ورودی اصلی سکوها لازم است توسط نوارهای مسدود کننده بسته شود تا از ازدحام بیش از حد مسافران بروی سکو جلوگیری شود. چنانچه ۲۰ دقیقه از قطع برق گذشته باشد و همچنان اطلاع دقیقی در خصوص وصل مجدد آن در دست نباشد، ایستگاه‌ها تعطیل شده و مسافران از ایستگاه تخلیه می‌شوند. بعد از تخلیه مسافران لازم است بارهای

[1] Uninterrupted Power Supply

روشنایی محدودتر شده مگر آنکه مسافران گیرافتاده در قطار مجاور آن ایستگاه در حال تخلیه در تونل و حرکت به سمت آن سکو باشند.

در صورتیکه تامین توان بطور کلی دچار قطعی گردد، و بعد از گذشت زمانی از پیش تعیین شده، اطلاع دقیقی از وصل مجدد آن در دسترس نباشد آنگاه سرویس‌دهی روزانه معلق شده و لازم است که ایستگاه مقتضی و یا کلیه ایستگاه‌ها مطابق با برنامه بهره‌برداری اضطراری موقتاً تعطیل شوند.

۱۰-۴-۲ قطع برق یکی از پست‌های LPS ایستگاه

در شرایطی که تامین توان یکی از پست‌های LPS ایستگاه با اختلال مواجه شود، LPS دیگر بگونه‌ای طراحی شده است که پاسخگوی نیاز بار نرمال ایستگاه در شرایط اضطراری نیز باشد.

۱۰-۴-۳ ازدحام بیش از حد

در شرایطی که خطر ازدحام بیش از حد مسافران در یک ایستگاه دور از ذهن نمی‌باشد، رئیس ایستگاه با همکاری و مجوز سرپرست مرکز کنترل بهره‌برداری نسبت به تعطیلی موقت ایستگاه مبادرت می‌نماید.

۱۰-۴-۴ خرابی پله برقی

در شرایطی که پله‌برقی‌ها بهنگام بروز خرابی بصورت اتوماتیک متوقف نگردند، پرسنل ایستگاه بصورت دستی آنها را از بهره‌برداری خارج می‌نمایند. رئیس ایستگاه نیز خرابی را بطور مستقیم به کنترل‌کنندگان ارتباطات در مرکز کنترل بهره‌برداری گزارش کرده و ایشان درخواست تعمیرات را در اسرع زمان را به تیم تعمیر و نگهداری اعلام خواهند کرد.

همچنین رئیس ایستگاه با توجه به حجم جریان مسافر عبوری نسبت به جهت‌دهی صحیح بهره‌برداری از دیگر پله‌برقی‌های ایستگاه اقدام خواهد نمود. پله‌برقی ثابت بعنوان راه پله توسط مسافران قابل استفاده خواهد ماند.

۱۰-۴-۵ خرابی آسانسور

بمنظور امکان درخواست کمک توسط مسافران معلول و ناتوان، لازم است آسانسورها به سیستم اینترکام و ارتباط داخلی در کنار درب‌ها مجهز شوند. در شرایطی که یکی از آسانسورها خراب شود، آسانسور به بالاترین سطح حرکت کرده و متوقف می گردد. لذا چنانچه آسانسور جایگزین موجود نباشد، مسافران معلول که ناگزیر به استفاده از آسانسور می‌باشند، قادر به دسترسی به سطح سکو نخواهند بود. رئیس ایستگاه نیز ضمن اطلاع‌رسانی بوسیله اعلامیه‌هایی در کنار آسانسور، خرابی را بطور مستقیم به کنترل‌کنندگان ارتباطات در مرکز کنترل بهره‌برداری گزارش کرده و ایشان درخواست تعمیرات را در اسرع زمان را به تیم تعمیر و نگهداری اعلام خواهند کرد. در مواقع لزوم و امکان‌پذیر پرسنل ایستگاه نسبت به کمک‌رسانی به مسافران معلول امدادرسانی می‌نمایند.

همچنین پرسنل ایستگاه، بمنظور نجات مسافران گیر افتاده درون آسانسور، آموزش‌های لازم را خواهند دید.

بر اساس توضیحات فوق، لازم است پیش بینی و تعبیه امکانات لازم در طراحی کابین‌های آسانسور به منظور استفاده مسافرین در شرایط بحرانی طبق ضوابط استاندارد و اطلاع‌رسانی کارکنان بهره‌برداری از خرابی آسانسور در نظر گرفته شود.

