شرکت حمل و نقل ریلی (مترو)
غرب استان تهران

مشـــــاوران اندیشکار مشـــــاوران نقش محیط

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

مطالعات برنامه ریزی حمل و نقل (TRF۱)

تاریخ: اردیبهشت ماه ۱۴۰۳

شناسه گزارش: WestMetro-۹۵۰۴۲-TRF۱-۰۰

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 برنامه ریزی حمل و نقل (TRF[1])

اردیبهشت 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 برنامه ریزی حمل و نقل (TRF۱)	
شماره قرارداد	۰۲/م/۰۳۸	
تاریخ قرارداد	۱۴۰۲/۰۲/۱۶	
شناسه گزارش	WestMetro-۹۵۰٤۲-TRF۱-۰۰	
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 حسام شعشعه	مدیر فنی پروژه
	مهندس سامان مشاق زاده دکتر مهدی باوقار	مشاوران عالی پروژه
	طناز علائی تبار	سایر عوامل کلیدی پروژه
	سارا احمدی نژاد	
	میثم رحیمی	
	مارال زمانپور	
	پدرام فریدزاد	
	کوثر نوفلی	
ارسال گزارش	تعداد نسخه	یک
	تاریخ ارسال	اردیبهشت ۱۴۰۳
	شماره نامه ارسال	

فهرست مطالب

فصل ۱: مرور مطالعات فرادست ۱۰

۱-۱ مرور نتایج طرح جامع حمل‌ونقل شهر و حومه ۱۰
۱-۱-۱- بررسی موقعیت طرح‌های توسعه شبکه معابر و تقاطع‌ها ۱۰
۱-۱-۲- بررسی موقعیت طرح‌های توسعه پارکینگ‌ها و پارک‌سوارها ۱۵
۱-۱-۳- بررسی موقعیت پیاده راه‌ها ۱۹
۱-۱-۴- بررسی وضعیت سایر طرح‌های پیشنهادی در محدوده کریدور ریلی ۲۲
۱-۱-۵- بررسی نحوه ارتباط حمل‌ونقل همگانی شهر با حومه شهر ۲۲
۱-۲- بررسی نتایج مرحله اول مطالعات تفصیلی حمل‌ونقل همگانی شهر و حومه ۲۴
۱-۲-۲- بررسی موقعیت ایستگاه‌ها و دلایل انتخاب آن ۲۷
۱-۲-۳- بررسی نحوه اندرکنش ایستگاه‌ها با سایر وسایل حمل‌ونقل ۴۰
۱-۲-۴- بررسی میزان تبادل سفر بین وسایل حمل‌ونقل مختلف در ایستگاه‌ها و تعیین مقیاس ایستگاه ۴۲
۱-۲-۵- بررسی میزان تبادل سفر در ایستگاه‌های مشترک خطوط مختلف ۶۴
۱-۲-۶- بررسی توزیع زمانی تقاضا در کریدور و ایستگاه‌ها ۶۴
۱-۲-۷- بررسی نحوه ارتباط کریدورهای مختلف ریلی ۶۶
۱-۲-۸- بررسی نوع سامانه ریلی پیشنهادی ۶۶

فصل ۲: شناسایی حوزه نفوذ ایستگاه از منظر مطالعات ترافیک ۷۸

۲-۱- شاخص‌های موثر در تعیین حوزه نفوذ ایستگاه ۷۹
۲-۱-۱- دسترسی ۷۹
۲-۱-۲- حمل و نقل همگانی ۸۱
۲-۱-۳- حمل و نقل غیر موتوری (انسان محور) ۸۴
۲-۱-۴- ظرفیت تقاضای سفر ۸۶
۲-۱-۵- نوع و عملکرد ایستگاه ۸۷
۲-۲- سهم مسافران ورودی به ایستگاه‌ها از ناحیه‌های ترافیکی مختلف ۸۹
۲-۳- تعیین کریدورهای اصلی دسترسی عابر پیاده و دوچرخه به ایستگاه ۹۷
۲-۴- تعیین کریدورهای اصلی دسترسی با سواری شخصی ۱۰۰

۲-۵- تعیین کریدورهای اصلی دسترسی با حمل و نقل همگانی به ایستگاه و بررسی اثرات سیستم یکپارچه حمل و نقل همگانی بر آن **۱۰۰**
۲-۶- تعیین حوزه نفوذ ایستگاه‌ها **۱۰۱**
۲-۷- تعیین مقیاس عملکردی ایستگاه‌ها **۱۰۴**

فصل ۳: تعیین گستره مکانی ایستگاه‌ها از منظر مطالعات ترافیک **۱۰۵**

۳-۱- شاخص‌های مکان‌یابی ایستگاه‌ها **۱۰۶**
۳-۱-۱- عملکرد سیستم ۱۰۸
۳-۱-۲- عوامل فنی و اقتصادی ۱۱۰
۳-۲- شاخص‌های دسترسی (سواره و پیاده) به ایستگاه‌ها **۱۱۱**
۳-۲-۱- معرفی شاخص‌های دسترسی ۱۱۲
۳-۲-۲- حمل و نقل همگانی ۱۱۴
۳-۲-۳- حمل و نقل غیر موتوری (انسان محور) ۱۱۷
۳-۳- کاربری‌های پُر تقاضا در حوزه نفوذ ایستگاه‌ها **۱۱۹**
۳-۴- تعیین اولویت دسترسی کاربری‌های مهم به ایستگاه‌ها **۱۲۰**
۳-۵- تعیین کفایت معابر / تقاطع‌ها برای جانمایی ایستگاه‌ها **۱۲۰**
۳-۵-۱- شاخص مورد نیاز برای بررسی کفایت معبر ۱۲۱
۳-۵-۲- تحلیل نتایج و اقدامات اصلاحی مورد نیاز ۱۲۲
۳-۶- تعیین گستره مکانی ایستگاه‌ها **۱۲۹**
۳-۶-۱- مسیرهای دسترسی موجود ایستگاه ۱۳۰
۳-۶-۲- کاربری‌های مهم ایستگاه ۱۳۱
۳-۶-۳- بررسی کفایت معابر ایستگاه ۱۳۲
۳-۶-۴- پیشنهاد ورودی‌های ایستگاه ۱۳۳
۳-۶-۵- پیشنهاد اولیه ایجاد تسهیلات در ایستگاه ۱۳۴
۳-۷- پیشنهاد شیوه‌های دسترسی به ایستگاه‌ها (سواره، پیاده و دوچرخه) **۱۳۵**
۳-۸- پیشنهاد مقدماتی پارک سوار، پارک دوچرخه و پارکینگ‌ها در محدوده‌ی ایستگاه‌ها **۱۳۷**

فصل ۴: تعیین گستره کریدور ریلی غرب استان تهران از منظر مطالعات ترافیک **۱۳۹**

۴-۱- معرفی شاخص‌های مسیریابی **۱۴۰**
۴-۱-۱- الگوی شبکه ۱۴۲
۴-۱-۲- تقاضای سفر ۱۴۷
۴-۱-۳- پوشش شبکه ۱۵۳
۴-۱-۴- محدودیت‌های فنی ۱۵۴
۴-۱-۵- هزینه ۱۵۵
۴-۲- تعیین نقاط اجباری برای عبور کریدور **۱۵۶**
۴-۲-۱- نقطه شروع و پایان اجباری کریدور مترو غرب تهران ۱۵۷
۴-۲-۲- نقاط تبادلی با سایر خطوط مترو و حومه‌ای ۱۵۷
۴-۲-۳- نقاط پر تقاضا یا با کاربری خاص ۱۵۸
۴-۲-۴- محدوده‌های اجباری عدم عبور کریدور مترو غرب استان تهران ۱۵۸
۴-۲-۵- نقاط پیشنهادی عبور با بیش از یک تسهیلات حمل و نقل همگانی یا پارکینگ ۱۶۰
۴-۲-۶- جمع‌بندی نقاط اجباری عبور و عدم عبور در محدوده ایستگاه‌ها ۱۶۲
۴-۳- بررسی ویژگی‌های ترافیکی شبکه معابر در طول کریدور **۱۶۴**
۴-۴- بررسی ویژگی‌های ترافیکی تقاطع‌ها در طول کریدور **۱۶۴**
۴-۵- بررسی ویژگی‌های سایر خطوط حمل و نقل همگانی در طول کریدور **۱۶۵**
۴-۶- بررسی کفایت ظرفیت معابر برای عبور هم‌سطح خطوط **۱۶۹**
۴-۷- تدوین گستره کریدور ریلی با در نظر گرفتن برنامه‌ریزی حق تقدم عبور سامانه ریلی در معابر و تقاطع‌ها **۱۷۰**

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱ : وضعیت شبکه معابر موجود شهرهای غربی تهران ۱۱
شکل ۱-۲ : وضعیت شبکه معابر پیشنهادی شهرهای غربی تهران ۱۲
شکل ۱-۳ : نوع کاربری پیشنهادی طرح تفصیلی در اطراف شبکه معابر و خط مترو غرب ۱۲
شکل ۱-۴ :نوع کاربری پیشنهادی طرح جامع در اطراف شبکه معابر و خط مترو غرب ۱۳
شکل ۱-۵ : کاربری موجود در اطراف شبکه معابر و خط مترو شهرهای غربی ۱۴
شکل ۱-۶ : نقشه پهنه بندی حریم (پیشنهادی) در اطراف شبکه معابر و خط مترو شهرهای غربی ۱۴
شکل ۱-۷ : نقشه نوع کاربری حریم (موجود) در اطراف شبکه معابر و خط مترو شهرهای غربی ۱۵
شکل ۱-۸ : پارکینگ، پایانه درون‌شهری، پایانه برون‌شهری و ایستگاه مترو در طرح جامع (راهبردی-ساختاری) شهر قدس ..۱۷
شکل ۱-۹ : پارکینگ، پایانه درون‌شهری، پایانه برون‌شهری و ایستگاه مترو در طرح جامع (راهبردی-ساختاری) شهر شهریار ۱۸
شکل ۱-۱۰ : پارکینگ، پایانه درون‌شهری، پایانه برون‌شهری و ایستگاه مترو در طرح جامع (راهبردی-ساختاری) شهر ملارد ..۱۹
شکل ۱-۱۱ : دلایل احداث پیاده‌راه در سطح شهر ۲۰
شکل ۱-۱۲ : حجم کل همسنگ سواری و برآورد مسافران مجموعه شهرهای غرب استان تهران-تهران بر اساس اطلاعات برداشت شده ۲۴
شکل ۱-۱۳ شبکه ریلی حومه‌ای موجود و در دست اجرا ۲۵
شکل ۱-۱۴ تقاطع غیرهمسطح در مسیر محدوده موردمطالعه ۲۷
شکل ۱-۱۵ : محل ایستگاه‌های مترو در طرح جامع (راهبردی-ساختاری) ۲۸
شکل ۱-۱۶ : نمایی از عکس هوایی ایستگاه Exp B۰۱ و مسیرهای دسترسی و شیوه‌های حمل‌ونقلی موجود ۳۱
شکل ۱-۱۷ : نمایی از عکس هوایی ایستگاه Exp B۰۲ و مسیرهای دسترسی و شیوه‌های حمل‌ونقلی موجود ۳۲
شکل ۱-۱۸ : نمایی از عکس هوایی ایستگاه Exp B۰۳ و مسیرهای دسترسی و شیوه‌های حمل‌ونقلی موجود ۳۳
شکل ۱-۱۹ : نمایی از عکس هوایی ایستگاه Exp B۰-۱ و مسیرهای دسترسی و شیوه‌های حمل‌ونقلی موجود ۳۴
شکل ۱-۲۰ : نمایی از عکس هوایی ایستگاه Exp B۰٤ و مسیرهای دسترسی و شیوه‌های حمل‌ونقلی موجود ۳۵
شکل ۱-۲۱ : نمایی از عکس هوایی ایستگاه Exp B۰۵ و مسیرهای دسترسی و شیوه‌های حمل‌ونقلی موجود ۳۶
شکل ۱-۲۲ : نمایی از عکس هوایی ایستگاه Exp B۰٦ و مسیرهای دسترسی و شیوه‌های حمل‌ونقلی موجود ۳۷
شکل ۱-۲۳ : نمایی از عکس هوایی ایستگاه Exp B۰۷ و مسیرهای دسترسی و شیوه‌های حمل‌ونقلی موجود ۳۸
شکل ۱-۲۴ : نمایی از عکس هوایی ایستگاه Exp B۰۸ و مسیرهای دسترسی و شیوه‌های حمل‌ونقلی موجود ۳۹
شکل ۱-۲۵ : اندرکنش ایستگاه‌های کریدور ریلی غرب با تاکسی ۴۱
شکل ۱-۲۶ : اندرکنش ایستگاه‌های کریدور ریلی غرب با اتوبوس ۴۱
شکل ۱-۲۷ : اندرکنش ایستگاه‌های کریدور ریلی غرب با سایر خط ۴۲
شکل ۱-۲۸ : شناسایی معابر منتهی به یک ایستگاه در شعاع ۶۰۰ متری ۴۴

شکل ۱-۲۹ مسیر خط ۵ مترو تهران ۴۹
شکل ۱-۳۰ جانمایی ایستگاه مترو کرج ۵۰
شکل ۱-۳۱ تعداد مسافر خروجی از ایستگاه مترو کرج در ساعات مختلف ۵۲
شکل ۱-۳۲ تعداد مسافر ورودی به ایستگاه مترو کرج در ساعات مختلف ۵۲
شکل ۱-۳۳ مقایسه تعداد مسافر ورودی به و خروجی از ایستگاه مترو کرج در ساعات مختلف ۵۲
شکل ۱-۳۴ سهم وسایل مختلف در رساندن مسافران به ایستگاه مترو کرج در طول ساعات آمارگیری ۵۴
شکل ۱-۳۵ سهم وسایل مختلف در انتقال مسافران از ایستگاه کرج به سایر نقاط در طول ساعات آمارگیری ۵۶
شکل ۱-۳۶ جانمایی ایستگاه مترو گلشهر ۵۷
شکل ۱-۳۷ تعداد مسافران خروجی از ایستگاه مترو گلشهر در ساعات مختلف ۵۹
شکل ۱-۳۸ تعداد مسافر ورودی به ایستگاه مترو گلشهر در ساعات مختلف ۵۹
شکل ۱-۳۹ مقایسه تعداد مسافر ورودی (به) و خروجی (زا) ایستگاه مترو گلشهر در ساعات مختلف ۵۹
شکل ۱-۴۰ سهم وسایل مختلف در رساندن مسافران به ایستگاه مترو گلشهر ۶۱
شکل ۱-۴۱ سهم وسایل مختلف در انتقال مسافران از ایستگاه گلشهر به سایر نقاط در طول ساعات آمارگیری ۶۳
شکل ۱-۴۲ نحوه ارتباط کریدور ریلی غرب استان تهران با سایر خطوط ریلی ۶۶
شکل ۱-۴۳ : فلوچارت انتخاب از بین سناریوهای مختلف حمل‌ونقل همگانی برای محور غرب استان تهران ۷۶
شکل ۲-۱ : نقشه شبکه پایه مورد استفاده در مطالعه ۹۰
شکل ۲-۲ : خروجی تخصیص همگانی مدل کلان‌نگر شهر تهران با تقاضا و شبکه معابر مصوب سال ۱۴۲ ..... ۹۱
شکل ۲-۳ : پلان هوایی ایستگاه EXP B۰۱ و تسهیلات حمل و نقلی موجود در محدوده ایستگاه ۹۸
شکل ۲-۴ : عکس معابر محدوده ایستگاه EXP B۰۱ ..... ۹۹
شکل ۲-۵ : ایده‌های کالتورپ در مورد توسعه ایستگاه‌های حمل و نقل [۳] ۱۰۲
شکل ۳-۱ : نمونه راهنمای کاربری‌ها در آلبوم پیوست گزارش ۱۱۹
شکل ۳-۲ : نقشه ایستگاه EXP B۰۱ و تسهیلات حمل و نقلی موجود در محدوده ایستگاه ۱۳۰
شکل ۳-۳ : کاربری‌های مهم ایستگاه EXP B۰٤ ..... ۱۳۱
شکل ۳-۴ : پلان هوایی معابر اطراف ایستگاه EXP B۰۷ جهت بررسی کفایت آن‌ها ۱۳۲
شکل ۳-۵ : پلان هوایی ورودی‌های پیشنهادی ایستگاه EXP B۰۱ ..... ۱۳۳
شکل ۳-۶ : پلان هوایی پیشنهاد اولیه ایجاد یا توسعه تسهیلات حمل و نقلی در محدوده ایستگاه EXP B۰۳ ..... ۱۳۴
شکل ۳-۷ : دسته بندی شیوه‌های دسترسی به ایستگاه‌ها بر اساس مقیاس عملکردی [۵] ۱۳۵
شکل ۳-۸ : الگوریتم پیشنهاد پارکینگ دوچرخه، پارکینگ، پارک سوار و پایانه ۱۳۸
شکل ۴-۱ : ساختار شطرنجی شبکه مترو (مکزیکوسیتی) ۱۴۳
شکل ۴-۲ : ساختار ستاره‌ای شبکه مترو (زوریخ) ۱۴۴
شکل ۴-۳ : ساختار نیمه ستاره‌ای شبکه مترو (بوداپست) ۱۴۴

شکل ۴-۴ : ساختار متراکم شبکه مترو (مادرید) ۱۴۵
شکل ۴-۵ : ساختار خطی شبکه مترو (کاراکاس) ۱۴۵
شکل ۴-۶ : ساختار شبکه مترو چرخ (سن پترزبورگ) ۱۴۶
شکل ۴-۷ سهم سفرهای تولید و جذب شده مناطق تهران از کل سفرهای مجموعه شهرهای غرب استان تهران-تهران از اطلاعات دروازه‌ای برداشت شده ۱۵۰
شکل ۴-۸ سهم سفرهای تولید و جذب شده مناطق تهران از کل سفرهای مجموعه شهرهای غرب استان تهران-تهران از مدل کلان‌نگر تهران ۱۵۰
شکل ۴-۹ میزان جذب سفر مناطق شهر تهران از شهرهای غرب استان تهران ۱۵۱
شکل ۴-۱۰ میزان سفر تولید شده از مناطق شهر تهران به شهرهای غرب استان تهران ۱۵۱
شکل ۴-۱۱ : جمعیت شهرهای غرب استان تهران در سال ۱۴۲۰ به تفکیک نواحی ترافیکی و موقعیت قرارگیری کریدور ریلی غرب استان تهران (گزینه مصوب) ۱۵۳
شکل ۴-۱۲ نقاط پیشنهادی و اجباری عبور و عدم عبور در محدوده ایستگاه EXP B۰۷-۳ ..... ۱۶۰
شکل ۴-۱۳ : نقطه پیشنهادی عبور کریدور مترو در ایستگاه EXP B۰۷ ..... ۱۶۱
شکل ۴-۱۴ : فلوچارت انتخاب نوع عبور سیستم ریلی براساس ویژگی‌های ترافیکی و فیزیکی معبر ۱۷۰

فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۱ : شیوه و خطوط حمل‌ونقل همگانی و شبه همگانی در شهرهای: شهرقدس، اندیشه، شهریار و مارلیک ۲۳
جدول ۱-۲ : موقعیت و نوع ایستگاه‌های خط مترو شهرهای غربی ۳۰
جدول ۱-۳ مقایسه شاخص تبادلی بودن ایستگاه‌ها ۴۷
جدول ۱-۴ تعداد ایستگاه‌های حمل‌ونقل همگانی در محدوده ایستگاه‌های متروی غرب استان تهران ۴۸
جدول ۱-۵ حجم مسافران ورودی (به) و خروجی (از) ایستگاه مترو کرج ۵۱
جدول ۱-۶ تعداد مسافرانی که خود را با وسایل مختلف به ایستگاه مترو کرج رسانده اند ۵۳
جدول ۱-۷ تعداد مسافرانی که با وسایل مختلف از ایستگاه مترو کرج خارج شده‌اند..... ۵۵
جدول ۱-۸ حجم مسافران ورودی (به) و خروجی (از) ایستگاه مترو گلشهر ۵۸
جدول ۱-۹ تعداد مسافرانی که خود را با وسایل مختلف به ایستگاه مترو گلشهر رسانده اند..... ۶۰
جدول ۱-۱۰ تعداد مسافرانی که با وسایل مختلف از ایستگاه مترو گلشهر خارج شده اند ۶۲
جدول ۱-۱۱ برآورد تعداد مسافر ورودی به/خروجی از ایستگاه‌ها در ساعت اوج صبح در گزینه مصوب..... ۶۵
جدول ۱-۱۲ : بازه و مقادیر متوسط سرعت عملکردی و حداکثر سرعت در مسیر آزاد در انواع سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی شهری..... ۶۷
جدول ۱-۱۳ : حداکثر شیب طولی مسیر در انواع سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی ۶۸
جدول ۱-۱۴ : حداقل شعاع قوس مطلق سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی شهری ۶۹
جدول ۱-۱۵ : حداقل شعاع قوس مطلوب در سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی شهری..... ۷۰
جدول ۱-۱۶ : ظرفیت سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی شهری (مسافر در هر ساعت و در هر جهت) ۷۰
جدول ۱-۱۷ : هزینه ساخت سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی..... ۷۱
جدول ۱-۱۸ : هزینه بهره‌برداری و نگهداری (دلار بر هر مسافر-کیلومتر) ۷۱
جدول ۱-۱۹ : استاندارد صدا در ایران به تفکیک نوع منطقه در روز و شب (دسی‌بل) ۷۱
جدول ۱-۲۰ : بلندی صدای تولیدی توسط انواع سیستم‌های مختلف حمل‌ونقل همگانی ریلی (دسی‌بل) ۷۲
جدول ۱-۲۱ : عوامل اصلی دید آلودگی سیستم‌های ریلی ۷۲
جدول ۱-۲۲ : میزان فضای مورد نیاز برای انواع سیستم‌های حمل‌ونقلی ریلی شهری..... ۷۳
جدول ۱-۲۳ : اختلال در جریان ترافیک توسط سیستم‌های مختلف حمل‌ونقل ریلی هنگام بهره‌برداری ۷۴
جدول ۱-۲۴ : اختلال در جریان ترافیک توسط سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی ریلی در مراحل ساخت..... ۷۴
جدول ۱-۲۵ : بررسی سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی ریلی از منظر ایمنی برای محیط خارج از سیستم..... ۷۴
جدول ۱-۲۶ : میزان سهولت دسترسی (به ترتیب از بیشترین تا کمترین) سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی ریلی ۷۵
جدول ۱-۲۷ : مقایسه حجم و ظرفیت مسافر در هر جهت بین کریدورها و انواع سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی ریلی ۷۶
جدول ۱-۲۸ : بررسی مطلوبیت هریک از شاخص‌های مونوریل و مترو ۷۷
جدول ۲-۱ : شاخص‌های پیشنهادی در خصوص تعیین حوزه نفوذ ایستگاه‌های مترو ۸۸
جدول ۲-۲ سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B۰۱ ..... ۹۲

جدول ۲-۳ سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B۰۲ ..... ۹۲
جدول ۲-۴ سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B۰۳ ..... ۹۳
جدول ۲-۵ سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B۰۳-۱ ..... ۹۳
جدول ۲-۶ سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B۰٤ ..... ۹۳
جدول ۲-۷ سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B۰۵ ..... ۹۳
جدول ۲-۸ سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B۰۵-۱ ..... ۹۴
جدول ۲-۹ سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B۰۵-۲ ..... ۹۴
جدول ۲-۱۰ سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B۰۵-۳ ..... ۹۴
جدول ۲-۱۱ سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B۰٦ ..... ۹۴
جدول ۲-۱۲ سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B۰٦-۱ ..... ۹۵
جدول ۲-۱۳ سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B۰۷ ..... ۹۵
جدول ۲-۱۴ سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B۰۷-۱ ..... ۹۵
جدول ۲-۱۵ سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B۰۷-۲ ..... ۹۶
جدول ۲-۱۶ سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B۰۷-۳ ..... ۹۶
جدول ۲-۱۷ سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B۰۷-٤ ..... ۹۶
جدول ۲-۱۸ سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B۰۸ ..... ۹۷
جدول ۲-۱۹ چارچوب مفهوم ارزیابی کیفیت فضاهای زیرزمینی ایستگاهی [۲] ۱۰۲
جدول ۲-۲۰ : دسته بندی مقیاس عملکردی ایستگاه‌ها ۱۰۴
جدول ۳-۱ : عوامل مؤثر در مکان‌یابی ایستگاه‌های قطار شهری [٤] ۱۰۶
جدول ۳-۲ : شاخص‌های مؤثر در مکان‌یابی ایستگاه (شاخص‌های مشترک با تعیین حوزه نفوذ ایستگاه) ۱۰۷
جدول ۳-۳ : شاخص‌های پیشنهادی تعیین گستره مکانی ایستگاه‌های مترو ۱۱۱
جدول ۳-۴ : شاخص‌های دسترسی ۱۱۲
جدول ۳-۵ بررسی کفایت معابر اطراف ایستگاه ها قبل از بهره‌برداری بر اساس شاخص T/T۰ ..... ۱۲۳
جدول ۳-۶ بررسی کفایت معابر اطراف ایستگاه‌ها بعد از بهره‌برداری بر اساس شاخص T/T۰ ..... ۱۲۶
جدول ۳-۷ : هزینه شیوه‌های اصلی دسترسی به ایستگاه ۱۳۶
جدول ۳-۸ : شیوه‌های دسترسی به ایستگاه‌های خط متروی غرب تهران ۱۳۷
جدول ۴-۱ : شاخص‌های مؤثر در مسیریابی خطوط جدید قطار شهری تهران ۱۴۱
جدول ۴-۲ سهم سفرهای تولید و جذب شده مناطق تهران از کل سفرهای مجموعه شهرهای غرب استان تهران-تهران از اطلاعات دروازه‌ای برداشت شده ۱۴۸
جدول ۴-۳ سهم سفرهای تولید و جذب شده مناطق تهران از کل سفرهای مجموعه شهرهای غرب استان تهران-تهران از مدل کلان‌نگر تهران ۱۴۹

جدول ۴-۴ : محدوده‌های اجباری عدم عبور کریدور ۱۵۸
جدول ۴-۵ : نقاط پیشنهادی با بیش از یک تسهیلات حمل و نقل همگانی یا پارکینگ ۱۶۲
جدول ۴-۶ : نقاط و محدوده‌های اجباری عبور و عدم عبور کریدور ۱۶۳
جدول ۴-۷ اطلاعات خطوط اتوبوسرانی محدوده مورد مطالعه ۱۶۷
جدول ۴-۸ : مشخصات کلی قطعه‌های کریدور ریلی غرب استان تهران ۱۶۸
جدول ۴-۹ مشخصات خطوط اتوبوس در بافر ۱۰۰۰ متری قطعه‌ها ۱۶۸

فصل ۱: مرور مطالعات فرادست

۱-۱- مرور نتایج طرح جامع حمل‌ونقل شهر و حومه

شبکه حمل‌ونقل همگانی به عنوان یکی از مهم‌ترین و حیاتی‌ترین زیر ساخت‌های شهرها همواره متأثر از عواملی همچون شکل و جغرافیای شهر، ویژگی‌های اقتصادی- اجتماعی مناطق آن، نحوه توسعه نواحی مختلف، طرح و پروژه‌های کلان شهری بوده است. از آنجایی که بین شبکه حمل‌ونقل همگانی و موارد یاد شده رابطه‌ای دو سویه برقرار است، نمی‌توان بدون در نظر گرفتن اثرات آن‌ها بر یکدیگر شبکه جدیدی طراحی یا شبکه‌های پیشنهادی را ارزیابی و مقایسه نمود.

در این مطالعه به امکان‌سنجی کریدور ریلی غرب استان تهران پرداخته خواهد شد. از این رو در گام اول پروژه، لازم است مطالعات فرادست به صورت دقیق و موشکافانه بررسی گردد تا با استفاده از نتایج آن، تأثیر سایر طرح‌های کلان بر مطالعه جاری، محدودیت‌ها و الزامات پروژه به خوبی شناسایی شود.

۱-۱-۱- بررسی موقعیت طرح‌های توسعه شبکه معابر و تقاطع‌ها

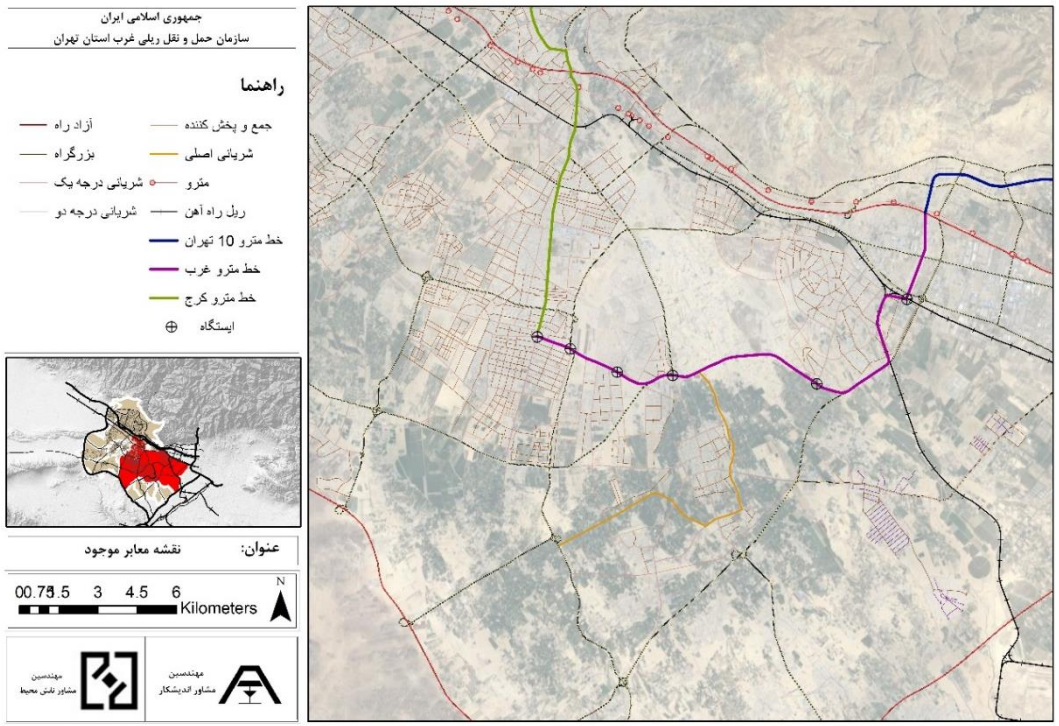
علی‌رغم احداث بخش قابل‌توجهی از خطوط مترو در زیر سطح زمین، ارتباط مستقیم این خطوط با معابر موجود در سطح شهر غیرقابل انکار است. چرا که خطوط مترو عموماً از زیر معابر عبور می‌کنند (سهم اندکی نیز ممکن است از زیر سطح زمین‌های تحت تملک شهرداری عبور کند). لذا شناخت وضعیت شبکه معابر یکی از ابتدایی‌ترین نیازهای طراحی شبکه مترو است.

به‌طور کلی تأثیر شبکه معابر پیشنهادی را بر خطوط مترو را می‌توان در موارد زیر بررسی کرد:

- **امکان تغییر مسیر خطوط پیشنهادی:** وجود معابر پیشنهادی در محدوده این امکان را فراهم آورد که در صورت نیاز و انجام مطالعات دقیق‌تر، مسیر خطوط پیشنهادی با تغییراتی همراه شود. این تغییرات می‌تواند شامل جابه‌جایی مقاطعی از مسیر به زیر معابر پیشنهادی باشد.
- **امکان احداث خط متروی هم‌سطح:** ایجاد متروی هم‌سطح نسبت به متروی زیرزمینی از لحاظ اقتصادی صرفه‌جویی ۴ تا ۶ برابری را به همراه خواهد داشت. معابر با عرض پوسته یا عرض سواره‌روی مناسب علاوه بر امکان تغییر مسیر خطوط مترو، امکان احداث خط متروی هم‌سطح را در یک معبر فراهم می‌کند. شایان ذکر است عوامل متعددی در امکان احداث خط متروی هم‌سطح دخیل هستند که باید در تصمیم‌گیری مدنظر قرار گیرد. یکی از این عوامل، حذف کلیه دسترسی‌های معبر در اطراف خطوط مترو است.

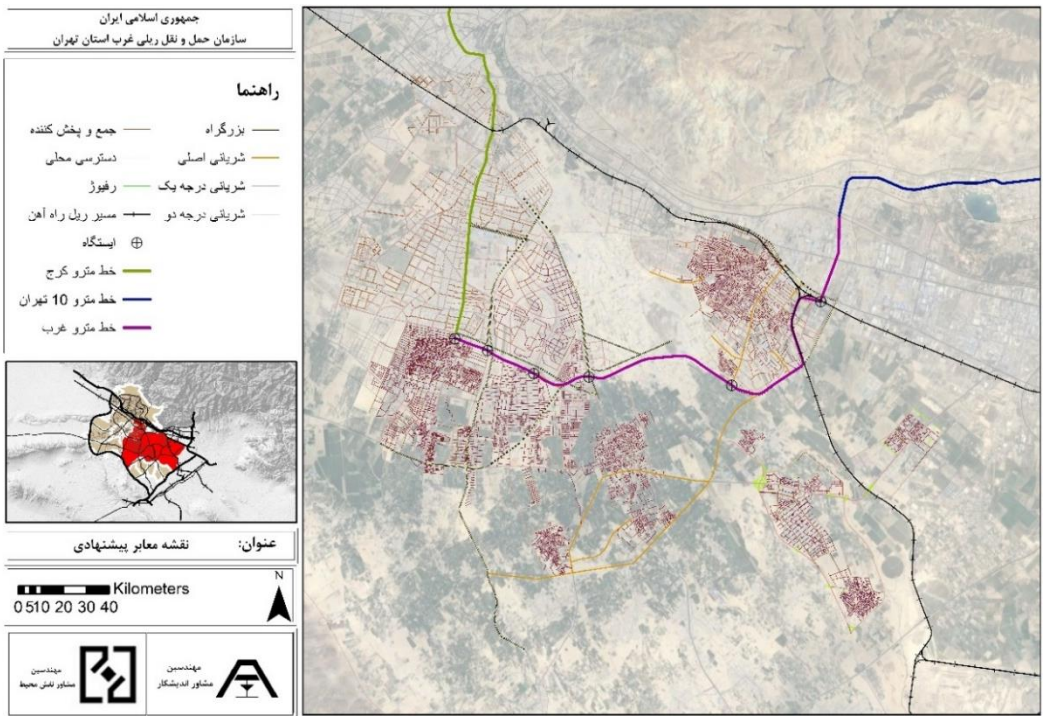
- **افزایش سطح دسترسی به خطوط مترو:** توسعه شبکه معابر در اطراف خطوط مترو موجب افزایش سطح دسترسی استفاده‌کنندگان از مترو خواهد شد. کاهش زمان، مسافت دسترسی و افزایش سطح پوشش ایستگاه‌های مترو ازجمله مزایای توسعه شبکه معابر در اطراف خطوط مترو هستند. در ادامه کاربری های حومه‌ای، درون‌شهری و شبکه معابر به تفکیک وضع موجود و پیشنهادی آورده شده است.

در شکل ۱-۱ موقعیت معابر موجود شهرهای غربی تهران و خط مترو آن نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در محدوده موردمطالعه راه‌های شریانی درجه یک، درجه دو، اصلی، جمع و پخش کننده و بزرگراه وجود دارد.



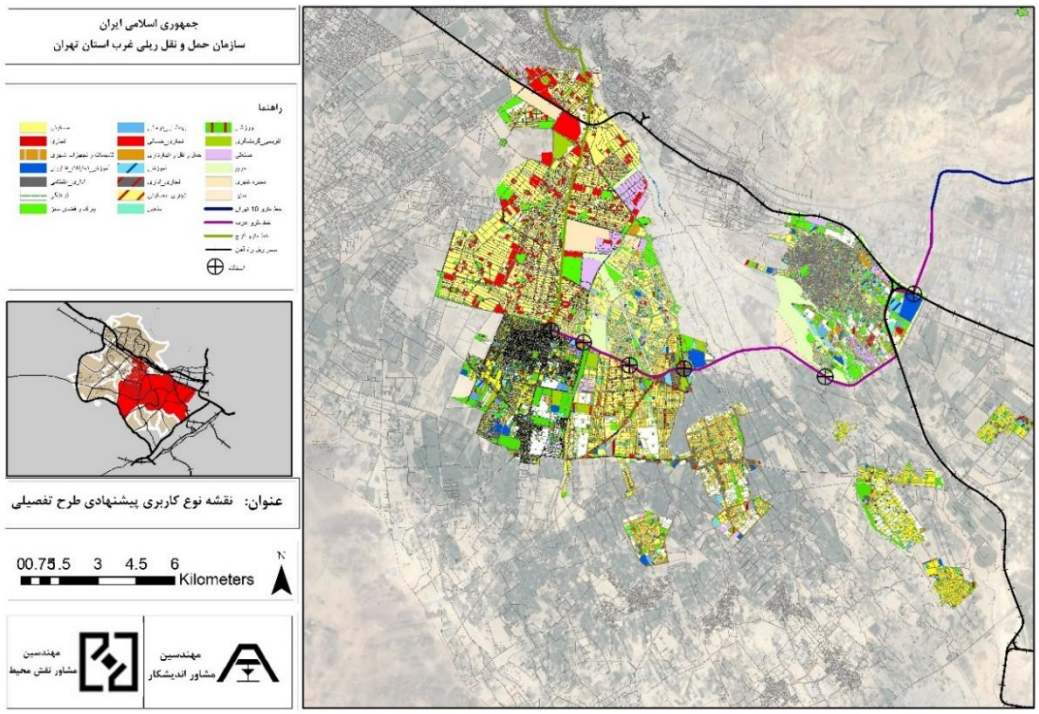
شکل ۱-۱ : *وضعیت شبکه معابر موجود شهرهای غربی تهران*

شکل ۱-۲ موقعیت معابر پیشنهادی شهرهای غربی تهران و خط مترو نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در محدوده موردمطالعه رفیوژ، راه‌های شریانی درجه یک، درجه دو، اصلی، جمع و پخش کننده و بزرگراه وجود دارد. در نقشه معابر پیشنهادی جاده مواصلاتی شهریار به بابا سلمان به شریانی اصلی تبدیل شده و شبکه معابر آن توسعه زیادی داشته و همچنین رفیوژ های در نظرگرفته شده در تصویر آمده است.



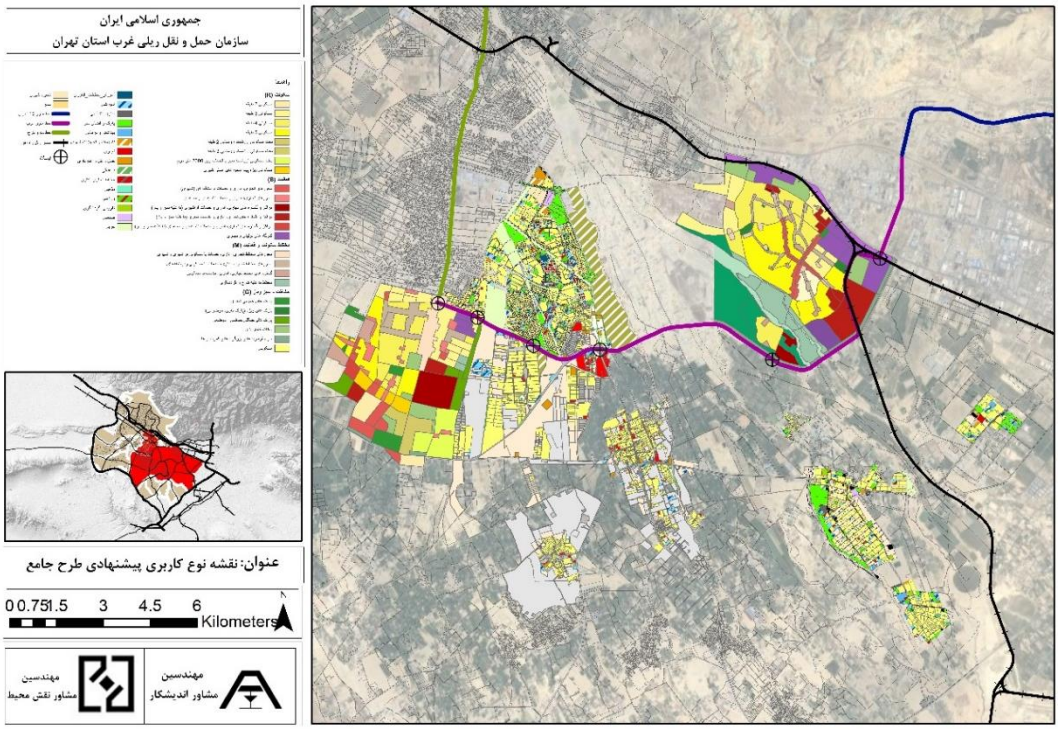
شکل ۲-۱ : *وضعیت شبکه معابر پیشنهادی شهرهای غربی تهران*

در شکل ۱-۳ نقشه نوع کاربری پیشنهادی طرح تفصیلی در اطراف شبکه معابر به تصویر کشیده شده است.



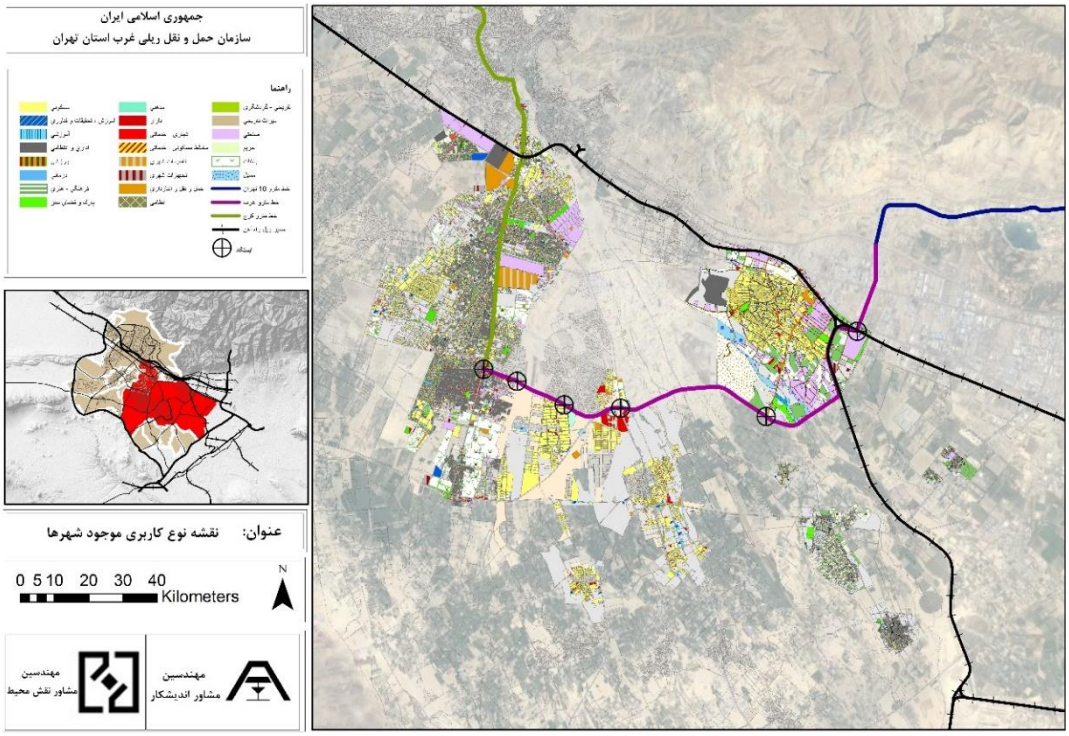
شکل ۳-۱ : *نوع کاربری پیشنهادی طرح تفصیلی در اطراف شبکه معابر و خط مترو غرب*

در شکل ۱-۴ نقشه نوع کاربری پیشنهادی طرح جامع در اطراف شبکه معابر و خط مترو شهرهای غربی به تصویر کشیده شده است.



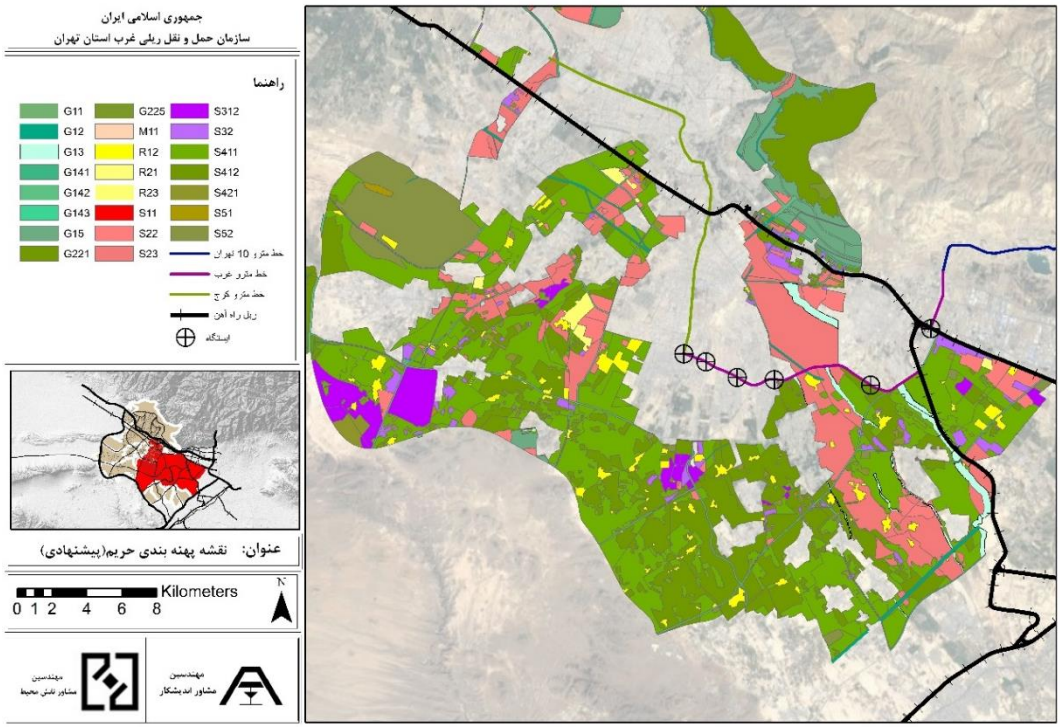
شکل ۴-۱ *:نوع کاربری پیشنهادی طرح جامع در اطراف شبکه معابر و خط مترو غرب*

در شکل ۱-۵ نقشه نوع کاربری موجود در اطراف شبکه معابر و خط مترو شهرهای غربی به تصویر کشیده شده است.



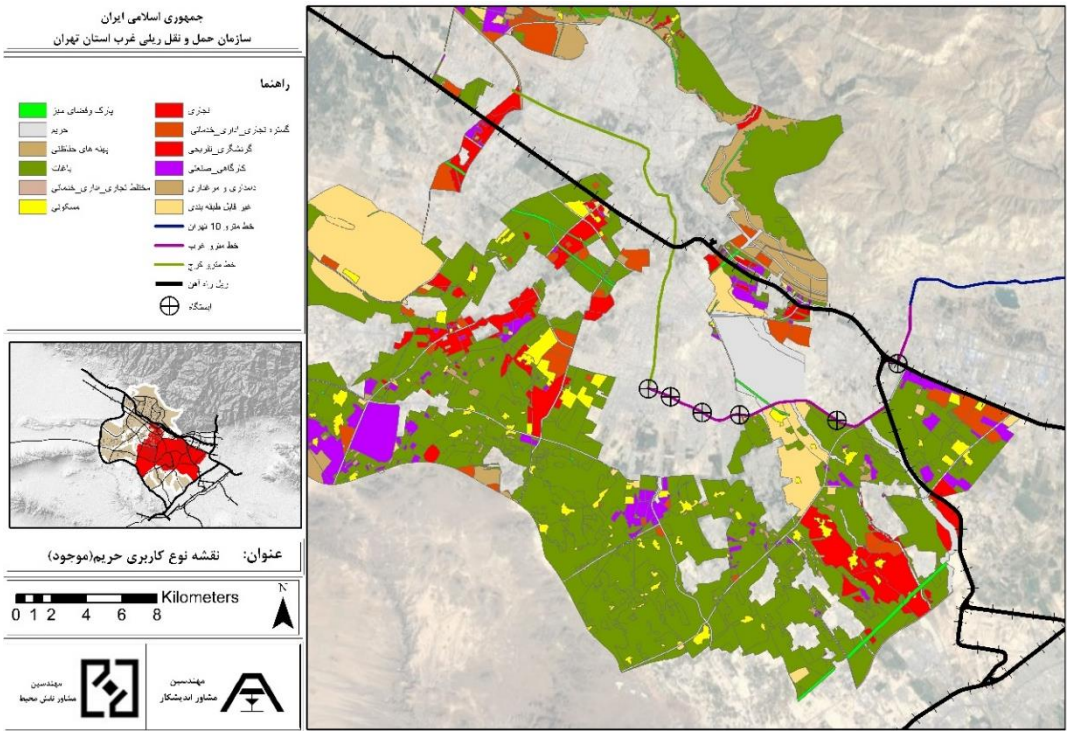
شکل ۵-۱ : *کاربری موجود در اطراف شبکه معابر و خط مترو شهرهای غربی*

در شکل ۱-۶ نقشه پهنه بندی حریم (پیشنهادی) در اطراف شبکه معابر و خط مترو شهرهای غربی به تصویر کشیده شده است.



شکل ۶-۱ : *نقشه پهنه بندی حریم (پیشنهادی) در اطراف شبکه معابر و خط مترو شهرهای غربی*

در شکل ۱-۷ نقشه نوع کاربری حریم (موجود) در اطراف شبکه معابر و خط مترو شهرهای غربی به تصویر کشیده شده است.



شکل ۷-۱ : *نقشه نوع کاربری حریم (موجود) در اطراف شبکه معابر و خط مترو شهرهای غربی*

۲-۱-۱- بررسی موقعیت طرح‌های توسعه پارکینگ‌ها و پارک‌سوارها

پایانه‌های مسافری بین‌شهری به عنوان مفاصلی ما بین شبکه حمل‌ونقل درون‌شهری و برون‌شهری، در مدیریت و نظم‌بخشی به عملکرد هر دو شبکه دارای اهمیت ویژه‌ای هستند. پایانه مسافری بین‌شهری نوعی از تسهیلات حمل‌ونقلی است که در آن مسافر، نوع وسیله نقلیه سفرش را برای تبدیل سفر درون‌شهری به برون‌شهری (و بالعکس) تغییر می‌دهد. استفاده از سیستم‌های حمل‌ونقل انبوه‌بر درون‌شهری در محل پایانه‌ها به بهبود سیستم حمل‌ونقل مسافر و کاهش اثرات منفی ترافیکی این پایانه‌ها بر شهر و شبکه معابر کمک شایانی خواهد کرد.

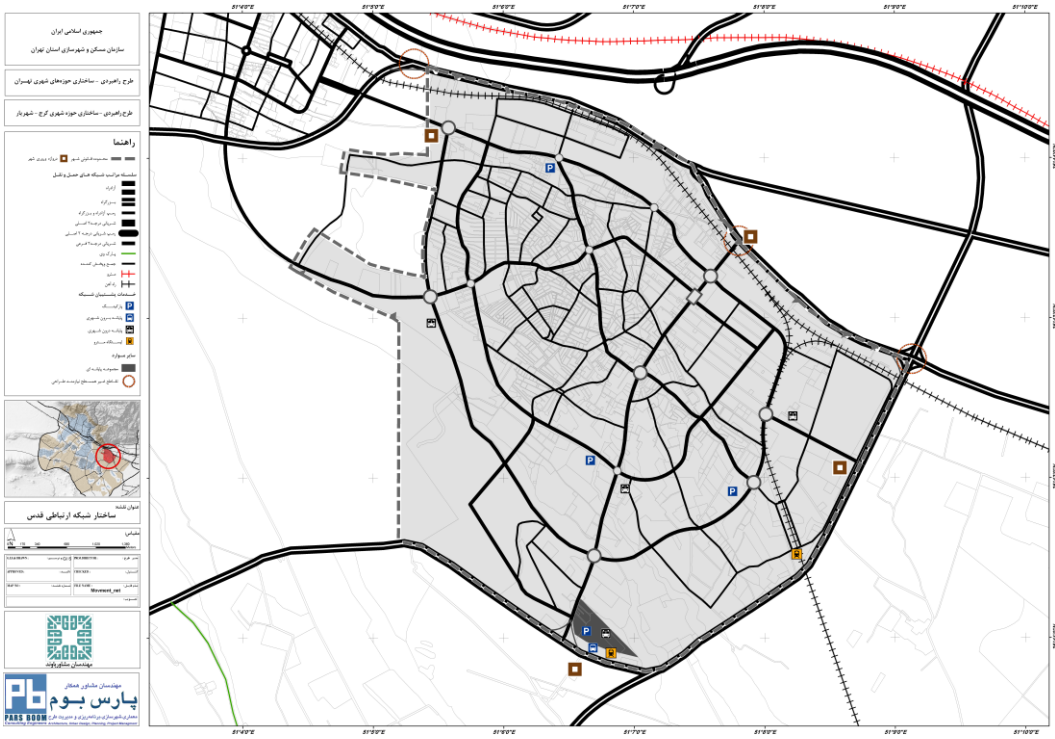
کارکرد سیستم‌های حمل‌ونقل شهری وابسته به وجود زیر ساخت‌های لازم، قرارگیری مناسب اجزای مختلف آن و نیز هماهنگی این اجزا با یکدیگر است. از مهم‌ترین زیر ساخت‌ها می‌توان به پارکینگ‌ها اشاره نمود که می‌توانند نقش مهمی را در تعیین شیوه سفر کاربران ایفا کنند، زیرا حضور پارکینگ‌های با ظرفیت قابل قبول در اطراف ایستگاه‌های خطوط مترو می‌تواند باعث دسترسی راحت‌تر و سریع‌تر استفاده‌کنندگان به این خطوط شود و موجب افزایش سهم این وسایل از سفرهای روزانه کاربران گردد.