۱۰-۴-۶ خرابی سیستم اعلام حریق

در شرایطی که سیستم اعلام حریق دچار اختلال درب‌ها، رئیس ایستگاه موضوع را به کنترل کننده ارتباطات گزارش می‌نماید.

رئیس ایستگاه همچنین پرسنل بهره‌برداری و حراست را مسئول گشت‌زنی در مکان‌هایی که احتمال وقوع آتش سوزی وجود دارد، خواهد کرد. بعلاوه رئیس ایستگاه قادر خواهد بود با استفاده از دوربین‌های مدار بسته مناطق مشکوک به حریق را کنترل نماید. تا

زمانیکه که سیستم اعلام حریق به شرایط نرمال بهره‌برداری بازنگشته است این گشت‌زنی‌ها و مانیتورینگ‌های جدی در فضاهای ایستگاهی ادامه خواهد داشت.

۱۰-۴-۷ خرابی تجهیزات دریافت کرایه اتوماتیک

سیستم دریافت کرایه اتوماتیک می‌بایست بگونه‌ای طراحی شود که تمامی اجزا بصورت مستقل قادر به عملکرد باشند. خرابی جزئی از سیستم و یا خرابی کل سیستم دریافت کرایه اتوماتیک، نباید باعث اختلال در تردد مسافران و عملکرد ایستگاه شود.
در وضعیت خرابی کلی سیستم دریافت کرایه اتوماتیک، دسترسی به ایستگاه دچار اختلال نخواهد شد. در این شرایط سرپرست مرکز کنترل بهره‌برداری به رئیس ایستگاه دستور می‌دهد که در فاصله زمانی خرابی تجهیزات مربوطه، ایستگاه بصورت دسترسی آزاد بهره‌برداری شود.

۱۰-۵ اصول بهره‌برداری در شرایط بسته شدن موقت خط

مُدهای بهره‌برداری تنزل یافته شامل موارد ذیل خواهد بود:

- سرویس‌دهی مشروط : یک یا دو طرف خط بصورت مستقل از یکدیگر بهره‌برداری خواهند شد، بنحویکه قطارها به واسطه وجود کراس‌اورهای اضطراری در ایستگاه‌های میانی خط خود را عوض می‌نمایند.
- بهره‌برداری تک‌خطه : علاوه بر سرویس‌دهی مشروط، امکان بهره‌برداری دو جهته برای ایستگاه‌های محدودی در خط نیز وجود خواهد داشت.

بهره‌برداری برای سرویس‌دهی مشروط و سرویس‌دهی در جهت مخالف با پیش‌بینی تجهیزات سیگنالینگ مرتبط و خطوط برق‌رسانی شده بصورت مجزا برای خط رفت و برگشت امکان‌پذیر خواهد بود.
زمانیکه حادثه‌ای در خط اتفاق می‌افتد، سبب انسداد خط شده و سیر قطار در محدوده درگیر را غیرممکن خواهد کرد. بنابراین، بهره‌بردار قادر می‌باشد به لطف سرویس‌های مشروط بهره‌برداری را برای مناطقی که متاثر از حادثه نمی‌باشند ادامه دهد.
دو امکان برای بهره‌برداری تنزل یافته از خط به کمک استفاده از تجهیزات نصب شده بروی مسیر اصلی بمنظور شانت قطار از مسیری به مسیر دیگر وجود خواهد داشت:

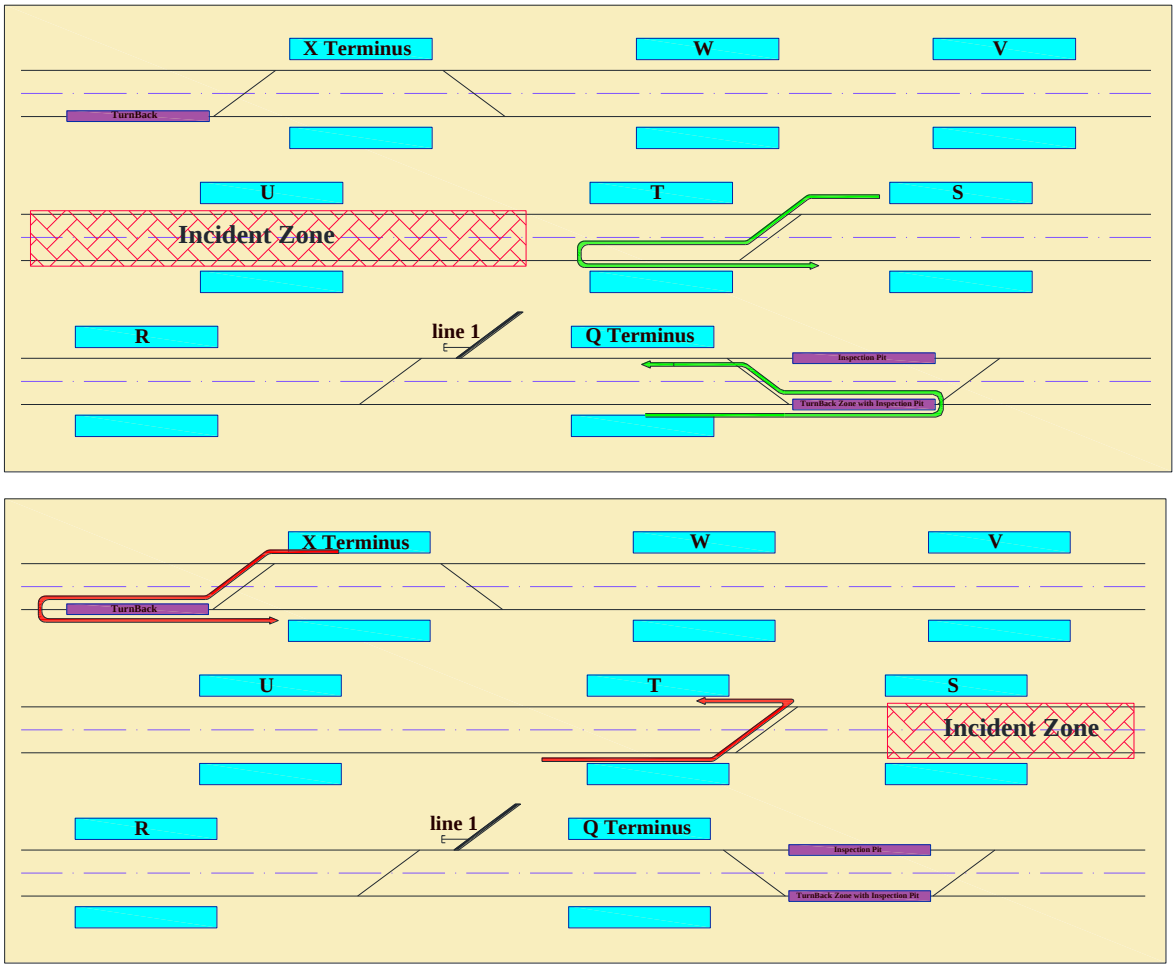
- سرویس مشروط و استفاده از کراس‌اورهای اورهای اضطراری جانمایی شده در مسیر اصلی
- بهره‌برداری موقت تک خطه

سیستم و تجهیزات می‌بایست به گونه طراحی شوند که زمانیکه حادثه‌ای اتفاق می‌افتد، بتوان در زمان کوتاهی محدوده متاثر را ایزوله نمود. کراس‌اورهای اضطراری مسیر به همین منظور و تامین چنین نیازمندی‌هایی در موقعیت مناسب جانمایی می‌گردند.
تجهیزات بهره‌برداری بصورت دو جهته نیز، جهت افزایش انعطاف‌پذیری در جابجایی قطارها به هنگام وقوع حادثه مورد استفاده قرار خواهند گرفت.

۱۰-۵-۱ سرویس های مشروط

زمانیکه حادثه هر دو مسیر حرکتی را متاثر نموده است، استفاده از سرویس‌دهی مشروط مناسب‌ترین راه حل خواهد بود. از آنجائیکه در این روش بهره‌برداری سفر مسافران در محدوده انسداد یافته قطع درب‌ها، لذا لازم است در کوتاهترین زمان ممکن سرویس‌های

موقت اتوبوسی رو سطحی در منطقه درگیر جهت انتقال و دسترسی مسافران به دو طرف خط فراهم گردد. کراس‌اورهای اضطراری معمولا در موقعیت‌های با ترافیک مسافر بالا و یا ارتباط با دیگر مُدهای حمل و نقل نظیر BRT، اتوبوس‌هاس شهری، ایستگاه راه‌آهن و یا مسیرهای ارتباطی به فرودگاه و ... جانمایی درب‌ها.