لازم به ذکر است ممکن است ایستگاه‌هایی از خطوط مترو به دلیل وضعیت نامناسب پارکینگ وسایل نقلیه در اطراف آن‌ها، تقاضای قابل‌توجهی نداشته باشند. این مشکل می‌تواند به چند صورت در اطراف ایستگاه‌ها نمود پیدا کند، به‌طوری که در اطراف ایستگاه فضای پارک به تعداد نامحدود موجود باشد یا هیچ‌گونه فضای پارکی (چه پارکینگ حاشیه‌ای و چه غیرحاشیه‌ای) وجود نداشته باشد. در این صورت طبیعی است که با وجود این مشکلات، دسترسی افراد به این ایستگاه به سهولت انجام نپذیرد و تقاضای ایستگاه نیز کمتر از حد انتظار باشد. حال اگر در اطراف این ایستگاه پارکینگ با ظرفیت کافی وجود داشته باشد، در این صورت کاربران می‌توانند با وسیله نقلیه شخصی به این ایستگاه آمده و پس از پارک وسیله نقلیه خود در پارکینگ موجود، جهت رسیدن به مقصد مورد نظر از خطوط مترو استفاده کنند. بنابراین حضور پارکینگ در اطراف ایستگاه‌های خطوط مترو بر تقاضای خطوط تأثیرگذار است. تأثیر پارکینگ در اطراف ایستگاه‌هایی که در حاشیه محدوده‌های طرح ترافیک و آلودگی هوا قرار گرفته‌اند به مراتب بیشتر است.

در بحث ساخت و احداث پارکینگ می‌توان اظهار داشت احداث پارکینگ زمانی با افزایش کارآیی و دستیابی به اهداف مورد نظر همراه می‌شود که کلیه پارامترهای مؤثر در احداث پارکینگ مدنظر قرار گرفته شود. یکی از مهم‌ترین پارامترهای مؤثر در احداث پارکینگ، مکان احداث آن است به نحوی که نامناسب بودن محل پارکینگ و پراکندگی غیراصولی آن می‌تواند منجر به عدم کارآیی پارکینگ شود.

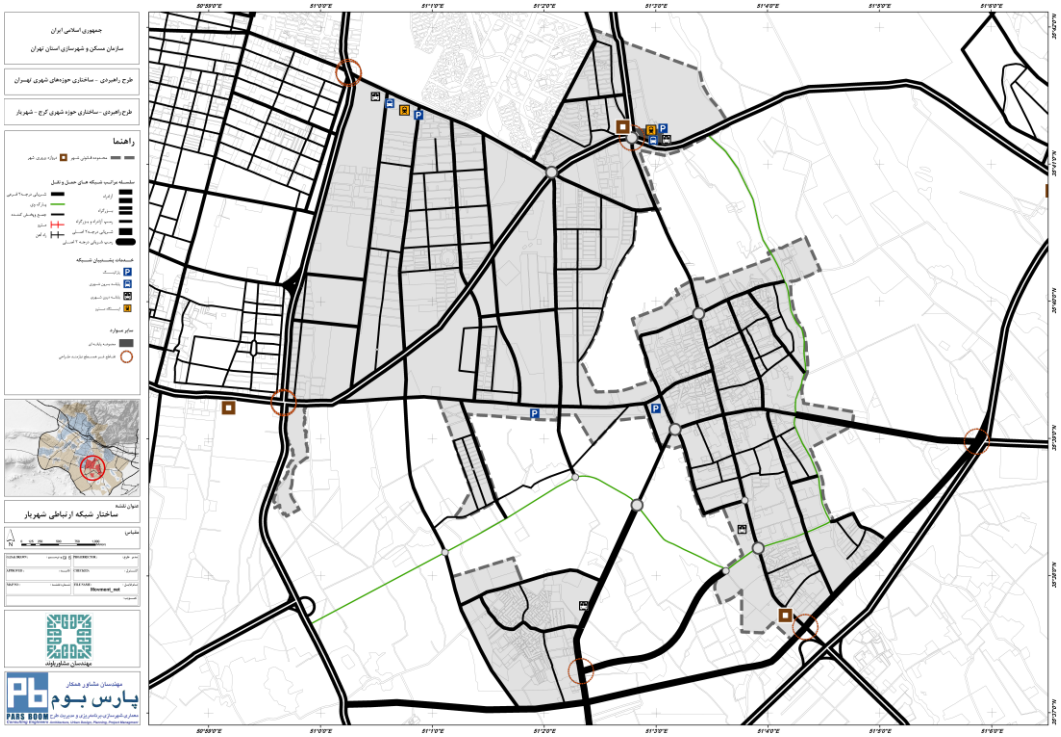
در این بخش از مطالعات وضعیت کلی پایانه‌های شهرهای غربی استان تهران و وضعیت دسترسی آن‌ها به خطوط حمل‌ونقل انبوه‌بر و طرح‌های توسعه آتی آن‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرند. همان‌طور که عنوان شد پارک‌سوارها یکی از نقاط جذاب (با توجه به میزان قابل‌توجه تقاضا) و تأثیرگذار در انتخاب کریدورهای ریلی شهری می‌باشند.

در طرح جامع (راهبردی-ساختاری) شهر قدس که توسط مهندسان مشاور پارس بوم تهیه شده، محل‌هایی به عنوان تجهیزات شهری پیشنهادی شامل پارکینگ، پایانه درون‌شهری ، پایانه برون‌شهری و ایستگاه مترو در نظر گرفته شده که مکان این نقاط در شکل ۱-۸ به تصویر کشیده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود برای شهر قدس ۴ پایانه درون‌شهری، ۲ ایستگاه مترو و ۱ پایانه برون شهری و ۴ پارکینگ در نظر گرفته است.



شکل ۸-۱ : *پارکینگ، پایانه درون‌شهری، پایانه برون‌شهری و ایستگاه مترو در طرح جامع (راهبردی-ساختاری) شهر قدس*

در طرح جامع (راهبردی-ساختاری) شهر شهریار که توسط مهندسان مشاور پارس بوم تهیه شده، محل‌هایی به عنوان پارکینگ، پایانه درون‌شهری ، پایانه برون‌شهری و ایستگاه مترو در نظر گرفته شده که مکان این نقاط در شکل ۱-۹ به تصویر کشیده شده. همانطور که مشاهده می‌شود برای شهر شهریار ۳ پایانه درون‌شهری، ۲ ایستگاه مترو و ۲ پایانه برون شهری و ۴ پارکینگ در نظر گرفته است.



شکل ۱-۹ : *پارکینگ، پایانه درون‌شهری، پایانه برون‌شهری و ایستگاه مترو در طرح جامع (راهبردی-ساختاری) شهر شهریار*

در طرح جامع (راهبردی-ساختاری) شهر ملارد که توسط مهندسان مشاور پارس بوم تهیه شده است، محل‌هایی به عنوان پارکینگ، پایانه درون‌شهری، پایانه برون‌شهری و ایستگاه مترو در نظر گرفته شده که مکان این نقاط در شکل ۱-۱۰ به تصویر کشیده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود برای شهر ملارد ۳ پایانه درون‌شهری، ۴ ایستگاه مترو و ۱ پایانه برون شهری و ۳ پارکینگ در نظر گرفته است.

شکل ۱۰-۱ : *پارکینگ، پایانه درون‌شهری، پایانه برون‌شهری و ایستگاه مترو در طرح جامع (راهبردی-ساختاری) شهر ملارد*

۳-۱-۱- بررسی موقعیت پیاده راه‌ها

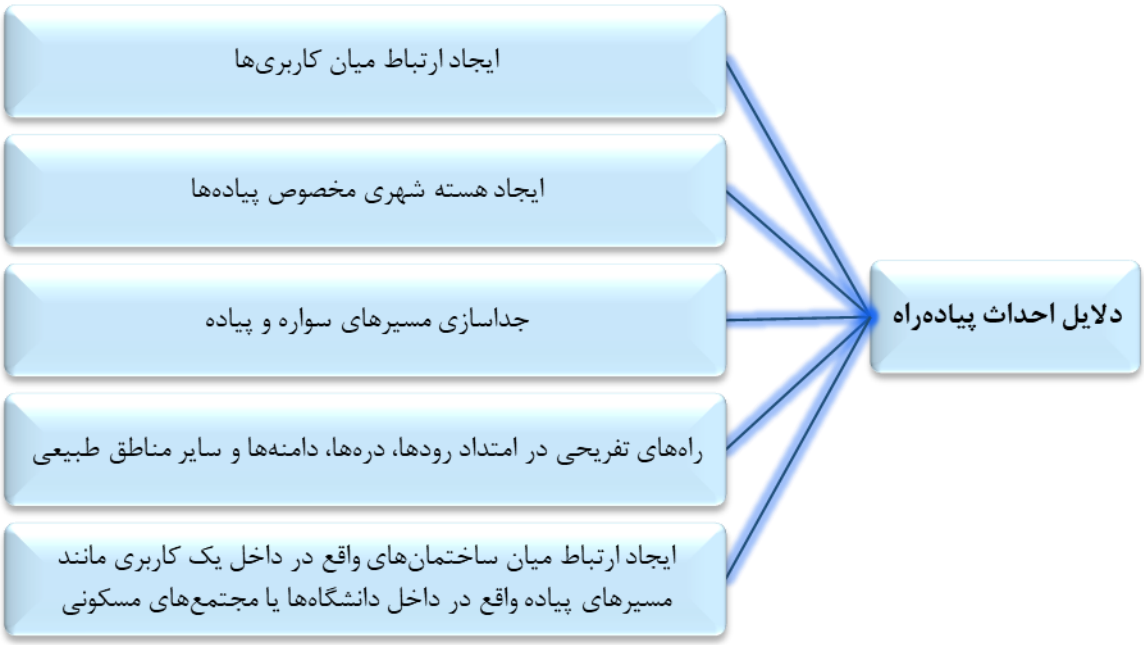
پیاده‌رَوی طبیعی‌ترین و ابتدایی‌ترین شیوه جابه‌جایی است، بنابراین باید ایمن‌ترین و راحت‌ترین آن موجود باشد. با این وجود، شهرها به تمام معنا به تسخیر وسایل نقلیه در آمده‌اند و کم‌ترین توجه به پیاده‌رَوی شده است. دامنه این موضوع در حدی گسترش یافته که هویت پیاده به عنوان یکی از ارکان سیستم حمل‌ونقل شهری مخدوش و فاقد جایگاهی درخور و شایسته در نظام ترافیک گردیده است. از یک‌سو، امکانات و تسهیلات تخصیص یافته به سیستم پیاده‌رَوی آن‌قدر ناچیز است که تناسبی با جایگاه و سهم آن در حمل‌ونقل شهری ندارد و از سوی دیگر به علت پایین بودن سطح عمومی آموزش و آگاهی‌های ترافیکی، پیاده حقوق طبیعی خویش را پایمال شده یافته و گاهی خود نیز به عنوان متخلف در صحنه‌های مختلف ترافیکی ظاهر می‌شود.

به طور طبیعی در ابتدا یا انتهای هر یک از سفرهای یک فرد، مستقل از نوع وسیله نقلیه مورد استفاده یک سفر پیاده وجود دارد که فرد سفر کننده برای جابه‌جایی از مبدأ یا مقصد تا وسیله نقلیه مورد استفاده خود، از آن استفاده می‌نماید. بدیهی است که برخی سفرهای طولانی نیز به دلایل مختلف توسط انواع مختلفی از سفر کنندگان به صورت پیاده انجام می‌پذیرد. همان‌طور که در ابتدا ذکر گردید سفرهای پیاده در صورت وجود ایمنی کافی برای مسافران از کم هزینه‌ترین و سالم‌ترین نوع سفر از نظر مسائل محیط زیستی محسوب می‌گردند.

باید دقت داشت برای طراحی یک مسیر پیاده عوامل گوناگونی حائز اهمیت است. یکی از این عوامل، وجود دسترسی کوتاه و راحت مسیر پیاده به حمل‌ونقل همگانی است. این امر موجب تشویق افراد به پیاده‌رَوی نیز می‌شود. ارتباط میان مسیرهای پیاده مانند پیاده‌راه‌ها و سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی، یک ارتباط متقابل است. بدین معنی که از یک‌سو عموماً پیاده‌راه‌ها می‌بایست در معابری احداث شوند که دسترسی آن معبر به خطوط حمل‌ونقل همگانی مناسب باشد و از سوی دیگر در هنگام طراحی ایستگاه‌های مترو باید توجه ویژه به مسیرهای پیاده در اطراف ایستگاه شود. چرا که عدم وجود مسیرهای پیاده مناسب در اطراف ایستگاه‌ها علاوه بر کاهش سطح خدمت پیاده‌رَوی موجود (به دلیل تقاضای بالای مسافران استفاده‌کننده از مترو) می‌تواند موجب کاهش سطح ایمنی عابرین پیاده و عدم شکل‌گیری سفر پیاده در ادامه سفرهای سیستم حمل‌ونقل همگانی شود.

۱-۳-۱-۱- پیاده‌راه

پیاده‌راه یکی از روش‌های جداسازی هم‌سطح تردد پیاده و سواره است که به صورت اعمال محدودیت نسبی یا کامل برای تردد وسایل نقلیه به اجرا در می‌آید. از پیاده‌راه می‌توان به عنوان کامل‌ترین نوع زیر ساخت پیاده نام برد. همچنین پیاده‌راه‌ها به منظورهای مختلف ساخته می‌شوند که در شکل ۱-۱۱ به بیان آن‌ها پرداخته شده است. ایجاد پیاده‌راه‌ها با هر منظوری در محدوده خطوط مترو می‌تواند به افزایش سهم سفرهای پیاده و کاهش اثرات منفی احداث ایستگاه مترو بر شبکه معابر اطراف خود کمک کند.



شکل ۱-۱۱: *دلایل احداث پیاده‌راه در سطح شهر*

۲-۳-۱-۱- اهمیت و جایگاه پیاده‌روی در حمل‌ونقل شهری

تراکم ترافیک ازجمله معضلاتی است که افزایش بی‌رویه تعداد خودروها یکی از موارد ایجاد آن است. در بسیاری از موارد میانگین سرعت حرکت وسایل نقلیه معابر در ساعات اوج ترافیک، چندان از سرعت حرکت عابر پیاده بیشتر نیست. مشکلات تراکم ترافیک در کشورهای درحال‌توسعه به مراتب بیشتر از کشورهای صنعتی است. در نتیجه با تشویق افراد به استفاده از حمل‌ونقل همگانی و طراحی فضایی مناسب برای عابرین پیاده می‌توان در بهبود وضعیت ترافیک در سطح شهر کمک فراوانی کرد. پیاده‌رَوی امری حائز اهمیت است که باید فاکتورهای خاصی در طراحی و اجرای آن در نظر گرفت، در غیر این صورت افراد تمایلی به استفاده از پیاده‌راه‌ها و پیاده‌روها نخواهند داشت. به‌طور خلاصه نقش پیاده‌رَوی را به عنوان یک شیوه حمل‌ونقلی می‌توان در دو زمینه بیان کرد:

- **پیاده‌روی به عنوان یک شیوه حمل‌ونقلی واسطه**

قبل و بعد از هر شیوه حمل‌ونقل، پیاده‌روی به عنوان یک ضرورت غیرقابل گریز خودنمایی می‌کند. امروزه با پیشرفت سیستم‌های حمل‌ونقل، نقش پیاده‌روی به عنوان عامل ارتباطی بین شیوه‌های مختلف حمل‌ونقل نه تنها کمتر نشده بلکه با افزایش میزان سفرهای شهروندان در یک شهر و نیز محدودیت‌های خاصی که در برخی از نقاط مرکزی شهر وضع شده، این نقش، مهم‌تر و حساس‌تر جلوه می‌نماید.

- **پیاده‌روی به عنوان یک شیوه اصلی حمل‌ونقل**

پیاده‌روی خود می‌تواند یک طریقه طی مسیر باشد. بسیاری از سفرهای کوتاه درون‌شهری توسط شهروندان به صورت پیاده انجام می‌گیرد. عوامل بسیاری می‌تواند در ترغیب و تشویق افراد به پیاده‌روی به عنوان یک شیوه اصلی حمل‌ونقل تأثیرگذار باشد که به‌طور خلاصه بعضی از آن‌ها عبارت است از: مسافت کوتاه سفر، مشکل دسترسی به وسیله نقلیه مناسب برای سفرهای کوتاه، مساعد بودن شرایط فصلی و عوامل جوی، جذابیت مسیر و امثال آن‌ها. بنابراین یکی از عواملی که عابرین پیاده را تشویق به استفاده از تسهیلات پیاده‌راه می‌کند دسترسی آسان به ایستگاه‌های حمل‌ونقل همگانی است.

۳-۳-۱-۱- سطح خدمت پیاده‌رو

سطح خدمت پیاده‌رو برای نشان دادن وضعیت و راحتی تردد عابران پیاده در پیاده‌روها تعریف شده است. آیین‌نامه راهنمای ظرفیت راه‌ها سطح سرویس پیاده‌رو را به شش دسته (A,B,C,D,E,F) تقسیم نموده است. به طور کلی، کیفیت فضاهای پیاده‌رَوی به عوامل متعددی مانند اصول طراحی مهندسی ترافیک و راحتی عابر پیاده بستگی دارد. بنابراین حداکثر ظرفیت عبور عابر پیاده از سطح پیاده‌رو به تنهایی نمی‌تواند معیار مناسبی برای سنجش کارایی پیاده‌رو باشد. در نتیجه استانداردهای طراحی از متغیر سطح خدمت برای ارزیابی کارایی پیاده‌رو استفاده می‌کنند.

۴-۱-۱- بررسی وضعیت سایر طرح‌های پیشنهادی در محدوده کریدور ریلی

ایجاد و توسعه سیستم‌های پایدار حمل‌ونقل شهری نیازمند به‌کارگیری گزینه‌های جایگزین وسایل نقلیه شخصی است که از نظر شاخص‌های راحتی، انعطاف‌پذیری و هزینه، قابلیت رقابت با آن را داشته باشند. وسایل حمل‌ونقل انبوه‌بر شهری جزء اصلی این سیستم محسوب می‌شوند، اما گسترش سیستم‌های ریلی و مترو هزینه گزافی داشته و قادر به پوشش کل بخش‌های شهر نیست. از این‌رو، یکپارچگی خطوط اتوبوس، تاکسی، اتوبوس تندرو، قطار سبک شهری، مترو و راه‌آهن، پیاده‌رَوی و دوچرخه سواری اصلی‌ترین چالش در ارائه سطح خدمات رقابتی است. لازم به ذکر است برای مجموعه شهرهای غرب استان تهران تاکنون مطالعات جامع حمل‌و نقلی انجام نشده است.

۵-۱-۱- بررسی نحوه ارتباط حمل‌ونقل همگانی شهر با حومه شهر

رشد روزافزون جمعیت و خودرو، توسعه سریع و صنعتی شهرهای بزرگ دنیا و گسترش بی‌رویه آن‌ها، همچنین شکل‌گیری شهرهای حاشیه‌ای و جدید در اطراف شهرهای بزرگ (شهرهای اقماری)، با تبعات اجتماعی فراوانی همراه است. عدم پیروی این رشد و توسعه از یک الگو و استاندارد مناسب توسعه شهری، منطقه‌ای و ناحیه‌ای، بر مشکلات و پیچیدگی‌های زندگی در این شهرها و ارتباطات بین‌شهری افزوده است. همین عوامل سبب گردیده تا حومه شهر به تدریج کیفیت زیست پذیری خود را از دست بدهد. در اکثر روش‌های متعارف برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای مبتنی بر قابلیت تحرک، اتومبیل به عنوان محور سیستم حمل‌ونقل در نظر گرفته می‌شود، اما امروزه در راستای توسعه پایدار، گفتمان نوین مبتنی بر قابلیت دسترسی، توسعه حمل‌ونقل همگانی را محور توسعه شهری و منطقه‌ای قرار می‌دهد. در جدول ۱-۱ شیوه و خطوط حمل‌ونقل همگانی و شبه همگانی در شهرهای: شهرقدس، اندیشه، شهریار و مارلیک آورده شده است. با توجه به اینکه برای شهرهای غربی مطالعات جامع حمل‌و نقلی انجام نشده است مطالعات فرادست نیز برای این قسمت موجود نیست.

جدول ۱-۱ : *شیوه و خطوط حمل‌ونقل همگانی و شبه همگانی در شهرهای: شهرقدس، اندیشه، شهریار و مارلیک*

شهر	شیوه حمل و نقل (همگانی/ شبه همگانی)	خط حمل و نقل (همگانی/ شبه همگانی)
شهر قدس	اتوبوس	شهر قدس-آزادی
	اتوبوس	شهر قدس-آذری
	تاکسی	شهر قدس-آزادی
	تاکسی	شهر قدس-آذری
اندیشه	اتوبوس	اندیشه-آزادی
	تاکسی	اندیشه-آزادی
	تاکسی	اندیشه-آذری
شهریار	اتوبوس	اندیشه-آزادی
	تاکسی	اندیشه-آزادی
	تاکسی	اندیشه-آذری
ملارد	اتوبوس	مارلیک-آزادی
	تاکسی	سه راه مارلیک-آزادی
	تاکسی	سه راه مارلیک-آذری

۲-۵-۱-۱- بررسی حجم تردد دروازه‌ای

محور مواصلاتی وظیفه تأمین دسترسی به/ از شهرهای غربی استان تهران را از/ به شهرهای اقماری و حومه‌ای بر عهده دارند. در شکل ۱-۱۲ در مجموع کل وسایل‌نقلیه بر حسب همسنگ سواری و همچنین برآورد کل مسافران میان تهران و مجموعه شهرهای غرب استان تهران بر اساس اطلاعات برداشت شده از مسیرهای جاده باغستان و جاده شهریار و بلوار انقلاب به‌تصویر کشیده شده است. نتایج حاکی از آن است که به طور کلی معادل ۱۰۸۳۲۱ همسنگ سواری به طور روزانه از جهت غرب استان تهران به تهران وارد می‌شوند و حدود ۱۳۹۱۹۲ همسنگ سواری در جهت عکس تردد می‌نمایند. برآورد تعداد مسافران بر اساس ضریب سرنشین بدست آمده براساس پرسشگری دروازه‌ای، از شهرهای غربی به تهران به صورت روزانه حدود ۲۰۰۳۹۴ نفر است. همچنین در جهت تهران به غرب نیز تعداد مسافران روزانه برابر ۲۴۷۷۶۲ مسافر برآورد گردیده است. با توجه به آنکه بازه آماربرداری ساعت ۵:۳۰ الی ۱۸:۳۰ بوده است و در بازه زمانی ۲۴ ساعته انجام نشده است این اختلاف قابل توجیه است. لازم به ذکر است هرچه بازه‌های برداشت اطلاعات بیشتر شود، تفاوت احجام دو سمت با یک دیگر کمتر می‌شود و با توجه به ساعات آماربرداری محدود این تفاوت امری بدیهی است. در انتها لازم به ذکر است که برآورد تعداد مسافران بر اساس مشاهدات عینی و بر اساس پرسشگری دروازه‌ای ارائه گردیده که به منظور برآورد حداکثر پتانسیل تقاضای مجموعه شهرهای غرب استان تهران- تهران برای برآورد

تقاضای حمل ونقل همگانی، تعداد مسافران اتوبوس و تعداد مسافران تاکسی در مسیرهای ذکر شده، در جهت اطمینان، به طور کامل با این مسافران مشاهده شده جمع می‌شوند.

شکل ۱۲-۱ : *حجم کل همسنگ سواری و برآورد مسافران مجموعه شهرهای غرب استان تهران-تهران بر اساس اطلاعات برداشت شده*

۱-۲- بررسی نتایج مرحله اول مطالعات تفصیلی حمل‌ونقل همگانی شهر و حومه

معیارهای در نظر گرفته شده جهت توسعه شبکه براساس دستورالعمل‌های معتبر و مرتبط، اهداف طرح در این مطالعه، محدوده مطالعاتی و خصوصیات اولیه و فنی شبکه ریلی تعریف شده است. این معیارها شامل پوشش، شبکه ریلی حومه تهران، محدودیت‌های طبیعی و جغرافیایی و هزینه‌ها است. در بخش‌های پیش‌رو به بررسی هر یک از عوامل پرداخته می‌شود.

۱-۱-۲-۱- پوشش

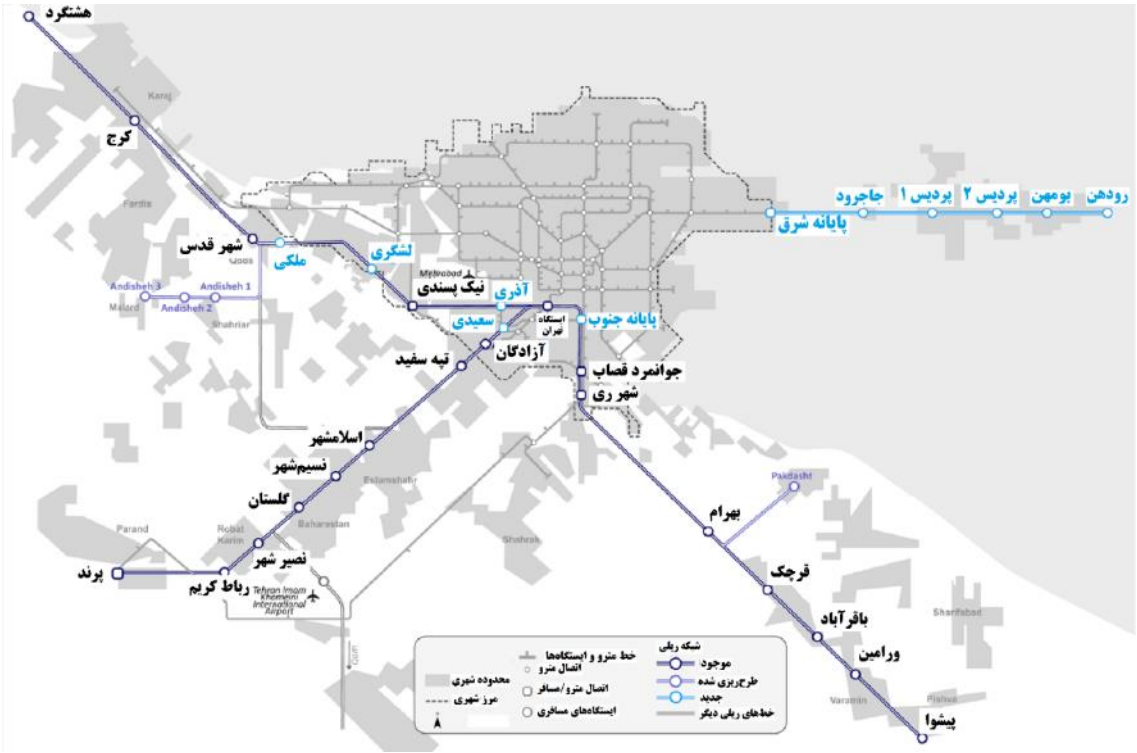
بهبود پوشش شبکه موجود مترو، به عنوان یکی از مهم‌ترین مبانی ارزیابی و اولویت‌بندی گزینه‌ها و سناریوهای شبکه ریلی، مطرح می‌شود. مبنای محاسبه پوشش جغرافیایی، جمعیتی و شغلی توسط شبکه حمل‌ونقل همگانی، میزان موجود هر یک از این پارامترها در فاصله مناسب پیاده‌روی از ایستگاه حمل‌ونقل همگانی است. این فاصله با مقیاس طرح جامع در مطالعات مشابه انجام شده در سایر نقاط دنیا تعریف شده که با توجه به نوع سیستم متفاوت است. در مطالعات شعاع پوشش برای

خطوط متروی شهری ۶۰۰ متر و برای خطوط اتوبوسرانی تندرو ۴۰۰ متر فرض شده است، همچنین برای خطوط راه آهن حومه‌ای و اکسپرس پوشش ۸۰۰ متر در نظر گرفته شده است.

در میان بعضی مراجع شعاع پیاده‌روی برای دسترسی به ایستگاه خطوط ریلی برون شهری ۱۲۵۲ متر در صدک ۸۵ ام و ۴۰۰ تا ۹۰۰ متر برای قطار سبک شهری ذکر شده است. همچنین بر اساس نتیاج آمارگیری در آمریکای شمالی و اروپا، مسافت مطلوب پیاده‌روی تا یک ایستگاه مترو ۷۵۶ تا ۸۰۵ متر تعیین شده است. [۱]

۲-۱-۲-۱- شبکه ریلی حومه

شبکه خطوط ریلی حومه‌ای در حال حاضر به دلیل سرفاصله زیاد و زمان سفر طولانی جذابیت زیادی برای جذب مسافر شهرهای اقماری تهران بزرگ ندارد. ارتقاء سیستم و زیر ساخت‌های شبکه ریلی حومه‌ای و همچنین توسعه خطوط جدید ازجمله راهکارهایی است که به منظور افزایش جذابیت این خطوط در حال انجام است. به این منظور، ایجاد سیستمی یکپارچه با شبکه مترو از طریق ایجاد ایستگاه‌های تبادلی و همچنین ارتقاء مشخصات فنی خطوط (مانند برقی شدن) می‌تواند باعث افزایش کارایی شبکه ریلی از طریق یکپارچه شدن شبکه ریلی حومه‌ای با شبکه مترو شود. در شکل ۱-۱۳ شبکه ریلی حومه‌ای موجود و در دست اجرا نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۳ *شبکه ریلی حومه‌ای موجود و در دست اجرا*

۳-۱-۲-۱- محدودیت‌های طبیعی و جغرافیایی

محدودیت‌های اصلی جهت اجرای زیر ساخت‌های زیرزمینی مترو مانند محدودیت‌های زمین‌شناسی، زلزله شناختی و غیره با توجه به تأثیر آن‌ها بر عملیات ساخت و امکان ارائه راهکارهای مؤثر جهت کاهش آثار منفی آن‌ها تعریف شده‌اند که مبنای ارزیابی اولیه هستند. محدودیت‌های طبیعی و جغرافیایی تأثیر زیادی بر طراحی و مقایسه گزینه‌های مختلف ریلی در محدوده مورد مطالعه دارند و به عنوان یکی از اصلی‌ترین شاخص‌های ارزیابی در نظر گرفته می‌شوند.

۴-۱-۲-۱- محدودیت‌های فنی

اگرچه قرار گیری خط ریلی در زیرزمین و حفر تونل کمترین اختلال و مزاحمت را برای ترافیک و فضای شهری ایجاد می‌کند، احداث خطوط ریلی زیرزمینی محدودیت‌هایی به همراه دارد که البته این محدودیت‌ها تا حد زیادی وابسته به روش انتخابی برای حفاری است. بطور کلی محدودیت‌های فنی در مراجع شیب طولی زمین، تغییر ناگهانی در پروفیل سنگ بستر و لایه بندی، ورود شدید آب زیرزمینی در حین حفاری، وجود نواحی برشی وسیع، وجود پی عمیق پایه پل‌ها، تاسیسات، تونل‌ها و تقاطعات غیرهمسطح عنوان شده‌است. در تقاطع غیرهمسطح در تقاطع بلوار ولایت و صیاد شیرازی پی عمیق پایه‌های پل از جمله این محدودیت‌ها درنظر گرفته شده است. همچنین به دلیل ایجاد ارتعاش در حین حفاری و نیز عبور قطار در زمان بهره برداری، توصیه می‌شود خط ریلی از زیر واحدهای مسکونی و بافت فرسوده عبور نکند. به دلیل اینکه کریدور ریلی پیشنهادی برای متروی غرب استان تهران عمدتا از زیر معابر موجود عبور می‌کند، این محدودیت در این مطالعات موضوعیت ندارد. محدودیت های فنی تاسیسات دفنی شامل تاسیسات گاز، برق، مخابرات، آب و عبور لوله بنزین همراه با مسیر بعد از استعلام در نظر گرفته می‌شود. براساس بازدید میدانی صورت گرفته و اطلاعات برداشت شده، در مسیر محدوده موردمطالعه تنها یک تقاطع غیرهمسطح در تقاطع بلوار ولایت و صیاد شیرازی قرار دارد. تصویر هوایی این تقاطع غیرهمسطح در شکل ۱-۱۴ نشان داده شده‌است.

شکل ۱۴-۱ *تقاطع غیرهمسطح در مسیر محدوده موردمطالعه*

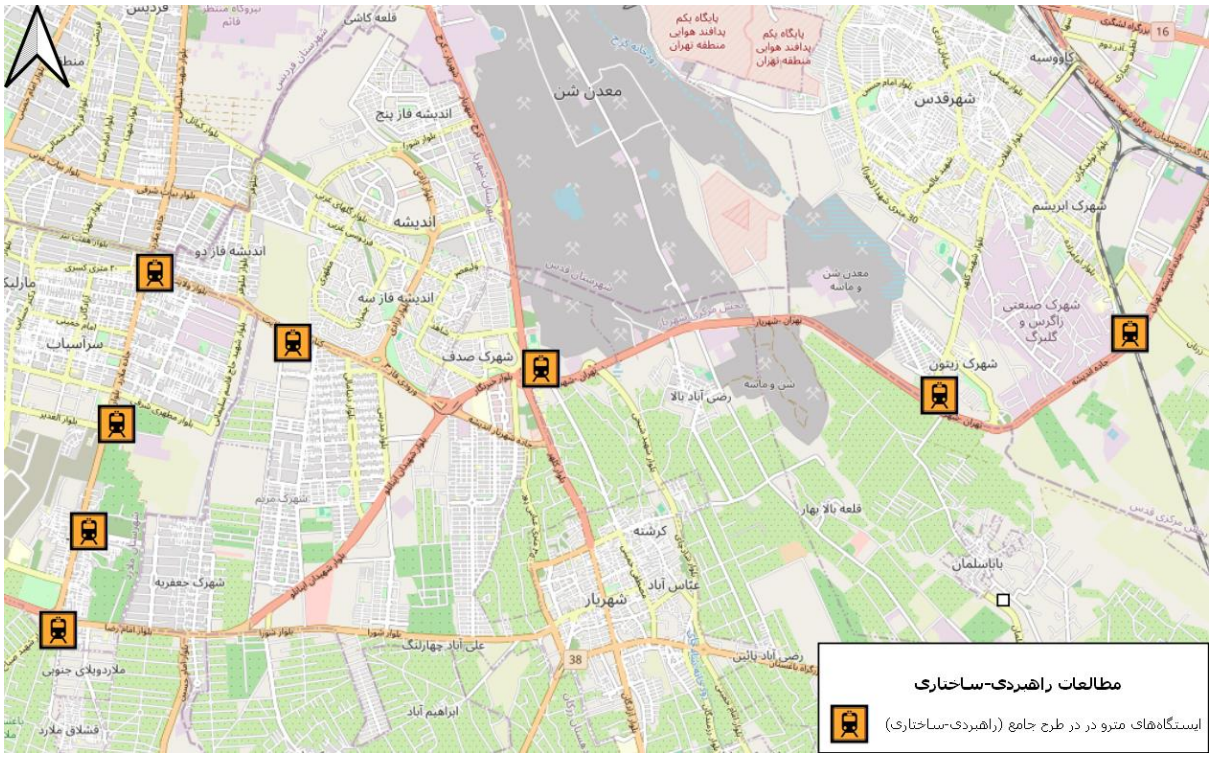
۵-۱-۲-۱- هزینه‌ها

برآورد هزینه‌های سرمایه‌گذاری براساس نتایج طراحی اولیه خطوط، شامل جانمایی خطوط، طول نهایی خط، تعداد ایستگاه و محل آن و طرح بهره‌برداری شبکه مترو، برآورد شده است. این برآورد برای گزینه‌های متفاوت، که شامل ساخت خطوط جدید مترو، ساخت خطوط اکسپرس و ارتقاء خطوط راه آهن حومه‌ای است، انجام شده است. یادآوری می‌شود که پارامترهای متعددی مانند شرایط اقتصادی کارفرما و تولیدکنندگان داخلی (با توجه به متغیر بودن نرخ ارز)، هزینه‌های ساخت محلی، کیفیت و دقت مورد نیاز برای تجهیزات و سیستم‌های مورد نیاز، شرایط و پیچیدگی خصوصیات خاک برای عملیات اجرایی زیرسطحی و هزینه تملک زمین، تأثیر زیادی در برآورد هزینه‌های سرمایه‌گذاری دارند.

۲-۱-۲- بررسی موقعیت ایستگاه‌ها و دلایل انتخاب آن

شبکه حمل‌ونقل همگانی به عنوان یکی از اساسی‌ترین زیر ساخت‌های کلان شهرها، می‌تواند نقش بسیار مؤثری در کاهش ازدحام ترافیک و آلودگی‌های زیست محیطی داشته باشد که در بین شیوه‌های مختلف آن مترو با توجه به استفاده از سوخت پاک و دارا بودن ظرفیت زیاد همواره مورد توجه مهندسان حمل‌ونقل و مدیران و برنامه ریزان شهری بوده است.

مطابق با گزارش مشاوران گنو-سیسترا از میان ۲۳۸ کیلومتر خط احداث شده در خطوط مترو تهران در حال حاضر ۱۵۰ ایستگاه در مرحله بهره‌برداری یا ساخت هستند. مطابق با گزارش‌های بروز رسانی شده در حال حاضر ۲۳۷ کیلومتر خط فعال و ۱۷۲ ایستگاه در خطوط ۷-گانه مصوب موجود است، که تعداد ۱۲۶ ایستگاه در وضعیت فعال قرار دارد. ایجاد این میزان از خطوط در ۲۰ سال گذشته سبب گشته است که مترو تهران از نظر میزان پوشش شبکه به یکی از متروهای برتر در منطقه خاورمیانه تبدیل گردد. حفظ این میزان سرمایه گذاری بر روی زیر ساخت‌های مترو تهران در سالیان نه چندان دور آن را در زمره برترین متروهای دنیا قرار خواهد داد. ایجاد خطوط جدید و به تبع آن موقعیت ایستگاه‌ها نیازمند مطالعات دقیقی است. به‌طورکلی انتخاب موقعیت ایستگاه‌ها به مجموعه عوامل حمل‌ونقلی، محدودیت‌های حداقل و حداکثر فاصله بین ایستگاه‌ها برای خطوط مترو، وضعیت اقتصادی-اجتماعی مناطق و بسیاری از عوامل دیگر وابسته است که در ادامه به بخشی از آن‌ها اشاره شده است. محل‌های درنظر گرفته شده برای ایستگاه‌های مترو در مطالعات طرح جامع (راهبردی-ساختاری) انجام شده توسط مهندسان مشاور پارس بوم برای شهر های قدس، شهریار و ملارد در شکل ۱-۱۵ به تصویر کشیده شده است.



شکل ۱-۱۵ : *محل ایستگاه‌های مترو در طرح جامع (راهبردی-ساختاری)*

۲-۲-۲-۱- تقاضای سفر ایستگاه‌ها

تکمیل پوشش مترو در همه مناطق سطح شهر سبب خواهد شد که میزان استفاده از این شیوه حمل‌ونقل همگانی نیز افزایش یابد. لذا افزایش این پوشش به کاهش تقاضای سایر شیوه‌های غیر همگانی کمک خواهد کرد. به‌طورکلی می‌توان گفت که یک

ایستگاه مترو در شعاع ۸۰۰ متری خود به جذب جمعیت اقدام خواهد کرد یا به عبارتی حوزه نفوذ جمعیتی یک ایستگاه مترو در شعاع ۸۰۰ متری از آن ایستگاه قرار دارد. افزایش فاصله از ایستگاه بیش از ۸۰۰ متر، میزان تمایل مسافران برای استفاده از ایستگاه مترو را کاهش خواهد داد.

۱-۲-۲-۲-۱- الگوهای اقدام برای توسعه مترو

جهت بهبود عملکرد مترو نیاز است الگوهای مختلفی برای توسعه دیده شوند. این الگوها باید براساس جذب مسافر از مناطق پر تقاضا و سایر شیوه‌های حمل‌ونقل همگانی باشد. الگوهای اقدام برای توسعه خطوط آتی مترو شامل موارد زیر است:

- پوشش مترو

پوشش شبکه مترو اصولاً به مناطقی تعلق می‌گیرد که ساکنان، مشاغل و امکانات اصلی شهر در آن قرار دارند. یکی از اصلی‌ترین معیارهای سنجش کارایی شبکه ریلی میزان پوشش مبادی و مقاصد سفر است. در حال حاضر میزان پوشش جمعیت شبکه مترو با در نظر گرفتن شعاع پیاده‌روی ۸۰۰ متر است.

- اتصال مترو

اتصال مترو فاکتور دوم مؤثر در بررسی کارایی شبکه است که در کنار پوشش شبکه دو عامل مهم هستند. اتصال به شبکه موجود در جهت ایجاد امکان سیر در شبکه خطوط مترو است. هرچه تعداد اتصال‌ها بیشتر باشد، انتخاب و مسیریابی بهتری در اختیار مسافران قرار می‌گیرد تا بتوانند نیاز خود را متناسب سازند. اتصال شبکه، مقاومت بیشتری از شبکه در صورت بروز آشفتگی از طریق توسعه مسیرهای جایگزین فراهم می‌آورد. اتصال‌های مترو همچنین از طریق بهبود زمان بهینه سفر در خطوط مختلف، عامل اصلی بهره‌وری شبکه است. میزان اتصال مترو بستگی به دو عامل تعداد نقاط اتصال بین خطوط مختلف شبکه و سطح پیوندها در نقاط اتصال: دوگانه، سه‌گانه و غیره دارد.

- الگوهای خطوط مترو

به‌طورکلی می‌توان سه الگوی کلی برای خطوط مترو به صورت مقابل دسته‌بندی کرد که شامل: خطوط عرضی/شعاعی به مرکز شهر، خطوط دایره‌ای در خارج از مرکز شهر و خطوط انتقال از مراکز جمعیتی اطراف.

خطوط عرضی/شعاعی به مرکز شهر پوشش جمعیتی مناسبی ارائه می‌دهند و خطوط دایره‌ای نیز اتصال بیشتر را به شبکه فراهم می‌نمایند. خطوط انتقال از مراکز جمعیتی نیز تأمین‌کننده پوشش شبکه برای اطراف شهر هستند.

- اتصال‌های بین شیوه‌ای.

اتصال‌های شبکه مترو به خطوط اکسپرس عامل مهمی در جابه‌جایی جمعیت اطراف تهران به داخل شبکه مترو تهران است. به عبارت‌دیگر اتصال خطوط حومه‌ای و اکسپرس کمک شایانی به افزایش سفرها در داخل شبکه مترو تهران دارد.

ارتباط با مسیر راه آهن و با خطوط اکسپرس بالقوه باید در تعداد کافی از ایستگاه‌های با طراحی مناسب و با الزامات عملکردی که امکان انتقال سریع و واضح را دارند در نظر گرفته شود.

۳-۲-۲-۱- موقعیت و مشخصات ایستگاه‌ها

به طور کلی انتخاب موقعیت ایستگاه ها به مجموعه عوامل حمل و نقلی، محدودیت های حداقل و حداکثر فاصله بین ایستگاه ها، وضعیت اجتماعی اقتصادی مناطق و بسیاری از عوامل دیگر وابسته است. نقاط در نظر گرفته شده برای ایستگاه‌ها به همراه کد ایستگاه و محدوده مورد نظر در جدول ۱-۲ارائه شده است. لازم به ذکر است در بین ایستگاه ها دو ایستگاه تبادلی وجود دارد، ایستگاه سه راه مارلیک در تبادل با خط ۲ مترو کرج و ایستگاه ملکی در تبادل با خط حومه ای تهران هشتگرد و خط ۱۰ مترو تهران است.

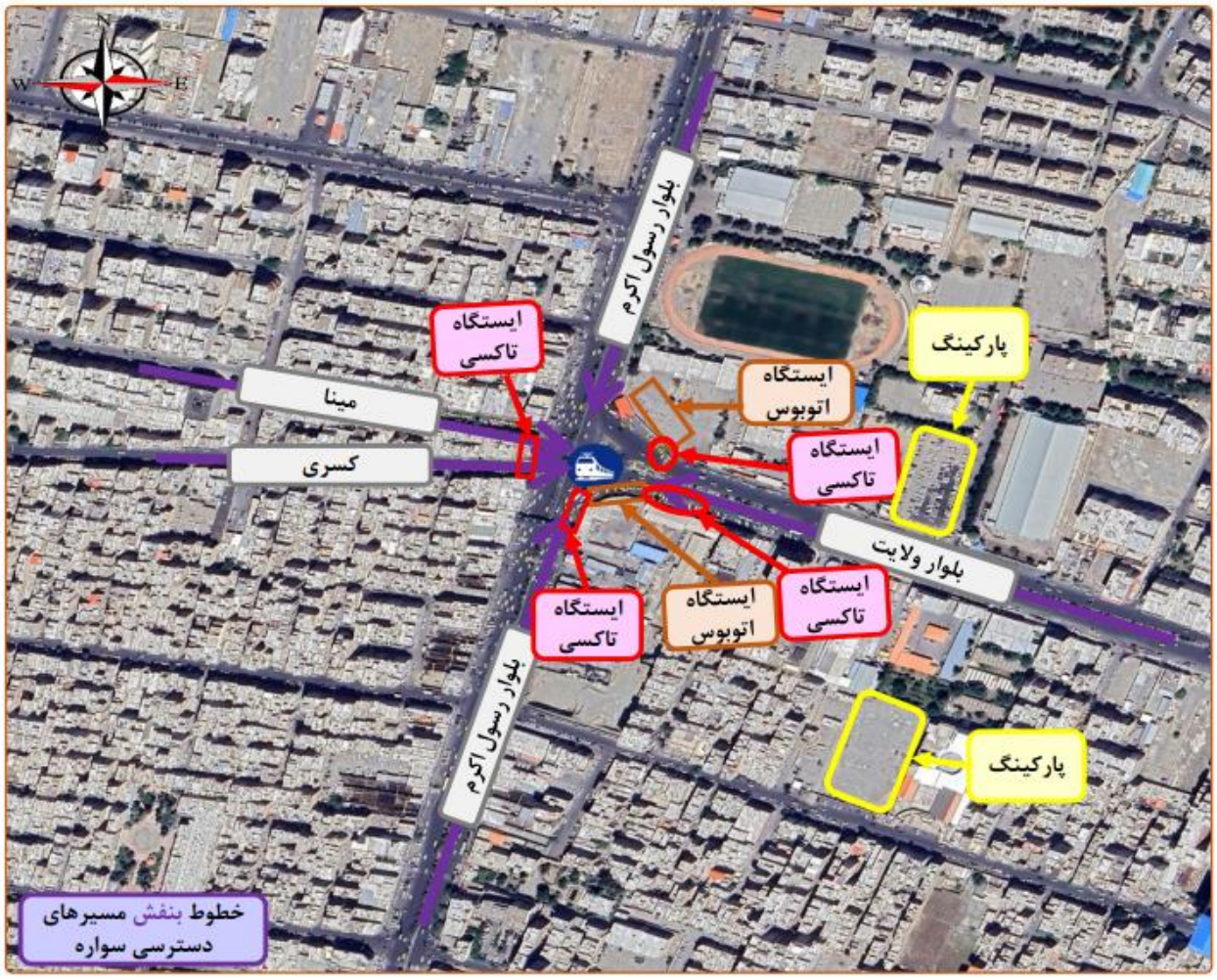
جدول ۲-۱ : *موقعیت و نوع ایستگاه‌های خط مترو شهرهای غربی*

کد ایستگاه	نام ایستگاه	نوع ایستگاه
Exp B ۰۱	سه راه مارلیک	تبادل با خط ۲ مترو کرج
Exp B ۰۲	سرآسیاب	عادی
Exp B ۰۳	اندیشه	عادی
Exp B ۰۳-۱	فاما بتن	عادی
Exp B ۰٤	وائین	عادی
Exp B ۰٥	شهریار	عادی
Exp B ۰٥-۱	علامه طباطبایی	عادی
Exp B ۰٥-۲	میدان فرمانداری	عادی
Exp B ۰٥-۳	میدان حافظ	عادی
Exp B ۰٦	بابا سلمان	عادی
Exp B ۰٦-۱	بوستان مسافر	عادی
Exp B ۰۷-۱	دانشگاه قدس	عادی
Exp B ۰۷	قدس	عادی
Exp B ۰۷-۲	میدان قدس	عادی
Exp B ۰۷-۳	شهرداری	عادی
Exp B ۰۷-٤	پارک آزادگان	عادی
Exp B ۰۸	ملکی	تبادل با خط ۱۰ و قطار حومه‌ای تهران هشتگرد

در ادامه موقعیت و محدوده تعدادی از ایستگاه‌ها ارائه شده و اطلاعات بقیه ایستگاه ها در آلبوم پیوست ارائه شده است.

۲-۳-۲-۲-۱- موقعیت و محدوده ایستگاه Exp B۰۱

ابتدای خط از تقاطع بلوار رسول اکرم و بلوار ولایت در سه راه مارلیک شروع می‌گردد و این ایستگاه در تقاطع بلوار رسول اکرم و بلوار ولایت جانمایی شده است. در موقعیت ایستگاه Exp B۰۱ ایستگاه اتوبوس، ایستگاه تاکسی و پارکینگ وجود دارد. از طرفی غالب کاربری‌های اطراف مسکونی، آموزشی و اختلاط تجاری، اداری و مسکونی است. در شکل ۱-۱۶ نمایی از عکس هوایی مسیرهای دسترسی و شیوه‌های حمل‌ونقلی موجود در محدوده ایستگاه Exp B۰۱ ارائه شده است لازم به ذکر است موقعیت و محدوده سایر ایستگاه‌ها در آلبوم پیوست ارائه شده است.



شکل ۱۶-۱ : *نمایی از عکس هوایی ایستگاه Exp B01 و مسیرهای دسترسی و شیوه‌های حمل‌ونقلی موجود*

۳-۳-۲-۲-۱- موقعیت و محدوده ایستگاه Exp B۰۲

این ایستگاه در تقاطع بلوار نیلوفر و بلوار ولایت جانمایی شده است. در موقعیت ایستگاه Exp B۰۲ ایستگاه اتوبوس و ایستگاه تاکسی وجود دارد. از طرفی غالب کاربری‌های اطراف مسکونی، صنعتی و فضای سبز است. در شکل ۱-۱۷ نمایی از عکس هوایی مسیرهای دسترسی و شیوه‌های حمل‌ونقلی موجود در محدوده ایستگاه Exp B۰۲ ارائه شده است.

شکل ۱-۱۷ : *نمایی از عکس هوایی ایستگاه Exp B02 و مسیرهای دسترسی و شیوه‌های حمل‌ونقلی موجود*

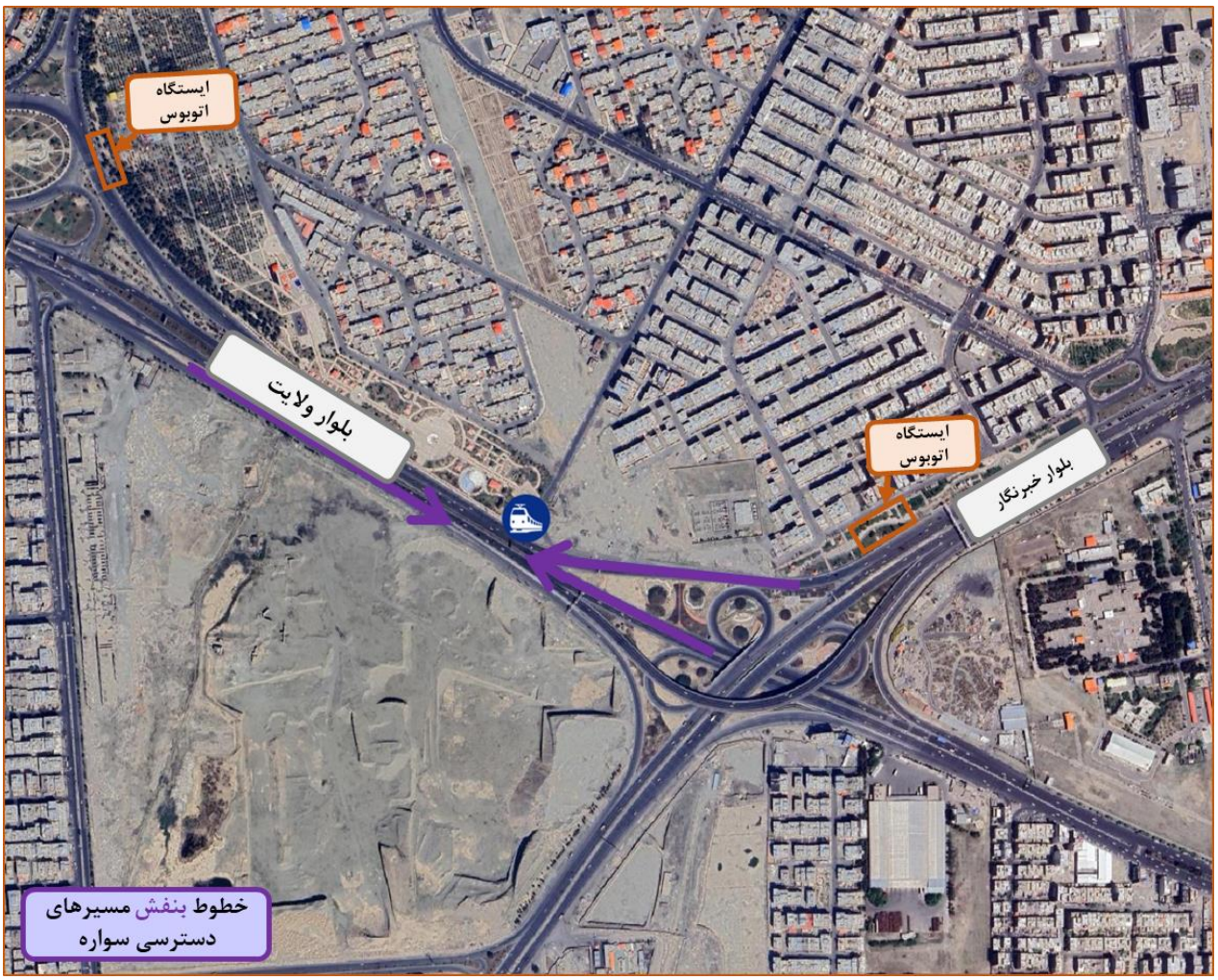
۴-۳-۲-۲-۱- موقعیت و محدوده ایستگاه Exp B۰۳

این ایستگاه در تقاطع بلوار آزادی و بلوار ولایت جانمایی شده است. در موقعیت ایستگاه Exp B۰۳ ایستگاه تاکسی و ایستگاه و پایانه اتوبوس وجود دارد. از طرفی غالب کاربری‌های اطراف مسکونی، تجاری و فضای سبز است. در شکل ۱-۱۸ نمایی از عکس هوایی مسیرهای دسترسی و شیوه‌های حمل‌ونقلی موجود در محدوده ایستگاه Exp B۰۳ ارائه شده است.