شکل ۱-۱۰: نمونه بهره‌برداری تنزل یافته مشروط بهنگام وقوع حادثه و درگیری هر دو خط حرکتی

۱۰-۵-۲ بهره‌برداری موقت بصورت تک خطه

زمانیکه که حادثه یکی از خطوط را متاثر کرده است، بهره‌برداری موقت بصورت تک خطه راه حل مناسبی تا زمان رفع انسداد مسیر می‌باشد.

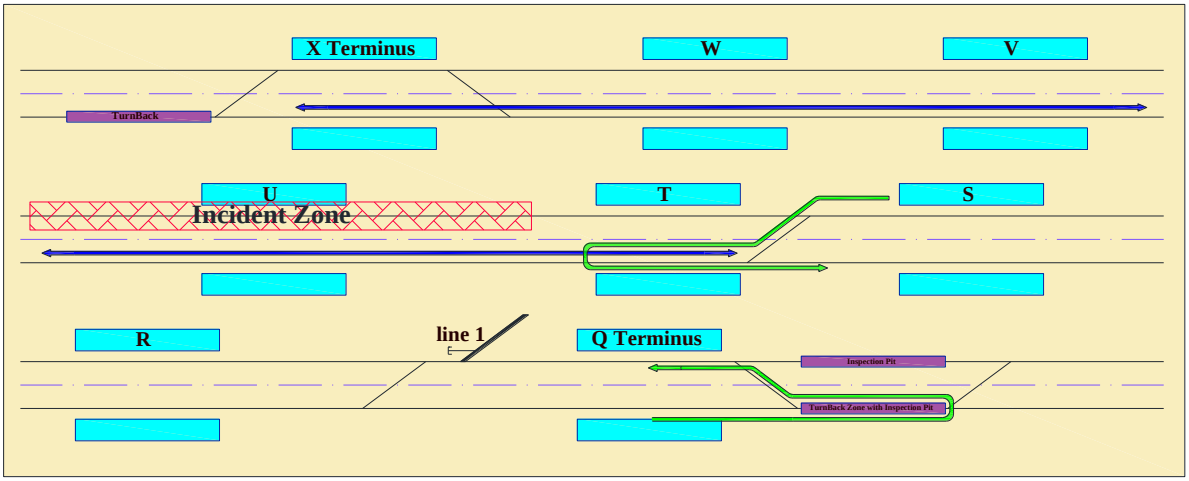
با وجود اینکه این روش بهره‌برداری تنزل یافته هدوی بین قطارهای را افزایش می دهد (احتمالا دو برابر)، لیکن از آنجائیکه سفر مسافران منقطع نمی‌شود دارای مزیت خواهد بود. راه حل مذکور برای غربی خط اکسپرس B نیز قابل استفاده می‌باشد.

شکل ۲-۳: نمونه بهره‌برداری تنزل یافته تک خطه بهنگام وقوع حادثه و درگیری یک خط حرکتی

به منظور بهره‌برداری به این شیوه شرایط ذیل مورد نیاز می‌باشد:

- سیستم سیگنالینگ می‌بایست امکان حرکت دو جهته برای قطار را فراهم نماید.
- تامین توان هر مسیر می‌بایست مجزا از یکدیگر بوده و همچنین بخش‌بندی مسیر نیز می‌بایست برق‌دار بودن و یا نبودن بخش‌هایی از مسیر را امکان‌پذیر نماید.
- چیدمان و جهت کراس‌اورهای اضطراری می‌بایست امکان ورود و خروج قطار را به مسیر مقابل فراهم نماید.

با این وجود چنانچه آخرین شرط گفته شده تامین نشود ولی تجهیزات سیگنالینگ امکان بهره‌برداری دو جهته را فراهم نماید، بهره‌برداری در مود رفت و برگشتی (مود شاتل) برای دو یا تعداد بیشتری ایستگاه همچون شکل زیر را فراهم خواهد کرد.



شکل ۲-۱۰: نمونه بهره‌برداری تنزل یافته بصورت رفت و برگشتی بهنگام وقوع حادثه و درگیری یک خط حرکتی

با جانمایی یک کراس‌اور اضطراری برای ایستگاه نمونه T امکان بهره‌برداری به شیوه رفت و برگشتی فراهم خواهد شد، و بهره‌برداری رفت و برگشتی همزمان بهره‌برداری مشروط یک طرف خط امکان پذیر شده و تبعات بسته بودن یک مسیر به حداقل خواهد رسید.