شکل ۱۸-۱ : *نمایی از عکس هوایی ایستگاه Exp B03 و مسیرهای دسترسی و شیوه‌های حمل‌ونقلی موجود*

۵-۳-۲-۲-۱- موقعیت و محدوده ایستگاه Exp B ۰۳-۱

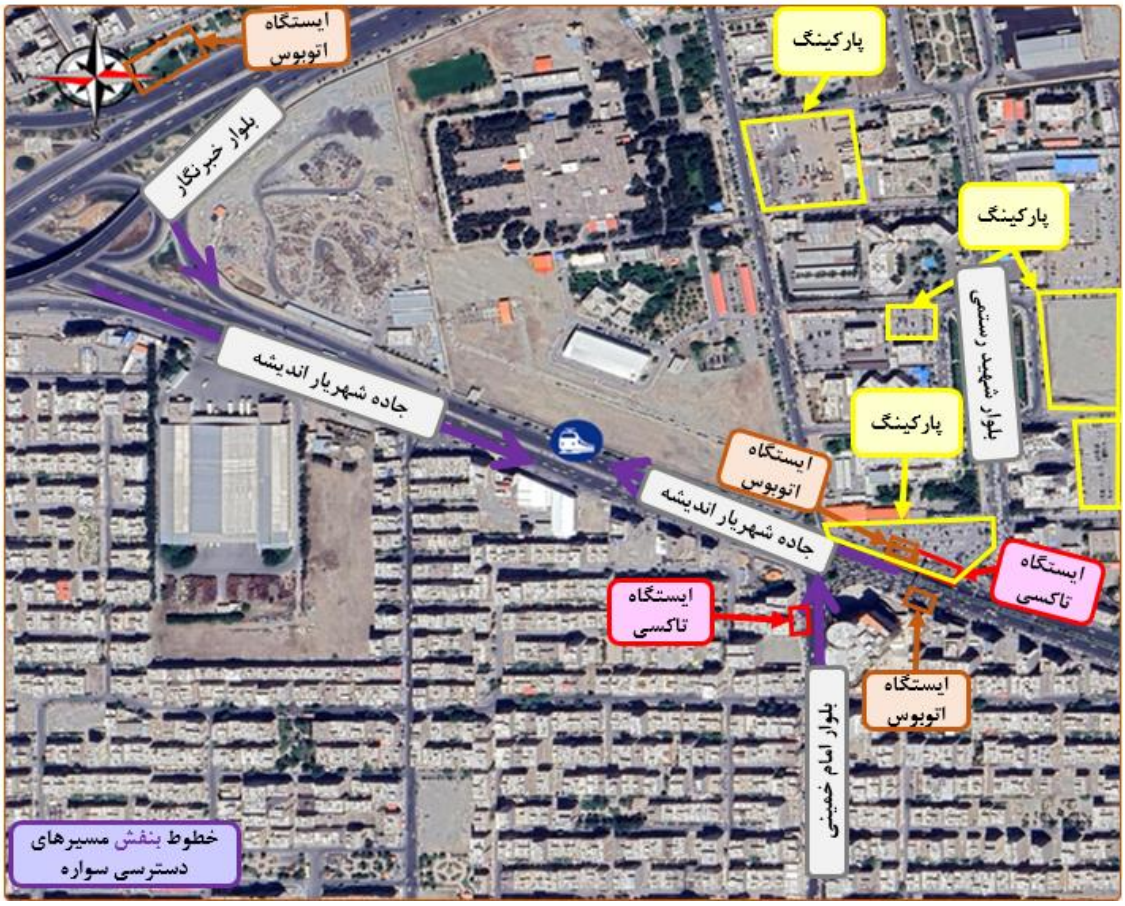
این ایستگاه در تقاطع بلوار خبرنگار و بلوار ولایت جانمایی شده است. در موقعیت ایستگاه Exp B۰۳-۱ ایستگاه اتوبوس وجود دارد. از طرفی غالب کاربری‌های اطراف مسکونی، تجاری و فضای سبز است. در شکل ۱-۱۹ نمایی از عکس هوایی مسیرهای دسترسی و شیوه‌های حمل‌ونقلی موجود در محدوده ایستگاه Exp B۰۳-۱ ارائه شده است.



شکل ۱-۱۹ : *نمایی از عکس هوایی ایستگاه Exp B03-1 و مسیرهای دسترسی و شیوه‌های حمل‌ونقلی موجود*

۶-۳-۲-۲-۱- موقعیت و محدوده ایستگاه Exp B۰٤

این ایستگاه در جاده اندیشه-شهریار جانمایی شده است. در موقعیت ایستگاه Exp B۰٤ ایستگاه اتوبوس در قسمت شمالی تقاطع شهدای اندیشه و جاده شهریار و نیز در مجاورت جاده اندیشه-شهریار موجود بوده و ایستگاه تاکسی در قسمت جنوبی شهرک اداری تندگویان قرار دارد. از طرفی غالب کاربری‌های اطراف اداری، درمانی، مسکونی و انتظامی است. در شکل ۱-۲۰ نمایی از عکس هوایی مسیرهای دسترسی و شیوه‌های حمل‌ونقلی موجود در محدوده ایستگاه Exp B۰٤ ارائه شده است.



شکل ۲۰-۱ : *نمایی از عکس هوایی ایستگاه Exp B04 و مسیرهای دسترسی و شیوه‌های حمل‌ونقلی موجود*

۷-۳-۲-۲-۱- موقعیت و محدوده ایستگاه Exp B۰۵

این ایستگاه در تقاطع علامه طباطبایی و میثم تمار در قسمت شمالی شهریار جانمایی شده است. در موقعیت ایستگاه Exp B۰۵ ایستگاه تاکسی و اتوبوس وجود ندارد. از طرفی غالب کاربری‌های اطراف مسکونی، تجاری، آموزشی و فضای سبز است. در شکل ۱-۲۱ نمایی از عکس هوایی مسیرهای دسترسی و شیوه‌های حمل‌ونقلی موجود در محدوده ایستگاه Exp B۰۵ ارائه شده است.

شکل ۱-۲۱ : *نمایی از عکس هوایی ایستگاه Exp B05 و مسیرهای دسترسی و شیوه‌های حمل‌ونقلی موجود*

۸-۳-۲-۲-۱- موقعیت و محدوده ایستگاه Exp B۰۶

این ایستگاه در خیابان سروستان واقع در قسمت شمالی بابا سلمان جانمایی شده است. در موقعیت ایستگاه Exp B۰۶ ایستگاه تاکسی و اتوبوس وجود ندارد. از طرفی غالب کاربری‌های اطراف مسکونی، آموزشی و باغ است. در شکل ۱-۲۲ نمایی از عکس هوایی مسیرهای دسترسی و شیوه‌های حمل‌ونقلی موجود در محدوده ایستگاه Exp B۰۶ ارائه شده است.

شکل ۲۲-۱ *: نمایی از عکس هوایی ایستگاه Exp B06 و مسیرهای دسترسی و شیوه‌های حمل‌ونقلی موجود*

۹-۳-۲-۲-۱- موقعیت و محدوده ایستگاه Exp B۰۷

این ایستگاه در تقاطع بلوار کلهر و بلوار شهدا جانمایی شده است. در موقعیت ایستگاه Exp B۰۷ ایستگاه تاکسی در ابتدای بلوار شهدا قرارد داشته و در قسمت جنوبی آن پایانه اتوبوس وجود دارد. از طرفی غالب کاربری‌های اطراف اداری، تفریحی، ورزشی، فرهنگی و فضای سبز است. در شکل ۱-۲۳ نمایی از عکس هوایی مسیرهای دسترسی و شیوه‌های حمل‌ونقلی موجود در محدوده ایستگاه Exp B۰۷ ارائه شده است.

شکل ۲۳-۱ *: نمایی از عکس هوایی ایستگاه Exp B07 و مسیرهای دسترسی و شیوه‌های حمل‌ونقلی موجود*

۱۰-۳-۲-۲-۱- موقعیت و محدوده ایستگاه Exp B۰۸

این ایستگاه در تقاطع بزرگراه متوسلیان و خیابان بوستان و در محل ایستگاه راه آهن ملکی جانمایی شده است. در موقعیت ایستگاه Exp B۰۸ ایستگاه تاکسی و اتوبوس وجود ندارد. از طرفی غالب کاربری‌های اطراف صنعتی، آموزشی و فضای سبز است. در شکل ۱-۲۴ نمایی از عکس هوایی مسیرهای دسترسی و شیوه‌های حمل‌ونقلی موجود در محدوده ایستگاه Exp B۰۸ ارائه شده است.

شکل ۲۴-۱ *: نمایی از عکس هوایی ایستگاه Exp B08 و مسیرهای دسترسی و شیوه‌های حمل‌ونقلی موجود*

۳-۲-۱- بررسی نحوه اندرکنش ایستگاه‌ها با سایر وسایل حمل‌ونقل

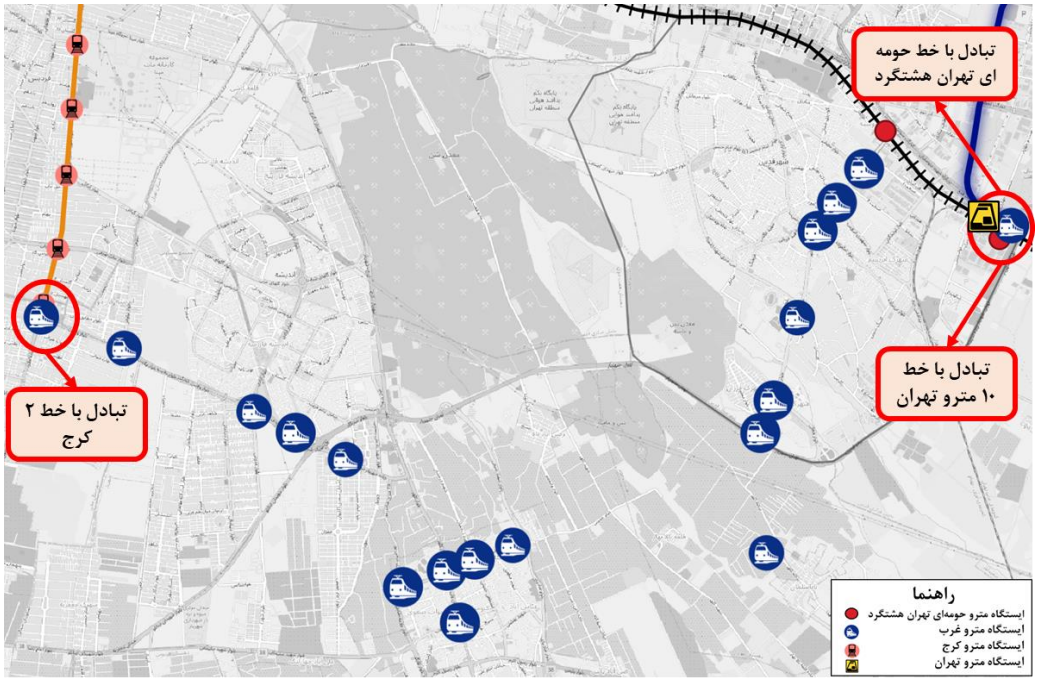
حمل‌ونقل همگانی نقش مهمی در توسعه پایدار شهری دارد. شناخت بهتر نحوه تبادل و اندرکنش شیوه‌های مختلف حمل‌ونقل همگانی (اتوبوس، مترو و تاکسی) با یکدیگر، به برنامه‌ریزان شهری کمک می‌کند تا بتوانند استراتژی‌های کاراتری را در ایجاد شهری پایدار ارائه دهند. از آن‌جا که سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی مکمل وسایل نقلیه انبوه‌بر در سفرهای روزانه محسوب می‌شوند، معمولاً پس از توسعه خطوط مترو، بازنگری در خطوط و ایستگاه‌های سایر شیوه‌های مکمل، غیرقابل اجتناب است. از این‌رو در بیشتر موارد، خطوط مترو ساخته شده و سپس بررسی شبکه گسترده و پیچیده اتوبوس، به منظور بهینه سازی کارایی خطوط و ایستگاه‌ها، موردمطالعه و بررسی قرار می‌گیرد. درصورتی‌که به منظور بهبود کارایی عملیاتی خطوط مترو و اتوبوس، باید به صورت یک سیستم واحد و یکپارچه مورد بررسی قرار گیرند. در این بخش از مطالعات تلاش می‌شود تا به منظور بهینه سازی جریان شبکه، اندرکنش‌های سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی موجود و خطوط جدید به صورت یکپارچه شناسایی شده و مورد بحث و بررسی قرار گیرند.

از آن‌جا که در محدوده دسترسی ایستگاه، افزایش میزان همپوشانی آن با ایستگاه‌های سایر شیوه‌های حمل‌ونقلی، احتمال اندرکنش ایستگاه مترو را افزایش می‌دهد، لذا در این بخش از مطالعات با بررسی میزان همپوشانی ایستگاه‌های مترو با ایستگاه‌های سایر شیوه‌های حمل‌ونقل همگانی، به شناسایی میزان مطلوبیت ایستگاه‌ها از نقطه نظر امکان اندرکنش با سایر خطوط حمل‌ونقل همگانی پرداخته شده است.

با توجه به این‌که فاصله پیاده‌روی برای دسترسی به ایستگاه مترو در مطالعات بازنگری طرح جامع ریلی تهران (مطالعات شرکت سیسترا) و استانداردهای موجود ۸۰۰ متر تعیین شده است، در این مطالعه نیز محدوده اندرکنش (شعاع همپوشانی) ایستگاه‌ها با سایر سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی، ۸۰۰ متر در نظر گرفته شده است. در شکل ۱-۲۵ اندرکنش ایستگاه‌ها با تاکسی و در شکل ۱-۲۶ با اتوبوس به تصویر کشیده شده است. همچنین در شکل ۱-۲۷ اندرکنش ایستگاه ها با ساسیر خطوط ریلی نشان داده شده است. ایستگاه ملکی (Exp B۰۸) با خط ریلی حومه‌ای تهران هشتگرد و خط ۱۰ مترو تهران و ایستگاه سه راه مارلیک(EXP B۰۱) با خط ۲ مترو کرج تبادل خواهد داشت.

شکل ۲۵-۱ : *اندرکنش ایستگاه‌های کریدور ریلی غرب با تاکسی*

شکل ۲۶-۱ : *اندرکنش ایستگاه‌های کریدور ریلی غرب با اتوبوس*



شکل ۲۷-۱ : *اندرکنش ایستگاه‌های کریدور ریلی غرب با سایر خط*

۴-۲-۱- بررسی میزان تبادل سفر بین وسایل حمل‌ونقل مختلف در ایستگاه‌ها و تعیین مقیاس ایستگاه

انواع سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی در کنار یکدیگر، باید شرایطی از قبیل ایمنی و راحتی برای جابه‌جایی مسافران فراهم نمایند. همچنین به کارگیری سیستم‌های مختلف از لحاظ اقتصادی باید توجیه‌پذیر باشد. سیستم حمل‌ونقل در مجموعه مورد نظر باید در جایگاه مناسب خود قرار گیرد و در حوزه مسئولیت خویش، به نحو مناسبی انجام وظیفه نماید تا کارایی کل سیستم بهینه گردد.

با توجه به محدودیت‌هایی که از نظر اقتصادی وجود دارد، سیستم‌های حمل‌ونقل باید درعین حال که نیازهای جابه‌جایی مسافران را تأمین می‌نمایند، از نظر منابع مالی نیز قابل توجیه باشند. در نتیجه با ایجاد ارتباط و هماهنگی مناسب در جنبه‌های مختلف و در نظر گرفتن نیازهای موجود می‌توان سیستم حمل‌ونقل یکپارچه‌ای را ایجاد نمود تا در کنار افزایش مطلوبیت سیستم، باعث بهبود پارامترهای ترافیک نیز گردد. از سوی دیگر با مدنظر قرار دادن تأکید صورت گرفته در ماده ۳۰ قانون برنامه چهارم توسعه کشور مبنی بر توسعه و ارتقاء سهم حمل‌ونقل همگانی از سفرهای درون‌شهری به ۷۵ درصد از کل سفرهای شهری، لازم است اقداماتی جهت بهبود و توسعه ارتباط انواع سیستم‌های حمل‌ونقلی به منظور افزایش کارایی آن‌ها و جذب مسافر بیشتر صورت پذیرد. انتخاب محل و تدقیق جانمایی ایستگاه به طوری که بیشترین میزان تبادل سفر بین شیوه‌های مختلف حمل‌ونقل در آن، نسبت به سایر گزینه‌های پیشنهادی صورت پذیرد، یکی از اصلی‌ترین اقداماتی است که می‌توان در این راستا بدان توجه نمود. در

این بخش از مطالعات حاضر، به بررسی اطلاعات تقاضا و تبادل سفر در متروی غرب استان تهران و ایستگاه‌های آن پرداخته می‌شود. در ادامه نیز به بررسی یک نمونه موردی از متروی کرج پرداخته می‌شود.

۱-۴-۲-۱- تدوین متدولوژی تعیین مقیاس و عملکرد ایستگاه

مقیاس یک ایستگاه مترو، نشان دهنده اهمیت آن ایستگاه است. این ویژگی تابعی از شاخص‌های مؤثر در تقاضا و دسترسی آن ایستگاه است. در واقع این‌طور استنباط می‌شود که هر چه میزان تقاضا در یک ایستگاه بیشتر باشد، ضروری است تا مقیاس ایستگاه، بزرگ‌تر و بالتبع امکانات آن کامل‌تر باشد. این امکانات شامل:

- ابعاد ایستگاه.
- تعداد ورودی- خروجی‌ها.
- تعداد گیت‌های ورودی.
- امکانات داخلی ایستگاه نظیر کاربری‌های تجاری، طول پله برقی‌ها ، تعداد آسانسورها و غیره.
- پوشش خطوط اتوبوس، تاکسی و غیره.

حال ضروری است تا نسبت به تدوین و تعریف شاخص‌های مؤثر در تقاضا اقدام نمود. این شاخص‌ها به صورت مستقیم بر پتانسیل جذب و تولید سفر در یک ایستگاه و بالتبع، میزان تبادل بین شیوه‌ای در آن مؤثر است. معیارها و ویژگی‌های اصلی برای انتخاب یک شاخص به شرح موارد ذیل است:

- شاخص قابل محاسبه باشد و اطلاعات و داده‌های مورد نیاز برای محاسبه شاخص در دسترس باشد.
- شاخص بیانگر نقاط ضعف و قوت خدمات در شرایط واقعی باشد.
- شاخص به صورت شفاف و به دور از ابهام باشد به گونه‌ای که تعابیر مختلفی از آن نشود.
- امکان مقایسه ایستگاه‌ها در خطوط مختلف با یکدیگر از دیدگاه آن شاخص فراهم باشد.
- از میان شاخص‌هایی که مفهوم کاملاً موازی دارند، یک شاخص انتخاب و مابقی وارد مجموعه شاخص‌های منتخب نشود.

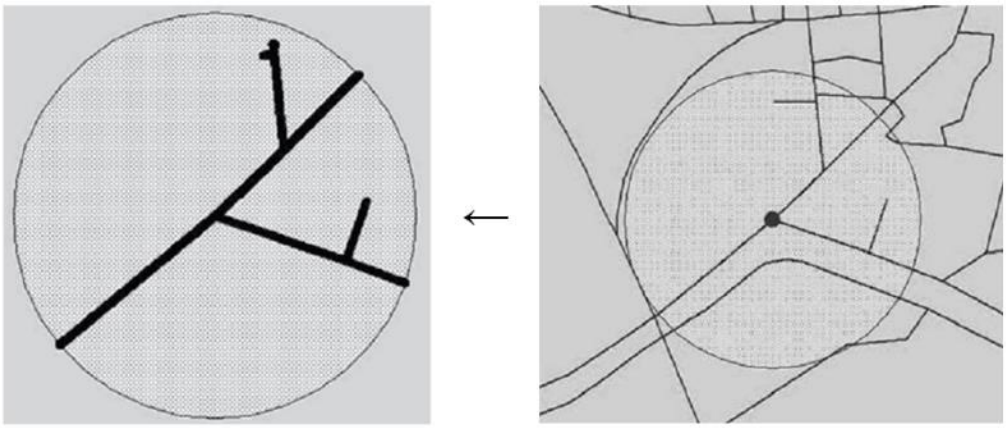
بر این اساس، شاخص‌های مؤثر در تقاضا و بالتبع مؤثر در مقیاس ایستگاه، به شرح زیر انتخاب گردیده است:

- شاخص دسترسی.
- شاخص تبادلی بودن ایستگاه.
- شاخص تعداد ایستگاه‌های حمل‌ونقل همگانی در محدوده پوشش ایستگاه.
- شاخص طول خطوط فیدر در محدوده پوشش ایستگاه.
- شاخص کاربری‌های پیرامون ایستگاه.

که در ادامه به تشریح هر یک از موارد فوق الذکر پرداخته می‌شود.

۱-۲-۴-۱-۱- شاخص دسترسی

فاصله پیاده‌روی تا ایستگاه‌های خدمات حمل‌ونقلی معمولاً به طور ثابت فرض می‌شود که در مطالعه حاضر براساس فرضیات مطالعات بازنگری طرح جامع حمل‌ونقل ریلی تهران، این عدد معادل ۸۰۰ متر فرض شده است. از سوی دیگر، امروزه روش‌های متعددی برای برآورد میزان دسترسی به یک ایستگاه حمل‌ونقلی به کمک داده‌های مکانی فراهم شده است. در ادامه به کمک نرم‌افزار ArcGIS شاخص دسترسی به ایستگاه‌های مترو برآورد شده است. در این روش برای هر ایستگاه مترو نیز یک شاخص دسترسی ایده‌آل (ISAI[۱]) می‌توان تعریف نمود. بدین منظور ابتدا تمام معابر منتهی به یک ایستگاه مترو براساس شبکه معابر شهر تهران، که در شعاع ۸۰۰ متری از آن قرار داشتند، شناسایی شدند (شکل ۱-۲۸).



شکل ۱-۲۸ : *شناسایی معابر منتهی به یک ایستگاه در شعاع ۶۰۰ متری*

با محاسبه مجموع طول معابر منتهی به یک ایستگاه، معادله شاخص دسترسی ایده‌آل به ایستگاه به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$ISAI_i = \frac{\sum length}{Area_{circle}}$$

که در آن:

$ISAI_i$: شاخص دسترسی ایده‌آل ایستگاه مترو i

$\sum length$: مجموع طول معابر منتهی به ایستگاه مترو i

$Area_{circle}$: مساحت دایره محیطی به شعاع ۸۰۰ متر

شایان ذکر است که این شاخص در واحد کیلومتر بر کیلومتر مربع بیان می‌شود. در واقع براساس این شاخص این‌طور می‌توان استنباط نمود که هر چه مقدار شاخص دسترسی بیشتر باشد، احتمال تقاضا در ایستگاه بیشتر است و بزرگی میزان تقاضا، رابطه مستقیم با بزرگی مقیاس ایستگاه خواهد داشت.

[۱] Ideal Stop Accessibility Index

۱-۲-۴-۱-۲- شاخص تبادلی بودن ایستگاه

در صورتی که ایستگاه مطالعاتی، در طرح‌های مصوب، به‌صورت تبادلی با یک یا چند خط مترو دیده شده باشد، لذا احتمال تبادل سفر در آن بسیار بالاتر از سایر ایستگاه‌ها خواهد بود. این شاخص به صورت صفر و یک است.

۱-۲-۴-۱-۳- شاخص تعداد ایستگاه‌های حمل‌ونقل همگانی در محدوده دسترسی ایستگاه

فراهم بودن امکان دسترسی و تبادلات بین شیوه‌ای برای یک ایستگاه مترو، احتمال تبادل سفر را افزایش می‌دهد. لذا هر چه این تعداد بیشتر باشد، ایستگاه مترو جذاب‌تر خواهد بود. این شاخص، تابعی است از تعداد ایستگاه مترو، اتوبوس تندرو، اتوبوس و تاکسی که در محدوده ۸۰۰ متری از ایستگاه مورد مطالعه واقع شده است.

۱-۲-۴-۱-۴- شاخص طول خطوط فیدر در محدوده دسترسی ایستگاه

خطوط تغذیه‌کننده مترو شامل اتوبوس تندرو، اتوبوس و تاکسی، ممکن است در وضع موجود در محدوده دسترسی به ایستگاه مطالعاتی، فاقد ایستگاه مصوب باشند. اما با توجه به ساختار آن‌ها، تصویب و بهره‌برداری از ایستگاه جدید، به راحتی صورت می‌پذیرد، لذا شاخصی تحت عنوان مجموع طول خطوط فیدر در شعاع ۸۰۰ متری ایستگاه مترو تعریف شده است. در واقع این شاخص، پتانسیل شاخص تعداد ایستگاه‌های حمل‌ونقل همگانی در محدوده دسترسی ایستگاه را در وضع آتی، افزایش می‌دهد. بدیهی است این انعطاف در خصوص خطوط مترو میسر نیست و ایجاد یک ایستگاه جدید در این خطوط، عملاً غیر ممکن است، لذا این شاخص صرفاً در سیستم تغذیه‌کننده و زیر مجموعه مترو پیش‌بینی شده است.

۱-۲-۴-۱-۵- شاخص کاربری‌های پیرامون ایستگاه

یکی دیگر از مؤلفه‌های مؤثر در احتمال بالا رفتن میزان تبادلات یک ایستگاه و مقیاس آن، ترکیب کاربری‌های واقع در محدوده ایستگاه است. هرچه مساحت این کاربری‌ها بیشتر، میزان تولید و جذب سفر در این کاربری‌ها بیشتر خواهد بود و بالتبع، احتمال تبادل سفر بین شیوه‌ای در ایستگاه بالاتر خواهد رفت. براساس شاخص‌های فوق الذکر، "امتیاز ایستگاه" مطابق با معادله زیر تعریف شده است.

$$SCORESt_{i} = (\delta_{int.st} MetroInterchange) + (\alpha_{metro}.MetroStop_{i} + \alpha_{BRT}.BRTStop_{i} + \alpha_{bus}.BUSStop_{i} + \alpha_{taxi}.TAXIStop_{i}) + \\ + (\beta_{BRT}.BRTPath_{i} + \beta_{bus}.BUSPath + \beta_{taxi}.TAXIPath_{i}) + (\lambda_{access}.Accessibility_{i}) + (\gamma_{LA}.LanduseArea_{i})$$

که در آن:

$MetroInterchange$: وضعیت تبادلی بودن ایستگاه i

$MetroStop_{i}$: تعداد ایستگاه‌های مترو در محدوده دسترسی ایستگاه i

$BRTStop_{i}$: تعداد ایستگاه‌های اتوبوس تندرو در محدوده دسترسی ایستگاه i

$BUSStop_{i}$: تعداد ایستگاه‌های اتوبوس در محدوده دسترسی ایستگاه i

$TAXIStop_{i}$: تعداد ایستگاه‌های تاکسی در محدوده دسترسی ایستگاه i

$BRTPath_i$: طول خطوط اتوبوس تندرو در محدوده دسترسی ایستگاه i

$BUSPath_i$: طول خطوط اتوبوس در محدوده دسترسی ایستگاه i

$TAXIPath_i$: طول خطوط تاکسی در محدوده دسترسی ایستگاه i

$Accessibility_i$: زیر شاخص دسترسی به ایستگاه i

$LanduseArea$: زیر شاخص کاربری‌های پیرامون ایستگاه i

$\delta_{\text{int.st}}$: وزن اهمیت تبادلی بودن ایستگاه i

α_{metro} : وزن اهمیت وجود ایستگاه مترو

α_{BRT} : وزن اهمیت وجود ایستگاه اتوبوس تندرو

α_{bus} : وزن اهمیت وجود ایستگاه اتوبوس

α_{taxi} : وزن اهمیت وجود ایستگاه تاکسی

β_{BRT} : وزن اهمیت طول خطوط اتوبوس تندرو

β_{bus} : وزن اهمیت طول خطوط اتوبوس

β_{taxi} : وزن اهمیت طول خطوط تاکسی

λ_{access} : وزن اهمیت دسترسی

γ_{LA} : وزن اهمیت کاربری‌ها

همان‌طور که مشاهده می‌گردد، برای هر ایستگاه مترو غرب استان تهران یک امتیاز کلی محاسبه می‌شود که بزرگی این امتیاز، نشان از بزرگی مقیاس و اهمیت آن ایستگاه و نیز حاکی از بیشتر بودن احتمال تبادل سفر در ایستگاه است. در واقع پس از تعیین وزن اهمیت هر یک از زیر شاخص‌ها به یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، میزان احتمال تبادل سفر در تمامی ایستگاه‌های مطالعاتی محاسبه شده و مقایسه دقیقی بین این ایستگاه‌ها صورت می‌پذیرد. لازم به ذکر است، با توجه به اینکه در ادامه مطالعات، مقیاس عملکردی ایستگاه محاسبه می‌شود، در این بخش، صرفاً به بررسی پتانسیل تبادل سفر در ایستگاه‌های متروی غرب استان تهران پرداخته شده است. بنابراین در این بخش از ارائه اطلاعات مربوط به برآورد زیرشاخص‌های کاربری پیرامون و دسترسی ایستگاه صرف نظر شده است.

۲-۴-۲-۱- تعیین مقادیر مورد نیاز شاخص‌های پیشنهاد

در جدول ۱-۳ شاخص تبادلی بودن ایستگاه مترو بررسی شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد، به هر یک از ایستگاه‌های متروی غرب استان تهران امتیاز صفر و یک اختصاص داده شده است که نشان از تبادلی بودن/ نبودن ایستگاه با سایر خطوط مترو است. همچنین مشاهده می‌شود که تنها ایستگاه ابتدایی و انتهایی خط متروی غرب استان تهران تبادلی است.

جدول ۳-۱ *مقایسه شاخص تبادلی بودن ایستگاه‌ها*

ایستگاه	وضعیت تبادل	نوع تبادل
EXP B۰۱	۱	تبادل با خط ۲ مترو کرج
EXP B۰۲	۰	
EXP B۰۳	۰	
EXP B۰۳-۱	۰	
EXP B۰٤	۰	
EXP B۰٥	۰	
EXP B۰٥-۱	۰	
EXP B۰٥-۲	۰	
EXP B۰٥-۳	۰	
EXP B۰٦	۰	
EXP B۰٦-۱	۰	
EXP B۰۷	۰	
EXP B۰۷-۱	۰	
EXP B۰۷-۲	۰	
EXP B۰۷-۳	۰	
EXP B۰۷-٤	۰	
EXP B۰۸	۱	تبادل با خط ۱۰ مترو تهران-تبادل با خط حومه ای تهران هشتگرد

شاخص بعدی که موردمطالعه قرار گرفته است، ایستگاه‌های حمل‌ونقل همگانی در محدوده ۸۰۰ متری از هر ایستگاه است. به دلیل اینکه در محدوده ۸۰۰ متری هیچ یک از ایستگاه‌های متروی غرب استان تهران ایستگاه مترو و اتوبوس تندرو وجود ندارد، این شاخص تنها به دو بخش اتوبوس و تاکسی تقسیم شده است که در ادامه مطالعات در جدول ۱-۴ برآورد شده است.

جدول ۴-۱ *تعداد ایستگاه‌های حمل‌ونقل همگانی در محدوده ایستگاه‌های متروی غرب استان تهران*

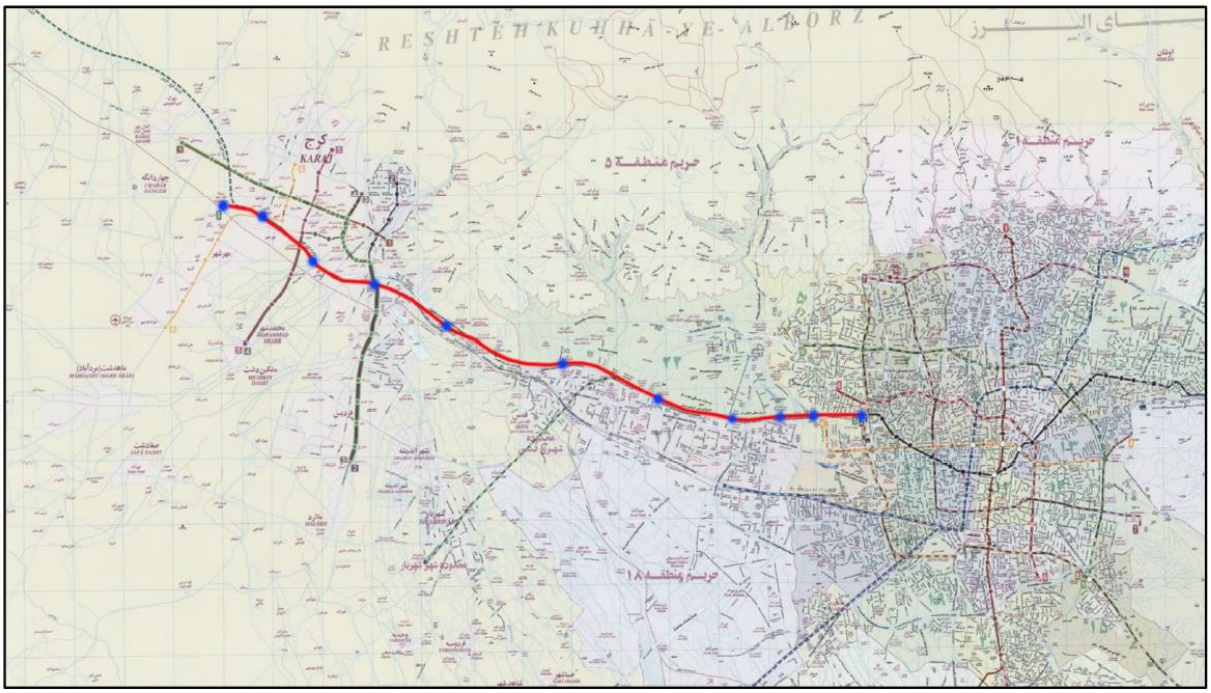
نام ایستگاه	تعداد ایستگاه در محدوده اثر	
	اتوبوس	تاکسی
EXP B۰۱	۲	۴
EXP B۰۲	۲	۱
EXP B۰۳	۲	۱
EXP B۰۳-۱	۲	۰
EXP B۰٤	۳	۲
EXP B۰٥	۰	۰
EXP B۰٥-۱	۱	۱
EXP B۰٥-۲	۱	۱
EXP B۰٥-۳	۰	۰
EXP B۰٦	۰	۰
EXP B٦-۱	۰	۰
EXP B۰۷	۱	۱
EXP BV-۱	۱	۱
EXP BV-۲	۳	۲
EXP BV-۳	۴	۲
EXP BV-٤	۴	۱
EXP B۰۸	۰	۰

۳-۴-۲-۱- نمونه موردی

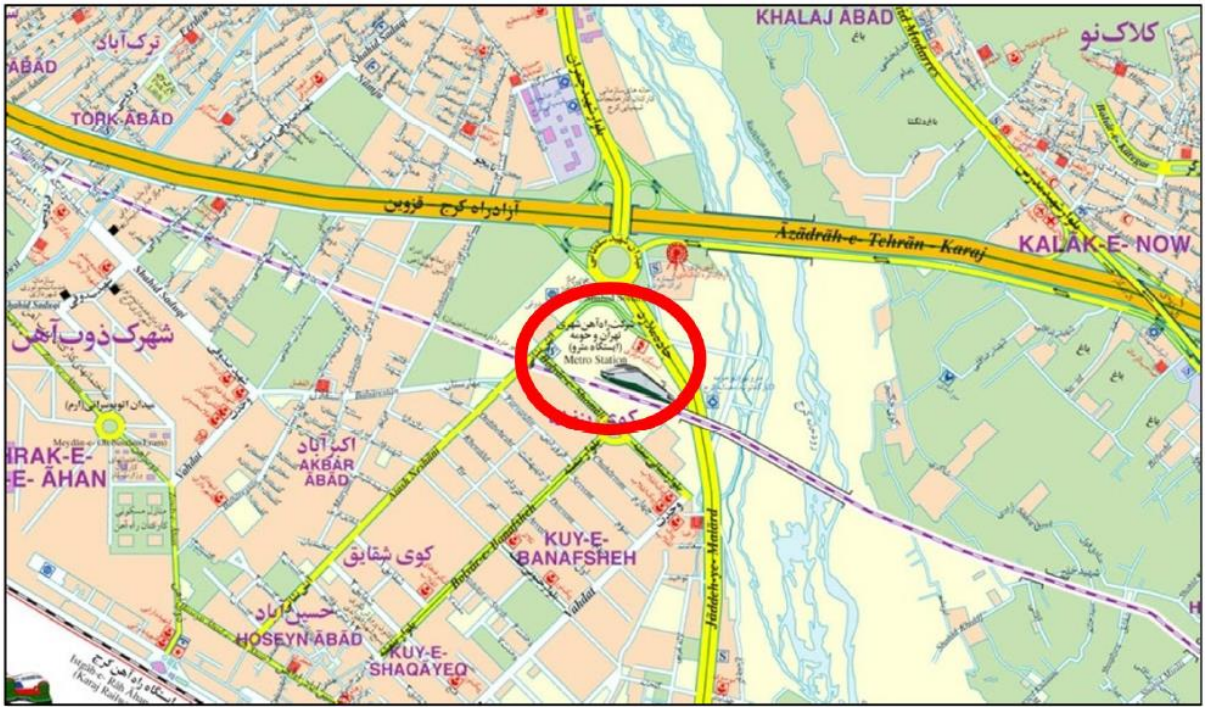
در این بخش از گزارش، به بررسی نمونه موردی مترو کرج می‌پردازیم که در گزارش مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک کرج، انجام شده توسط مهندسان مشاور اندیشکار و مهندسان مشاور رهپویان در خردادماه ۱۳۹۰، عملکرد آن بررسی شده است. به منظور انجام این مطالعات، مهندسان مشاور در آمارگیری‌های خود از ساعت ۵ صبح تا ساعت ۲۳ تعداد مسافران ورودی و خروجی به ایستگاه‌ها را شمارش کرده و با مسافران مصاحبه کرده اند. به دلیل همین دقت بالای صورت گرفته در انجام این مطالعه، ایستگاه‌های خط مترو کرج با مقیاس عملکردی فراشهری، نمونه موردی موفق و قابل استنادی برای مطالعات پیش‌رو تشخیص داده شده اند. لازم به ذکر است که دو ایستگاه کرج (شهید سلطانی) و گلشهر که در زمان انجام مطالعات ذکر شده در حال بهره برداری بوده اند بررسی شده و در ادامه این گزارش به آن‌ها پرداخته می‌شود.

- **ایستگاه مترو کرج (شهید سلطانی)**

این ایستگاه در ضلع جنوبی بزرگراه کرج-قزوین در خط ۵ مترو تهران واقع شده و مهم‌ترین ایستگاه شهر کرج است. جانمایی خط ۵ مترو تهران و ایستگاه مترو کرج در شکل ۱-۲۹ و شکل ۱-۳۰ نمایش داده شده است.



شکل ۱-۲۹ *مسیر خط ۵ مترو تهران*

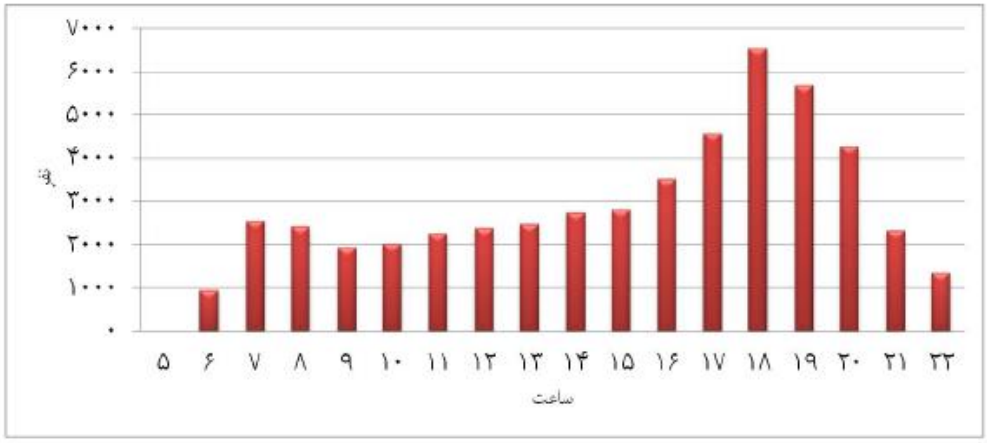


شکل ۳۰-۱ *جانمایی ایستگاه مترو کرج*

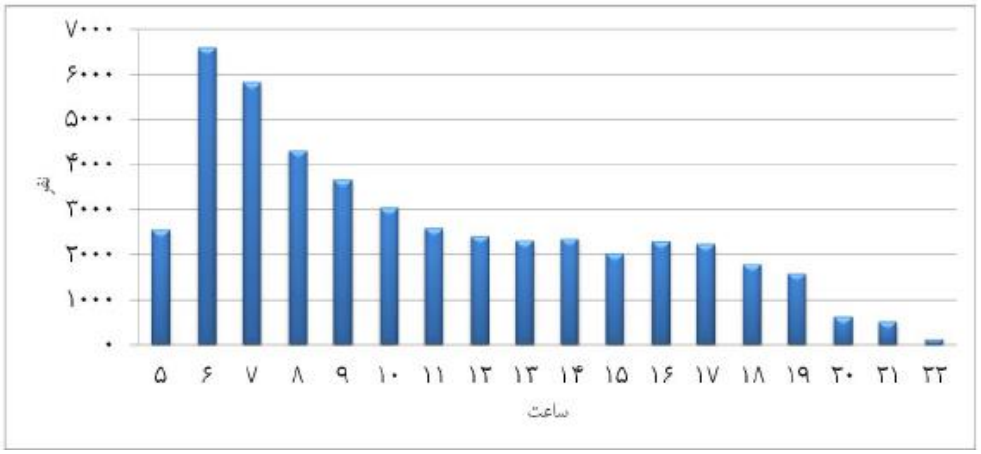
تعداد مسافران وارد شده به و خارج شده از ایستگاه مترو کرج به ترتیب حدود ۴۷ و ۵۱ هزار و در مجموع حدود ۹۸ هزار نفر در ساعات آماربرداری بوده است. تعداد مسافران ورودی و خروجی این ایستگاه به تفکیک ساعت آماربرداری در جدول ۱-۵ نمایش داده شده است. همانطور که در این جدول مشاهده می‌شود، بیشترین تعداد مسافرین ورودی به این ایستگاه مربوط به ساعت ۶ صبح با حجم تقریبی ۶۶۰۰ نفر و بیشترین تعداد مسافر خروجی از ایستگاه مربوط به ساعت ۱۸ عصر با حجم حدودی ۶۵۰۰ نفر است. به منظور نمایش بهتر، تعداد مسافران ورودی و خروجی این ایستگاه در ساعات مختلف در نمودارهای شکل ۱-۳۱ تا شکل ۱-۳۳ نمایش داده شده است.

جدول ۵-۱ *حجم مسافران ورودی (به) و خروجی (از) ایستگاه مترو کرج*

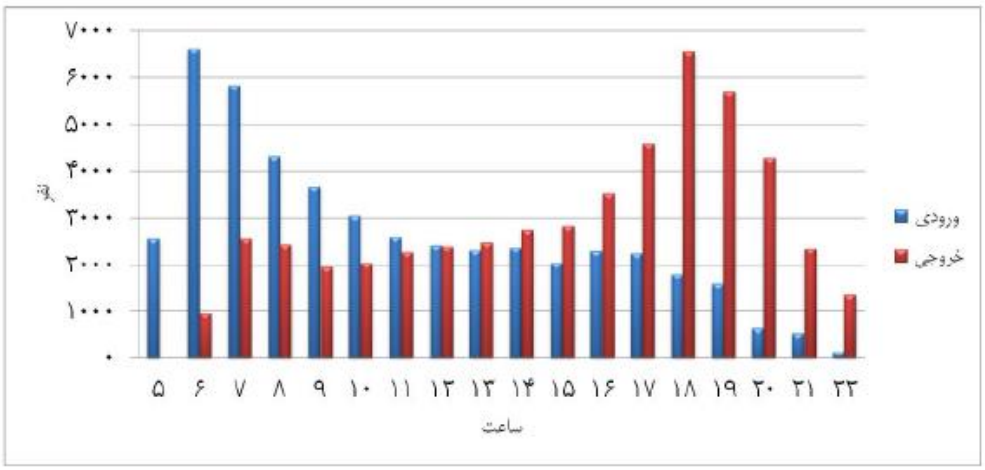
ساعت	خروجی		ورودی	
	غیرتجمعی	تجمعی	غیر تجمعی	تجمعی
۵			۲۵۵۷	۲۵۵۷
۶	۹۵۹	۹۵۹	۶۶۱۱	۹۱۶۸
۷	۲۵۶۰	۳۵۱۹	۵۸۳۴	۱۵۰۰۲
۸	۲۴۲۸	۵۹۴۷	۴۳۱۹	۱۹۳۲۱
۹	۱۹۴۱	۷۸۸۸	۳۶۷۰	۲۲۹۹۱
۱۰	۲۰۲۹	۹۹۱۷	۳۰۴۵	۲۶۰۳۶
۱۱	۲۲۶۷	۱۲۱۸۴	۲۵۹۱	۲۸۶۲۷
۱۲	۲۳۹۲	۱۴۵۷۶	۲۴۱۶	۳۱۰۴۳
۱۳	۲۴۸۱	۱۷۰۵۷	۲۳۱۲	۳۳۳۵۵
۱۴	۲۷۴۸	۱۹۸۰۵	۲۳۵۹	۳۵۷۱۴
۱۵	۲۸۲۰	۲۲۶۲۵	۲۰۳۲	۳۷۷۴۶
۱۶	۳۵۲۹	۲۶۱۵۴	۲۲۹۱	۴۰۰۳۷
۱۷	۴۵۸۹	۳۰۷۴۳	۲۲۴۱	۴۲۲۷۸
۱۸	۶۵۵۲	۳۷۲۹۵	۱۷۸۷	۴۴۰۶۵
۱۹	۵۶۹۹	۴۲۹۹۴	۱۵۸۷	۴۵۶۵۲
۲۰	۴۲۸۱	۴۷۲۷۵	۶۲۴	۴۶۲۷۶
۲۱	۲۳۴۰	۴۹۶۱۵	۵۱۸	۴۶۷۹۴
۲۲	۱۳۴۷	۵۰۹۶۲	۱۱۲	۴۶۹۰۶
جمع	۵۰۹۶۲		۴۶۹۰۶	



شکل ۳۱-۱ *تعداد مسافر خروجی از ایستگاه مترو کرج در ساعات مختلف*



شکل ۳۲-۱ *تعداد مسافر ورودی به ایستگاه مترو کرج در ساعات مختلف*



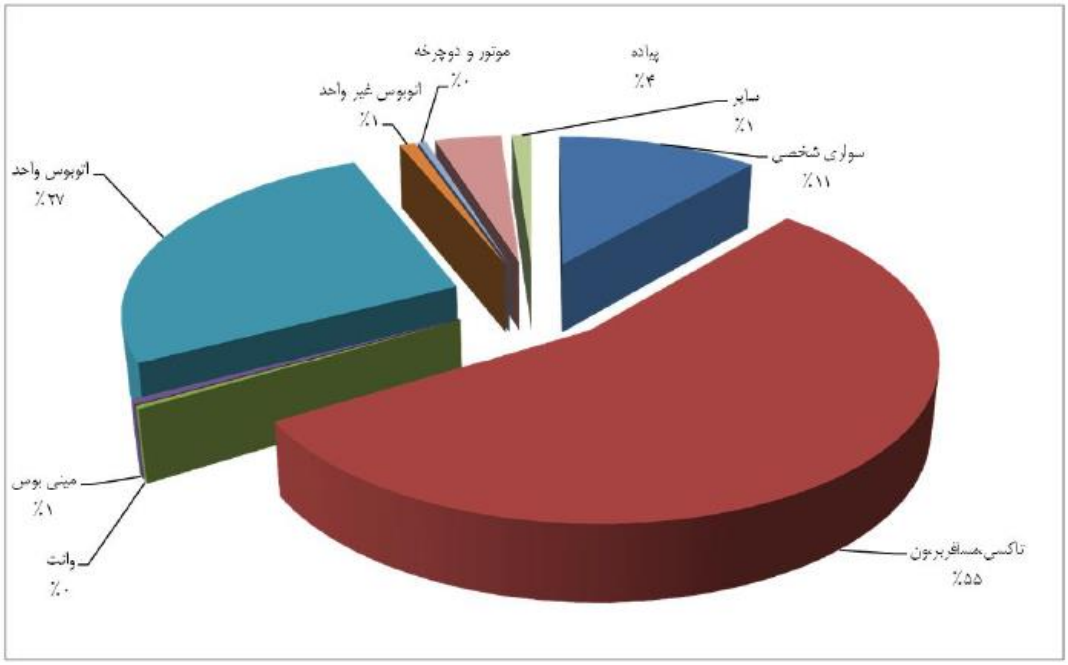
شکل ۳۳-۱ *مقایسه تعداد مسافر ورودی به و خروجی از ایستگاه مترو کرج در ساعات مختلف*

انواع وسایل نقلیه مورد استفاده توسط کاربران برای رسیدن به ایستگاه مترو و دسترسی از ایستگاه مترو به سایر نقاط در ۹ دسته تقسیم بندی شده است: ۱. سواری شخصی، ۲. تاکسی، مسافربر، ون، ۳. وانت، ۴. مینی بوس، ۵. اتوبوس واحد، ۶. اتوبوس غیر واحد، ۷. موتور و دوچرخه، ۸. پیاده، ۹. سایر. در جدول ۱-۶ تعداد مسافرانی که خود را با وسایل نقلیه مختلف به ایستگاه مترو کرج رسانده اند و در شکل ۱-۳۴ سهم وسایل مختلف در رساندن مسافران به این ایستگاه نمایش داده شده است.

بر اساس جدول ۱-۶ در حدود ۲۶ هزار نفر از مسافران برای رسیدن به متروی کرج از تاکسی، مسافربر و ون (بیشترین حجم) استفاده کرده و در حدود ۱۶۰ نفر نیز با استفاده از وانت (کمترین حجم) خود را به این ایستگاه رسانده اند. همچنین همانطور که در شکل ۱-۳۴ مشاهده می‌شود، وسایل حمل و نقل همگانی و شبه همگانی (اتوبوس، تاکسی، ون و مسافربر) بیشترین سهم یعنی مجموعا ۸۳ درصد از وسایل مورد استفاده مسافران برای رسیدن ایستگاه مترو کرج را تشکیل می‌دهند. همچنین در این نمودار مشاهده می‌شود که تنها ۴ درصد از مسافران، با شیوه پیاده خود را ایستگاه مترو کرج رسانده اند.

جدول ۶-۱ *تعداد مسافرانی که خود را با وسایل مختلف به ایستگاه مترو کرج رسانده اند*

ساعت	سواری شخصی	تاکسی،مسافربر،ون	وانت	مینی بوس	اتوبوس واحد	اتوبوس غیر واحد	موتور و دوچرخه	پیاده	سایر	جمع
۵	۷۵۹	۱۵۱۸	۴۰	۰	۱۲۰	۸۰	۰	۴۰	۰	۲۵۵۷
۶	۱۱۴۱	۳۲۲۲	۰	۰	۱۹۴۶	۰	۳۴	۲۰۱	۶۷	۶۶۱۱
۷	۵۷۸	۳۲۳۲	۰	۰	۱۷۸۷	۰	۵۳	۱۵۸	۲۶	۵۸۳۴
۸	۲۹۴	۲۵۷۲	۰	۳۹	۱۱۱۹	۲۰	۳۹	۱۹۶	۳۹	۴۳۱۹
۹	۳۱۷	۲۰۰۷	۰	۲۶	۱۲۱۵	۰	۰	۷۹	۲۶	۳۶۷۰
۱۰	۲۵۵	۱۵۵۰	۰	۱۸	۱۰۲۱	۱۸	۱۸	۱۶۴	۰	۳۰۴۵
۱۱	۳۲۶	۱۳۰۳	۰	۵۹	۷۱۱	۳۰	۱۵	۱۱۸	۳۰	۲۵۹۱
۱۲	۲۲۴	۱۲۵۳	۴۵	۱۵	۶۱۱	۶۰	۰	۱۴۹	۶۰	۲۴۱۶
۱۳	۶۷	۱۴۹۷	۱۳	۰	۵۰۸	۴۰	۲۷	۱۰۷	۵۳	۲۳۱۲
۱۴	۳۲۵	۱۱۸۰	۲۰	۰	۷۱۲	۰	۰	۸۱	۴۱	۲۳۵۹
۱۵	۲۰۸	۱۰۴۰	۰	۳۲	۶۰۸	۰	۱۶	۹۶	۳۲	۲۰۳۲
۱۶	۲۵۳	۱۲۳۹	۲۷	۰	۶۱۳	۶۷	۰	۵۳	۴۰	۲۲۹۱
۱۷	۲۵۲	۱۳۶۰	۰	۰	۵۰۴	۲۵	۰	۸۸	۱۳	۲۲۴۱
۱۸	۱۱۶	۱۰۵۱	۰	۳۲	۴۱۰	۲۱	۰	۸۴	۷۴	۱۷۸۷
۱۹	۱۱۵	۹۲۹	۰	۱۰	۴۱۸	۴۲	۲۱	۳۱	۲۱	۱۵۸۷
۲۰	۳۸	۳۸۴	۱۳	۰	۱۲۰	۱۳	۰	۵۷	۰	۶۳۴
۲۱	۷۲	۳۷۹	۰	۰	۱۰	۵	۰	۴۸	۵	۵۱۸
۲۲	۴	۹۰	۰	۰	۴	۰	۰	۱۳	۰	۱۱۲
جمع	۵۳۴۴	۲۵۸۰۴	۱۵۸	۲۳۲	۱۲۴۳۵	۴۱۹	۲۲۲	۱۷۶۵	۵۲۶	۴۶۹۰۶

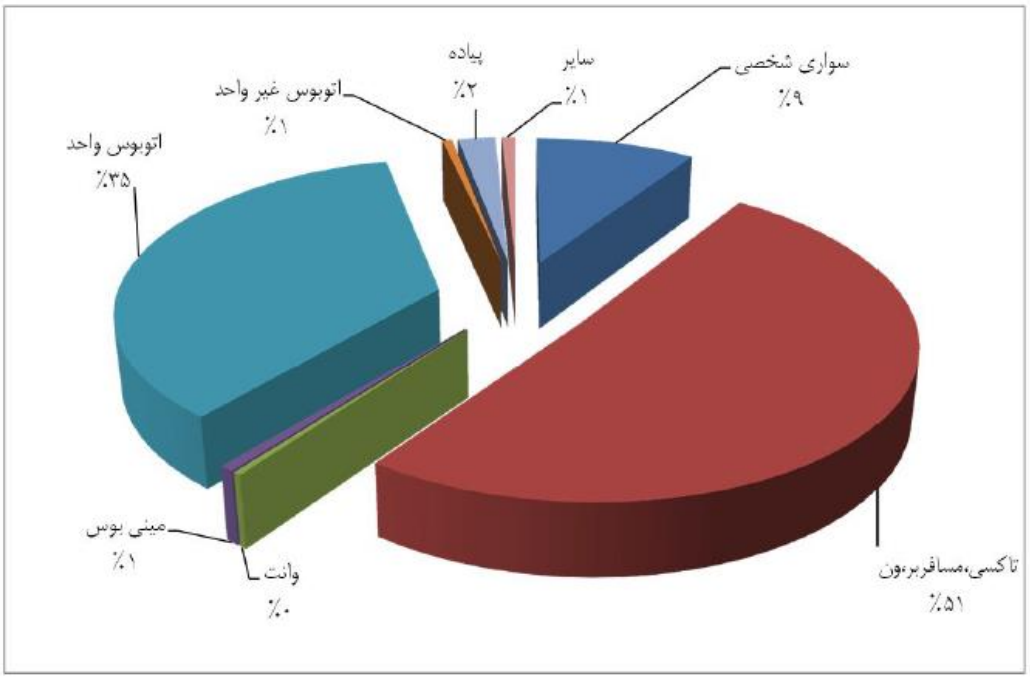


شکل ۳۴-۱ *سهم وسایل مختلف در رساندن مسافران به ایستگاه مترو کرج در طول ساعات آمارگیری*

در جدول ۱-۷ وسیله نقلیه مورد استفاده مسافران به هنگام خروج از ایستگاه مترو کرج نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که تاکسی، مسافربر و ون با حجم حدودا ۲۶ هزار نفر بیشترین حجم جابجایی مسافر از این ایستگاه را داشته اند. همچنین در شکل ۱-۳۵ سهم وسایل مختلف در انتقال مسافران از ایستگاه کرج به سایر نقاط در طول آمارگیری نمایش داده شده است. مشاهده می‌شود که وسایل نقلیه همگانی و شبیه همگانی (اتوبوس و تاکسی) بیشترین سهم (مجموعا ۸۷ درصد) را در انتقال مسافران از ایستگاه مترو کرج به سایر نقاط داشته‌اند. همچنین در این نمودار مشاهده می‌شود که تنها ۲ درصد از مسافران، با شیوه پیاده خود را از ایستگاه مترو کرج به مقصد نهایی‌شان رسانده اند.

جدول ۷-۱ *تعداد مسافرانی که با وسایل مختلف از ایستگاه مترو کرج خارج شده‌اند*

ساعت	سواری شخصی	تاکسی،مسافربرون	وانت	مینی بوس	اتوبوس واحد	اتوبوس غیر واحد	پیاده	سایر	جمع
۶	۸۰	۴۰۰	۰	۰	۳۲۰	۰	۸۰	۸۰	۹۵۹
۷	۳۸۲	۱۱۰۸	۰	۳۸	۹۵۵	۰	۰	۷۶	۲۵۶۰
۸	۳۱۷	۱۰۹۱	۳۵	۳۵	۵۹۸	۷۰	۱۴۱	۱۴۱	۲۴۲۸
۹	۷۷	۸۴۳	۰	۵۱	۸۴۳	۵۱	۷۷	۰	۱۹۴۱
۱۰	۲۴۳	۹۴۷	۰	۲۷	۷۸۵	۰	۰	۲۷	۲۰۲۹
۱۱	۲۳۷	۱۱۳۴	۲۶	۰	۷۳۸	۵۳	۷۹	۰	۲۲۶۷
۱۲	۲۹۵	۱۰۸۱	۰	۰	۹۵۰	۰	۳۳	۳۳	۲۳۹۲
۱۳	۳۳۱	۱۲۴۱	۰	۰	۸۶۸	۰	۰	۴۱	۲۴۸۱
۱۴	۴۶۹	۱۲۰۶	۰	۰	۸۷۱	۶۷	۱۳۴	۰	۲۷۴۸
۱۵	۲۷۴	۱۶۴۳	۰	۲۷	۸۲۱	۰	۵۵	۰	۲۸۲۰
۱۶	۰	۱۵۶۸	۴۹	۹۸	۱۷۱۵	۴۹	۴۹	۰	۳۵۲۹
۱۷	۰	۲۵۴۴	۰	۰	۱۸۴۶	۰	۲۰۰	۰	۴۵۸۹
۱۸	۳۱۵	۳۱۵۰	۰	۰	۳۰۸۷	۰	۰	۰	۶۵۵۲
۱۹	۵۹۲	۳۰۳۵	۷۴	۰	۱۷۷۶	۰	۲۲۲	۰	۵۶۹۹
۲۰	۳۲۵	۲۹۸۰	۰	۵۴	۹۲۱	۰	۰	۰	۴۲۸۱
۲۱	۶۲۸	۹۷۰	۰	۰	۷۴۲	۰	۰	۰	۲۳۴۰
۲۲	۱۶۳	۸۹۸	۰	۰	۲۴۵	۰	۴۱	۰	۱۳۴۷
جمع	۴۷۲۸	۲۵۸۳۸	۱۸۵	۳۳۱	۱۸۰۸۲	۲۹۰	۱۱۰۹	۳۹۸	۵۰۹۶۲



شکل ۳۵-۱ *سهم وسایل مختلف در انتقال مسافران از ایستگاه کرج به سایر نقاط در طول ساعات آمارگیری*

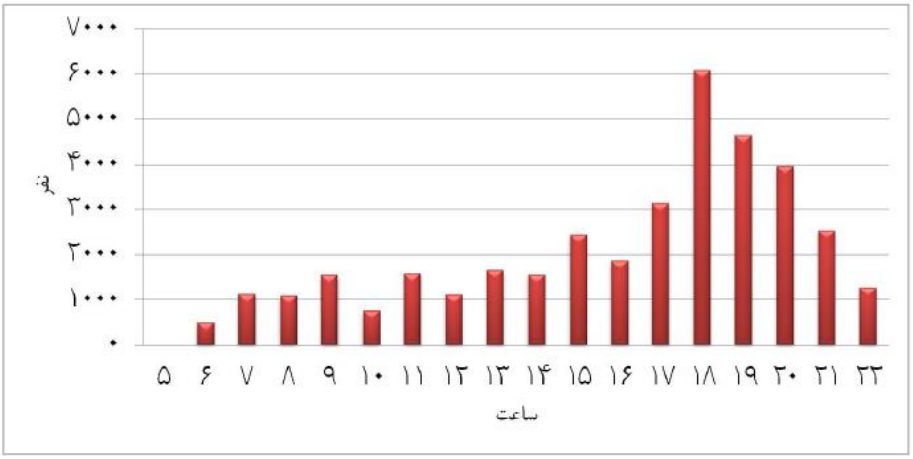
- **ایستگاه مترو گلشهر**

این ایستگاه در مجاورت بلوار گلزار غربی و در ضلع شمالی میدان بسیج قرار دارد. موقعیت این ایستگاه در شکل ۱-۳۶ نشان داده شده است. حجم مسافران ورودی و خروجی ایستگاه مترو گلشهر در جدول ۱-۸ و نمودارهای شکل ۱-۳۷ تا شکل ۱-۳۹ نمایش داده شده است. بر اساس جدول ۱-۸ حجم مسافران ورودی و خروجی این ایستگاه در طول ساعات آمارگیری به ترتیب حدود ۳۹ و ۳۷ هزار نفر بوده است. همچنین ساعت اوج صبح و عصر مربوط به ساعات ۶ و ۱۸ با حجم مسافر به ترتیب حدودا ۶۸۰۰ و ۶۱۰۰ نفر است. برای مقایسه بهتر، تعداد مسافر ورودی (به) و خروجی (از) این ایستگاه در نمودار شکل ۱-۳۹ نمایش داده شده است.

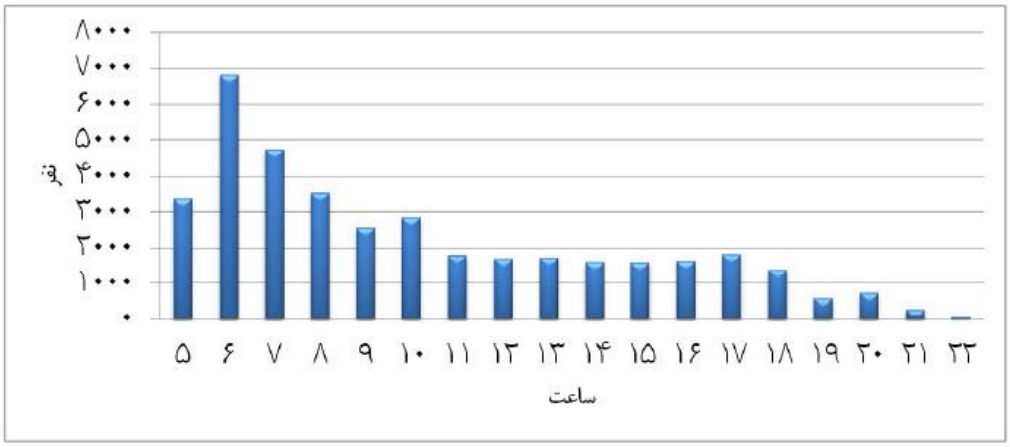
شکل ۳۶-۱ *جانمایی ایستگاه مترو گلشهر*

جدول ۸-۱ *حجم مسافران ورودی (به) و خروجی (از) ایستگاه مترو گلشهر*

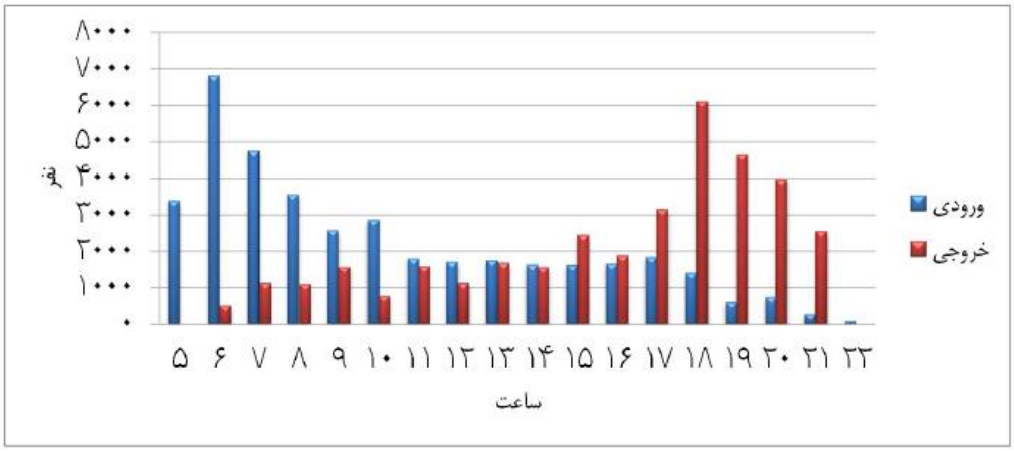
ساعت	خروجی		ورودی	
	غیرتجمعی	تجمعی	غیر تجمعی	تجمعی
۵			۳۳۹۰	۳۳۹۰
۶	۴۹۹	۴۹۹	۶۸۳۳	۱۰۲۲۳
۷	۱۱۲۴	۱۶۲۳	۴۷۵۲	۱۴۹۷۵
۸	۱۰۹۶	۲۷۱۹	۳۵۵۵	۱۸۵۳۰
۹	۱۵۵۸	۴۲۷۷	۲۵۷۰	۲۱۱۰۰
۱۰	۷۶۶	۵۰۴۳	۲۸۵۷	۲۳۹۵۷
۱۱	۱۵۸۷	۶۶۳۰	۱۷۹۷	۲۵۷۵۴
۱۲	۱۱۲۳	۷۷۵۳	۱۷۰۴	۲۷۴۵۸
۱۳	۱۶۷۲	۹۴۲۵	۱۷۳۷	۲۹۱۹۵
۱۴	۱۵۵۹	۱۰۹۸۴	۱۶۲۲	۳۰۸۱۷
۱۵	۲۴۴۸	۱۳۴۳۲	۱۶۰۹	۳۲۴۲۶
۱۶	۱۸۷۲	۱۵۳۰۴	۱۶۴۴	۳۴۰۷۰
۱۷	۳۱۴۵	۱۸۴۴۹	۱۸۳۵	۳۵۹۰۵
۱۸	۶۱۰۶	۲۴۵۵۵	۱۳۹۲	۳۷۲۹۷
۱۹	۴۶۵۷	۲۹۲۱۲	۵۸۷	۳۷۸۸۴
۲۰	۳۹۷۲	۳۳۱۸۴	۷۴۰	۳۸۶۲۴
۲۱	۲۵۴۷	۳۵۷۳۱	۲۶۱	۳۸۸۸۵
۲۲	۱۲۷۴	۳۷۰۰۵	۷۵	۳۸۹۶۰
جمع	۳۷۰۰۵		۳۸۹۶۰	



شکل ۳۷-۱ *تعداد مسافران خروجی از ایستگاه مترو گلشهر در ساعات مختلف*



شکل ۳۸-۱ *تعداد مسافر ورودی به ایستگاه مترو گلشهر در ساعات مختلف*

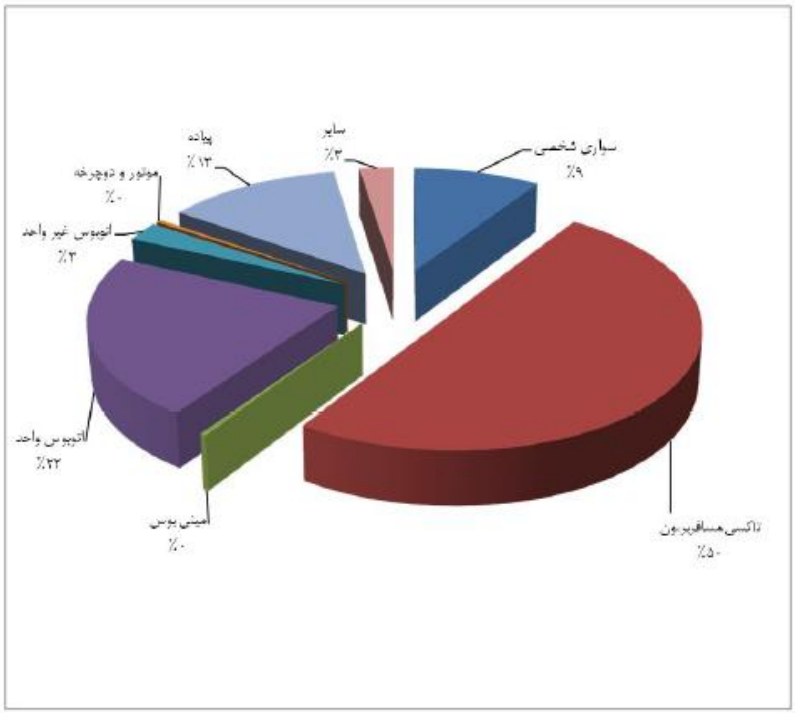


شکل ۳۹-۱ *مقایسه تعداد مسافر ورودی (به) و خروجی (زا) ایستگاه مترو گلشهر در ساعات مختلف*

در جدول ۱-۹ وسایل نقلیه مختلف که افراد برای رسیدن به ایستگاه مترو گلشهر از آن‌ها استفاده کرده اند، نمایش داده شده است. بر اساس این جدول بیشترین تعداد مسافران (حدود ۱۹۰۰۰ نفر) خود را با استفاده از تاکسی، مسافربر و ون به این ایستگاه رسانده اند. همچنین در شکل ۱-۴۰ سهم وسایل مختلف در رساندن مسافران به ایستگاه مترو گلشهر نشان داده شده است. همانطور که در این نمودار مشخص است، حمل و نقل همگانی و شبه همگانی (اتوبوس، تاکسی، مسافربر و ون) سهم قابل توجهی (مجموعا ۷۵ درصد) در رساندن مسافران به این ایستگاه دارد.

جدول ۹-۱ *تعداد مسافرانی که خود را با وسایل مختلف به ایستگاه مترو گلشهر رسانده اند*

ساعت	سواری شخصی	تاکسی،مسافربر،ون	مینی بوس	اتوبوس واحد	اتوبوس غیر واحد	موتور و دوچرخه	پیاده	سایر	جمع
۵	۴۸۴	۲۴۲۱	۰	۱۰۸	۰	۰	۲۱۵	۱۶۱	۳۳۹۰
۶	۶۹۷	۳۲۰۷	۰	۱۵۳۴	۲۳۲	۴۶	۸۸۳	۲۳۲	۶۸۳۳
۷	۶۸۳	۲۱۳۸	۰	۷۴۳	۲۹۷	۳۰	۸۳۲	۳۰	۴۷۵۲
۸	۳۵۳	۱۷۹۰	۲۵	۷۳۱	۵۰	۰	۶۰۵	۰	۳۵۵۵
۹	۲۳۵	۱۲۵۶	۰	۵۶۹	۳۹	۰	۳۷۳	۹۸	۲۵۷۰
۱۰	۱۷۵	۱۳۴۱	۲۹	۷۲۹	۸۷	۰	۴۰۸	۸۷	۲۸۵۷
۱۱	۱۶۲	۷۰۷	۰	۴۶۴	۶۱	۰	۳۴۳	۶۱	۱۷۹۷
۱۲	۸۰	۷۸۸	۰	۴۵۰	۳۲	۳۲	۳۲۲	۰	۱۷۰۴
۱۳	۷۶	۸۲۱	۰	۵۷۳	۱۹	۰	۲۴۸	۰	۱۷۳۷
۱۴	۳۸	۹۰۵	۰	۵۶۶	۰	۰	۷۵	۳۸	۱۶۲۲
۱۵	۱۷۴	۷۸۹	۳۲	۳۶۳	۱۶	۳۲	۱۵۸	۴۷	۱۶۰۹
۱۶	۱۱۴	۸۴۶	۰	۵۲۱	۱۶	۰	۱۴۶	۰	۱۶۴۴
۱۷	۱۴۶	۷۹۲	۲۱	۶۲۶	۸۳	۲۱	۱۰۴	۴۲	۱۸۳۵
۱۸	۱۰۹	۷۴۰	۲۲	۳۲۶	۰	۰	۱۰۹	۸۷	۱۳۹۲
۱۹	۲۲	۲۶۱	۰	۱۹۶	۴۴	۰	۶۵	۰	۵۸۷
۲۰	۴۴	۴۵۷	۰	۶۵	۲۲	۰	۶۵	۸۷	۷۴۰
۲۱	۴۴	۱۹۶	۰	۰	۰	۰	۲۲	۰	۲۶۱
۲۲	۰	۳۸	۱۹	۰	۰	۰	۱۹	۰	۷۵
جمع	۳۶۳۵	۱۹۴۹۲	۱۴۷	۸۵۶۲	۹۹۹	۱۶۱	۴۹۹۳	۹۷۰	۳۸۹۶۰

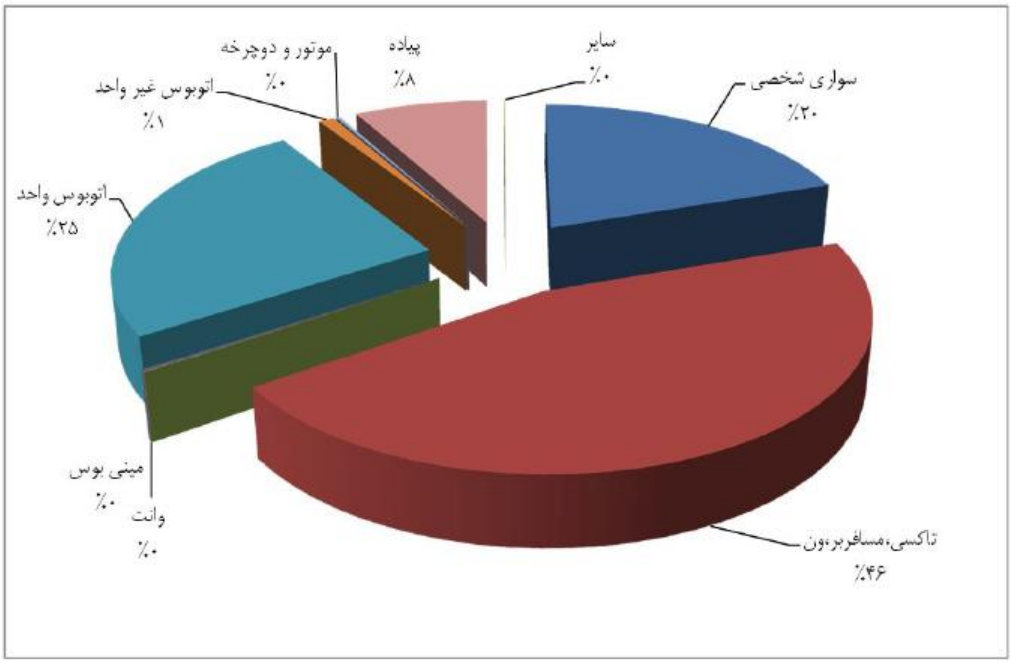


شکل ۴۰-۱ *سهم وسایل مختلف در رساندن مسافران به ایستگاه مترو گلشهر*

در جدول ۱-۱۰ انواع وسایل نقلیه مورد استفاده مسافران پس از خروج از ایستگاه مترو گلشهر نشان داده شده است. بر اساس این جدول تاکسی، مسافربر و ون، اتوبوس واحد و سواری شخصی با حجم به ترتیب حدود ۱۷، ۹ و ۷ هزار نفر دارای بیشترین سهم در رساندن مسافران از ایستگاه مترو گلشهر به مقصد نهایی آن‌ها بوده اند. همچنین سهم وسایل مختلف در انتقال مسافران از این ایستگاه به مقاصد نهایی آن‌ها در شکل ۱-۴۱ نشان داده شده است. بر اساس این نمودار وسایل حمل و نقل همگانی و شبه همگانی (اتوبوس، تاکسی، مسافربر و ون) بیشتر سهم بعنی مجموعا ۷۲ درصد را در انتقال مسافران از این ایستگاه به سایر نقاط دارند. همچنین در این نمودار مشاهده می‌شود که تنها ۸ درصد از مسافران، با شیوه پیاده خود را از ایستگاه مترو گلشهر به مقصد نهایی‌شان رسانده اند.

جدول ۱۰-۱ *تعداد مسافرانی که با وسایل مختلف از ایستگاه مترو گلشهر خارج شده اند*

ساعت	سواری شخصی	تاکسی،مسافربر،ون	وانت	مینی بوس	اتوبوس واحد	اتوبوس غیر واحد	موتور و دوچرخه	پیاده	سایر	جمع
۶	۶۹	۲۳۶	۰	۰	۱۲۵	۰	۰	۴۲	۲۸	۴۹۹
۷	۱۸۰	۵۸۳	۲۸	۱۴	۲۵۰	۰	۰	۵۵	۱۴	۱۱۲۴
۸	۹۷	۵۵۵	۰	۰	۴۱۶	۰	۰	۲۸	۰	۱۰۹۶
۹	۲۵۴	۷۴۳	۰	۰	۵۰۷	۱۸	۰	۳۶	۰	۱۵۵۸
۱۰	۱۲۴	۳۵۸	۰	۰	۲۷۲	۰	۰	۱۲	۰	۷۶۶
۱۱	۲۹۳	۸۹۴	۰	۰	۳۵۴	۰	۰	۴۶	۰	۱۵۸۷
۱۲	۱۶۸	۵۲۰	۰	۰	۳۸۶	۰	۰	۵۰	۰	۱۱۲۳
۱۳	۴۱۸	۳۹۳	۰	۰	۷۱۳	۲۵	۰	۱۲۳	۰	۱۶۷۲
۱۴	۳۵۱	۷۰۲	۰	۰	۳۵۱	۰	۰	۱۵۶	۰	۱۵۵۹
۱۵	۳۲۵	۱۱۷۰	۰	۰	۸۰۲	۰	۰	۱۵۲	۰	۲۴۴۸
۱۶	۴۴۰	۸۶۳	۰	۰	۴۷۷	۰	۱۸	۷۳	۰	۱۸۷۲
۱۷	۵۲۹	۱۵۳۱	۰	۲۸	۸۶۳	۲۸	۰	۱۶۷	۰	۳۱۴۵
۱۸	۱۳۵۳	۲۴۵۰	۰	۰	۱۶۸۲	۱۱۰	۰	۵۱۲	۰	۶۱۰۶
۱۹	۱۰۴۸	۱۷۴۶	۰	۰	۱۱۶۴	۳۹	۰	۶۶۰	۰	۴۶۵۷
۲۰	۹۲۷	۱۸۰۱	۰	۰	۷۱۵	۵۳	۰	۴۷۷	۰	۳۹۷۲
۲۱	۴۱۶	۱۵۶۷	۰	۲۴	۱۹۶	۷۳	۴۹	۲۲۰	۰	۲۵۴۷
۲۲	۳۴۳	۷۸۴	۰	۰	۰	۰	۲۴	۱۲۲	۰	۱۲۷۴
جمع	۷۳۳۴	۱۶۸۹۴	۲۸	۶۶	۹۲۷۲	۳۴۵	۹۲	۲۹۳۲	۴۲	۳۷۰۰۵



شکل ۴۱-۱ *سهم وسایل مختلف در انتقال مسافران از ایستگاه گلشهر به سایر نقاط در طول ساعات آمارگیری*

- **نتیجه‌گیری:** همانطور که در گزارش ارائه شده در این بند اشاره شد، ایستگاه‌های مترو کرج و گلشهر با مقیاس عملکردی فراشهری، دارای تبادل سفر زیادی با سایر شیوه‌های حمل و نقل همگانی و شبه همگانی هستند. در واقع می‌توان گفت شیوه اصلی دسترسی مسافران به این دو ایستگاه و از این ایستگاه‌ها به مقصد نهایی‌شان شیوه‌های سواره بوده و شیوه‌های پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری نقش پررنگی در انتقال مسافران به این ایستگاه‌ها نداشته اند. این نمونه موردی به عنوان یک نمونه موفق از ایستگاه‌های مترو فراشهری درحال بهره‌برداری در کشور، نشانگر این حقیقت است که شیوه اصلی دسترسی به ایستگاه‌های مترو با مقیاس عملکردی فراشهری، عمدتا شیوه‌های سواره بوده و نقش شیوه‌های فعال شامل پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری برای دسترسی به این ایستگاه‌ها در مقایسه با ایستگاه‌های با مقیاس عملکردی محلی، منطقه‌ای و شهری کم‌رنگ‌تر است.

- همچنین همانطور که در ایستگاه‌های مترو کرج بررسی شد، شیوه های حمل و نقل همگانی و شبه همگانی (اتوبوس، تاکسی و ون) دارای بیشترین سهم در انتقال مسافر از ایستگاه‌های مترو به سایر نقاط هستند. به عنوان مثال بررسی تبادل سفر بین شیوه های مختلف با ایستگاه مترو کرج نشان می‌دهد که وسایل حمل و نقل همگانی و شبه همگانی (اتوبوس، تاکسی، ون و مسافربر) بیشترین سهم یعنی مجموعا ۸۳ درصد از وسایل مورد استفاده مسافران برای رسیدن به ایستگاه مترو کرج را تشکیل می‌دهند و تنها ۴ درصد از مسافران، با شیوه پیاده خود را به ایستگاه مترو کرج رسانده اند. همچنین وسایل نقلیه همگانی و شبیه همگانی (اتوبوس و تاکسی) بیشترین سهم (مجموعا ۸۷ درصد) را در انتقال مسافران از ایستگاه مترو کرج به سایر نقاط داشته‌اند و تنها ۲ درصد از مسافران، با شیوه پیاده خود را از ایستگاه مترو کرج به مقصد نهایی‌شان رسانده اند.

۵-۲-۱- بررسی میزان تبادل سفر در ایستگاه‌های مشترک خطوط مختلف

با توجه به اینکه مسیر تردد بین شهرهای غرب استان تهران و تهران اکنون فاقد حمل‌ونقل همگانی انبوه بر بوده و مطالعه این خط اکنون در دست مشاور است، لذا اطلاعاتی در رابطه با این بند از شرح خدمات، موجود نیست.

۶-۲-۱- بررسی توزیع زمانی تقاضا در کریدور و ایستگاه‌ها

با توجه به آن‌که اطلاعات مربوط به میزان و توزیع زمانی کل تقاضا در کریدورها و ایستگاه‌های مختلف خط متروی غرب استان تهران در دسترس نیست و خروجی‌های مدل تنها برای ساعت اوج موجود است، لذا در این بخش از گزارش به بررسی تقاضای ساعت اوج در کریدور و ایستگاه گزینه برتر طراحی شبکه متروی غرب استان تهران پرداخته می شود. لازم به ذکر است که مقادیر تقاضا بر اساس سرفاصله ۵ دقیقه برای افق سال ۱۴۲۰ برآورد شده‌است. میزان تقاضا در ایستگاه‌ها و کریدور برتر بخش طراحی شبکه خط مترو غرب استان تهران در جدول ۱-۱۱ نشان داده شده است.

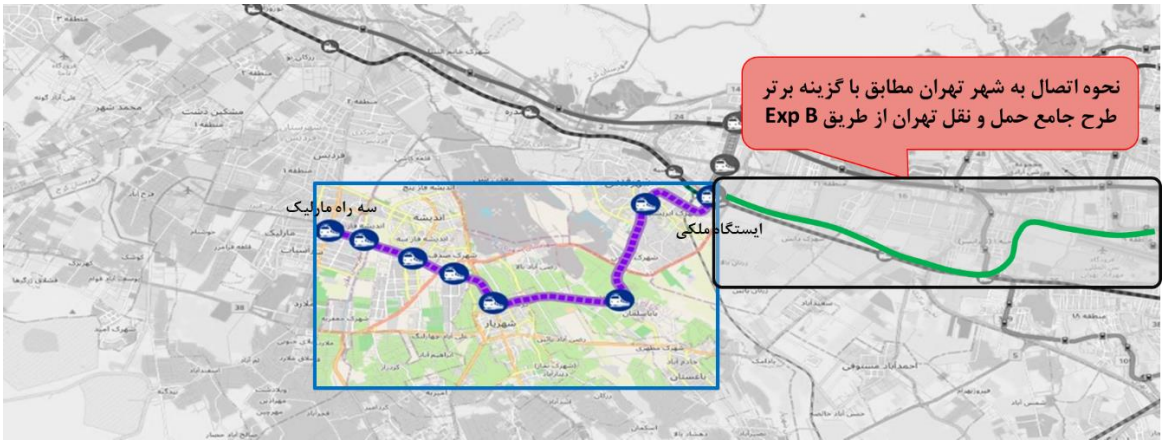
در هر جدول مسافر سوار و پیاده شده و حجم در کمان در دو جهت شهریار به پردیس و پردیس به شهریار و مجموع مسافر سوار و پیاده شده ارائه شده است. لازم به ذکر است ایستگاه شهر قدس حداکثر مجموع مسافر سوار و پیاده شده را بین ایستگاه های کریدور ریلی غرب استان تهران دارا است.

جدول ۱۱-۱ *برآورد تعداد مسافر ورودی به/خروجی از ایستگاه‌ها در ساعت اوج صبح در گزینه مصوب*

ردیف	نام ایستگاه	کد ایستگاه	کد EMME	نوع ایستگاه	جهت شهریار به پردیس		جهت پردیس به شهریار		سوار شده کل	پیاده شده کل	مجموع سوار و پیاده شده	حجم در کمان	
					سوار شده	پیاده شده	سوار شده	پیاده شده				شهریار به پردیس	پردیس به شهریار
۱	سه راه مارلیک	Exp B ۰۱	۹۱۲۸	تبادل با خط ۲ مترو کرج	۲,۱۲۱	۰	۰	۶۲۴	۲,۱۲۱	۶۲۴	۲,۷۴۵	۲,۱۲۱	۰
۲	سرآسیاب	Exp B ۰۲	۹۱۲۹	عادی	۱,۱۵۷	۰	۰	۱۰۴	۱,۱۵۷	۱۰۴	۱,۲۶۱	۳,۲۷۸	۶۲۴
۳	اندیشه	Exp B ۰۳	۹۱۳۰	عادی	۳,۲۷۸	۰	۸۶	۲۰۸	۳,۳۶۴	۲۰۸	۳,۵۷۲	۶,۵۵۶	۷۲۸
۴	وائین	Exp B ۰۴	۹۱۳۱	عادی	۷۷۱	۰	۴۳	۵۲	۸۱۴	۵۲	۸۶۶	۷,۳۲۷	۸۵۰
۵	شهریار	Exp B ۰۵	۹۱۳۲	عادی	۲,۳۱۴	۲۲۳	۲۱۵	۲,۰۸۱	۲,۵۲۹	۲,۳۰۴	۴,۸۳۳	۹,۴۱۸	۸۵۹
۶	بابا سلمان	Exp B ۰۶	۹۱۳۳	عادی	۹۶۴	۰	۱۰۸	۱۵۶	۱,۰۷۲	۱۵۶	۱,۲۲۸	۱۰,۳۸۲	۲,۷۲۵
۷	قدس	Exp B ۰۷	۹۱۳۴	عادی	۷,۷۱۲	۲۴۴	۲۵۸	۱,۵۶۱	۷,۹۷۰	۱,۸۰۵	۹,۷۷۵	۱۷,۸۵۰	۲,۷۷۳
۸	ملکی	Exp B ۰۸	۹۱۱۴	تبادل با خط ۱۰ و قطار حومه‌ای تهران هشتگرد	۹۶۴	۱,۵۶۳	۱,۴۴۲	۴۱۶	۲,۴۰۶	۱,۹۷۹	۴,۳۸۵	۱۷,۲۵۱	۴,۰۷۶

۷-۲-۱- بررسی نحوه ارتباط کریدورهای مختلف ریلی

در مورد موقعیت کریدورها در بند ۱-۲-۱ گزارش به طور مفصل بحث شده است. همانطور که در شکل ۱-۴۲ نشان داده شده‌است، کریدور ریلی غرب استان تهران از طریق ایستگاه ملکی در خط اکسپرس B با خط حومه ای تهران هشتگرد و خط ۱۰ مترو تهران و در ایستگاه سه راه مارلیک با خط ۲ مترو کرج تبادل دارد.



شکل ۴۲-۱ *نحوه ارتباط کریدور ریلی غرب استان تهران با سایر خطوط ریلی*

۸-۲-۱- بررسی نوع سامانه ریلی پیشنهادی

سیستم‌های ریلی یکی از اصلی‌ترین و مهم‌ترین سیستم‌های شبکه حمل‌ونقل همگانی در کلان شهرها به شمار می‌آیند. از آن‌جایی که همخوانی و هماهنگی در یک شبکه حمل‌ونقل همگانی شهری برای سرویس‌دهی مناسب و جذب بیشتر مسافران از اهمیت بالایی برخوردار است و همچنین منابع محدودی برای اجرای سیستم‌های مختلف در یک شهر وجود دارد، انتخاب مناسب سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی ازجمله مسائل مهم پیش روی مدیران شهری است. در بخش‌های پیش رو، پس از بررسی شاخص‌های ارزیابی انواع خطوط حمل‌ونقل همگانی ریلی، به بررسی و انتخاب نوع خطوط ریلی پرداخته می‌شود.

۱-۸-۲-۱- شاخص‌های ارزیابی انواع خطوط حمل‌ونقل همگانی ریلی

در این بخش از گزارش به بررسی شاخص‌های ارزیابی سیستم‌های ریلی متداول در دنیا اعم از مترو، قطار سبک شهری و منوریل که می‌توانند در انتخاب نوع سیستم مناسب ریلی تأثیرگذار باشند، پرداخته می‌شود. این شاخص‌ها عبارت اند از: خصوصیات عملکردی، جذابیت استفاده برای کاربران، انطباق با شرایط جغرافیایی و بافت شهری، ظرفیت سیستم‌های ریلی، هزینه‌های ساخت سیستم‌های حمل‌ونقل شهری، هزینه بهره‌برداری و نگهداری، اثرات زیست محیطی، فضای اسمی مورد نیاز، مصرف انرژی، اختلال در جریان ترافیک، ایمنی و سهولت دسترسی به هر یک از سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی. در ادامه به تفصیل به بررسی هر یک از شاخص‌ها پرداخته شده است.

۱-۱-۸-۲-۱- خصوصیات عملکردی سیستم‌های ریلی

خصوصیات عملکردی سیستم‌های ریلی شاخصی است که برای نشان دادن قابلیت این سیستم در ارائه سرویس منظم، سریع و با سرفاصله مناسب کاربرد دارد. پارامترهای عملکردی عبارت اند از: سرفاصله و سرعت عملکردی سیستم‌های حمل‌ونقلی همگانی شهری که در بخش‌های پیش‌رو به بررسی هریک پرداخته می‌شود.

- **سرفاصله**

به‌طورکلی عوامل مؤثر در تعیین سرفاصله عبارت اند از:

۱) زمان توقف قطار در ایستگاه.
۲) نوع سیستم‌های کنترل و هدایت قطار اعم از کنترل و حفاظت اتوماتیک.
۳) شکل شبکه خطوط و میزان تقاطع خطوط با هم.
۴) خصوصیات فیزیکی و حرکتی انواع قطارها (مونوریل، مترو و قطار سبک شهری).

- **سرعت عملکردی سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی شهری**

سرعت در سیستم‌های ریلی از دو مفهوم سرعت متوسط و سرعت بیشینه برخوردار است. سرعت متوسط که همان سرعت عملکردی قطار است، عبارت است از طول مسیر تقسیم بر کل زمان سفر (از شروع تا پایان خط). کل زمان سفر مسیر دربرگیرنده زمان‌های توقف در ایستگاه‌ها نیز هستند که در ساعات اوج بیشتر و در نتیجه سرعت عملکردی کمتر است. بدیهی است سرعت متوسط می‌تواند با توجه به شرایط مختلف ازجمله تعداد ایستگاه‌ها در طول مسیر، فاصله بین ایستگاه‌ها، تعداد مسافر منتظر در هر ایستگاه و تعداد مسافری که در هر ایستگاه پیاده می‌شود، متفاوت باشد.

سرعت بیشینه از دو مفهوم جدا برخوردار است. سرعت بیشینه عملیاتی که بیشترین سرعتی است که قطار در طول یک خط می‌تواند به آن برسد (می‌تواند برای هر خط با توجه به فواصل ایستگاه‌ها متفاوت باشد) و سرعت بیشینه طراحی (اسمی) که نشان می‌دهد قطار تا چه سطحی قابلیت افزایش سرعت را در یک مسیر آزاد، دارا است. عوامل متعددی بر اندازه سرعت عملیاتی سیستم‌های مختلف تأثیر می‌گذارند. ازجمله این عوامل عبارت اند از: شرایط مسیر، فاصله بین ایستگاه‌ها، طول قطار، ساعت بهره‌برداری از سیستم (ساعت اوج یا ساعت غیر اوج) و شتاب، که در جدول ۱-۱۲ بازه و مقادیر متوسط سرعت عملکردی و حداکثر سرعت در مسیر آزاد[1] را در انواع سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی شهری نشان می‌دهد. با مقایسه مقادیر نشان داده شده در جدول ۱-۱۲ مشخص می‌شود که حداکثر سرعت مترو و متوسط سرعت مونوریل نسبت به سایر سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی ریلی بیشتر است.

جدول ۱-۱۲ : *بازه و مقادیر متوسط سرعت عملکردی و حداکثر سرعت در مسیر آزاد در انواع سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی شهری*

[1] مسیر آزاد به مسیری گفته می‌شود که عوامل کاهش سرعت مانند تداخل با سایر وسایل نقلیه، عبور عابران پیاده و غیره در مسیر وجود نداشته باشد و قطار قادر است، حد فاصل بین ایستگاه‌ها را با حداکثر سرعت ممکن (باتوجه به طراحی مسیر) پیمایش نماید.

سیستم حمل‌ونقل ریلی	بازه سرعت عملکردی در جهان (کیلومتر بر ساعت)	متوسط سرعت عملکردی در جهان (کیلومتر بر ساعت)	حداکثر سرعت در مسیر آزاد (کیلومتر بر ساعت)
قطار سبک شهری	غیر مختلط با ترافیک: ۴۰-۱۸	غیر مختلط با ترافیک: ۳۰	۸۰-۷۰
	مختلط با ترافیک: ۱۸-۸	مختلط با ترافیک: ۱۳	
مونوریل	۴۰-۳۶	۳۸	۹۵-۸۰
مترو	۴۸-۳۴	۳۶	۱۳۰-۱۰۰

۲-۱-۸-۲-۱- جذابیت بصری استفاده از سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی ریلی برای کاربران

یکی از مزایای مهمی که در مورد مونوریل ذکر می‌شود، جذابیت بصری و لذت سفر با آن نزد کاربران است. این در حالی است که قطار سبک شهری به علت تداخل در برخی از مقاطع با جریان ترافیک شهری، بدترین شرایط را ایجاد می‌نماید. مترو به علت حرکت در زیر زمین، سفری آرام و بی‌دردسر را فراهم می‌نماید. به طورکلی سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی ریلی که در مسیرهای ویژه و غیر هم‌سطح نسبت به سایر وسایل نقلیه تردد می‌نمایند، از مقبولیت بیشتری نزد کاربران برخوردار هستند.

۳-۱-۸-۲-۱- محدودیت‌های فنی و طراحی

موقعیت مسیر، شیب زمین، فضای موجود جهت احداث قوس‌های مسیر و غیره پارامترهایی هستند که بعد از مشخص شدن مسیر سیستم ریلی در کریدورهای مورد نظر تعیین می‌شود. اما قبل از آن لازم است تا خصوصیات و قابلیت‌های انواع سیستم‌های ریلی برای انطباق با پارامترهای مذکور عنوان شود. این خصوصیات عبارت اند از:

۱) حداکثر شیب طولی.
۲) حداقل شعاع قوس.

- **حداکثر شیب طولی**

معیار حداکثر شیب طولی برای مسیرهایی که در کریدورهای پرشیب قرار دارند به عنوان یکی از عوامل مهم در انتخاب یک سیستم ریلی به شمار می‌آید. چه بسا ممکن است در مسیر خاصی شیب به قدری زیاد باشد که بعضی از سیستم‌ها قادر به حرکت نباشند. معیار حداکثر شیب به دو دسته حداکثر مطلوب و حداکثر مطلق تقسیم می‌شود. حداکثر شیب مطلق، شیبی است که در محوطه‌های تعمیر، سرویس و نگهداری یا در طول بخش کمی از مسیر به دلایل شیب زیاد زمین می‌تواند اعمال گردد. حداکثر شیب مطلوب نیز شیبی است که به راحتی و بدون ایجاد ناراحتی برای مسافران، توسط سیستم ریلی قابل پیمایش است. حداکثر شیب طولی مطلق و مطلوب انواع سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی شهری در جدول ۱-۱۳ ارائه شده است.

جدول ۱-۱۳: *حداکثر شیب طولی مسیر در انواع سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی*

سیستم		حداکثر شیب (٪)
قطار سبک شهری	حداکثر مطلق	۶
	حداکثر مطلوب	۳/۵

مونوریل	حداکثر مطلق	۶
	حداکثر مطلوب	۴
مترو	حداکثر مطلق	۵
	حداکثر مطلوب	۳

- **حداقل شعاع قوس**

حداقل شعاع قوس افقی در طراحی مسیر سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی تحت تأثیر عوامل مختلفی از قبیل:

۱) شعاع معابر شهری موجود.
۲) سرعت طرح سیستم حمل‌ونقل همگانی شهری.
۳) بربلندی (دور) مسیر.
۴) حداکثر نیروی جانبی که اعمال آن بر مسافرین در سیستم قابل قبول باشد.
۵) مشخصات فنی قطارها و واگن، سیستم‌های اتصال در سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی.

و دارای بازه وسیعی می‌باشد، که در ادامه دو پارامتر حداقل شعاع قوس مطلق و عملکردی در سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی شهری ارائه شده است.

- **حداقل شعاع قوس مطلق**

گردش در این شعاع قوس معمولاً با سرعت‌های بسیار پایین و غیر عملکردی انجام گرفته و معمولاً از آن در دپوها، سیستم‌های نگهداری و سرویس استفاده می‌گردد. با توجه به تقلیل قابل توجه سرعت در این محدوده‌ها، میزان حداقل شعاع قوس معمولاً با توجه به ویژگی‌های تکنولوژیک هر سیستم و محدودیت‌هایی که ابعاد واگن و نوع مسیر ایجاد می‌نمایند، مشخص می‌شود. در جدول ۱-۱۴ حداقل شعاع قوس مطلق در انواع سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی شهری ارائه شده است.

جدول ۱-۱۴ : *حداقل شعاع قوس مطلق سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی شهری*

نام سیستم	حداقل شعاع قوس (متر)
مونوریل	۵۰
قطار سبک شهری	۱۵
مترو	۱۵

- **حداقل شعاع قوس در خطوط عملکردی سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی شهری**

با توجه به عوامل مختلفی که در تعیین حداقل شعاع قوس عملکردی مؤثر هستند و با ملاحظه این مطلب که با تغییر هر یک از این پارامترها می‌توان شعاع قوس حداقل سیستم را تغییر داد، تعریف بازه دقیقی از حداقل شعاع قوس عملکردی مشکل بوده و

اعدادی که در جدول ۱-۱۵ ارائه می‌شود، نشان دهنده حداقل مطلوب به عنوان معیاری برای طرح یک سیستم مناسب حمل‌ونقلی شهری خواهد بود.

جدول ۱-۱۵ *: حداقل شعاع قوس مطلوب در سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی شهری.*

نام سیستم	حداقل شعاع قوس عملکردی (متر)
مونوریل	۷۰
قطار سبک شهری	۱۵۰ (سیستم‌های مختلط با ترافیک و معابر کم عرض شهری)
	۱۵۰ (سیستم‌هایی با مسیر مجزا)
مترو	۳۰۰

۴-۱-۸-۲-۱- ظرفیت سیستم‌های ریلی

ظرفیت مسافر یک سیستم حمل‌ونقل شهری عبارت است از: تعداد مسافری که آن سیستم می‌تواند در قطعه مشخصی از یک مسیر و در بازه زمانی معین (معمولاً یک ساعت) حمل نماید. برای محاسبه ظرفیت سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی در ابتدا شاخص راحتی مسافر در ناوگان مطرح می‌شود و سپس سطح سرویس این شاخص مشخص می‌گردد. در مرحله بعد با توجه به سطح سرویس مربوطه، گنجایش ناوگان انواع سیستم‌های انبوه حمل‌ونقل همگانی محاسبه می‌شود. در گام بعد پس از تعیین ضریب ساعت اوج و سرفاصله زمانی حداقل، ظرفیت تعیین می‌گردد. جهت محاسبه گنجایش سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی ریلی، دو عامل ابعاد فیزیکی واگن‌ها و تعداد واگن‌ها در هر قطار در نظر گرفته می‌شود. در جدول ۱-۱۶ ظرفیت سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی شهری نشان داده شده است. این جدول به منظور تعیین ظرفیت حداکثر، سرفاصله‌های حداقل موجود در جهان را لحاظ نموده است.

جدول ۱-۱۶ *: ظرفیت سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی شهری (مسافر در هر ساعت و در هر جهت)*

روند محاسبه ظرفیت سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی ریلی			مونوریل بزرگ	مونوریل استاندارد (متوسط)		قطار سبک شهری		مترو
				بمباردیر	هیتاچی	مونوریل مالزی	تک واگن	مفصلی	
فاکتور ساعت اوج			۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵
سرفاصله حداقل (ثانیه)			۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰
حداکثر ظرفیت	فضای اشغال‌شده به ازای هر مسافر ایستاده	۰/۲ (حالت بسیار فشرده)	۲۲۶۸۰	۷۶۵۰	۱۱۵۲۰	۱۴۸۵۰	۱۳۸۶۰	۱۳۱۴۰	۵۶۴۵۰
		۰/۳ (حداکثر بار طراحی)	۱۷۵۵۰	۶۰۳۰	۹۰۰۰	۱۱۰۷۰	۹۳۶۰	۸۸۶۵	۳۸۰۸۰
		۰/۵ (ایستادن راحت)	۱۳۵۰۰	۴۷۷۰	۶۷۵۰	۸۱۰۰	۵۷۶۰	۵۴۴۵	۲۳۳۰۰

۵-۱-۸-۲-۱- هزینه ساخت سیستم‌های حمل‌ونقل شهری

بانک جهانی با انجام مطالعات متعدد بر روی تعداد کثیری از نمونه‌های موجود در جهان قیمت احداث کامل هر یک از سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی ریلی و ظرفیت مورد انتظار آن‌ها را ارائه داده است. در مورد احداث خطوط مترو، اهم هزینه‌ها به ساخت مسیر مترو مربوط می‌شود. در جدول ۱-۱۷ هزینه ساخت هر کدام از سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی نشان داده شده است.

جدول ۱-۱۷ *: هزینه ساخت سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی*

سیستم	قطار سبک در سطح و غیر مختلط	مترو		
		در سطح	در ارتفاع	زیرزمین
قیمت (میلیون دلار بر هر کیلومتر)	۱۰-۳۰	۱۵-۳۰	۳۰-۷۵	۶۰-۱۸۰

۶-۱-۸-۲-۱- هزینه بهره‌برداری و نگهداری

هزینه بهره برداری و نگهداری سیستم‌های مختلف حمل‌ونقل ریلی در جدول ۱-۱۸ ارائه شده است. مطابق جدول مونوریل، پر هزینه‌ترین سیستم در میان سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی ریلی برای بهره‌برداری و نگهداری است.

جدول ۱-۱۸ *: هزینه بهره‌برداری و نگهداری (دلار بر هر مسافر-کیلومتر)*

شرح		مونوریل	قطار سبک شهری	مترو
هزینه بهره‌برداری و نگهداری	متوسط	۰/۸۳	۰/۳۵	۰/۳۱
	بازه	۰/۱۹-۲/۲۵	۰/۰۹-۰/۷۹	۰/۱۶-۰/۶۱

۷-۱-۸-۲-۱- اثرات زیست محیطی

اثرات زیست محیطی یکی از فاکتورهایی است که در جوامع پیشرفته و صنعتی بسیار مورد توجه قرار می‌گیرد. به‌طورکلی اثرات زیست محیطی سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی را می‌توان تحت عنوان آلودگی صوتی، دیداری و آلودگی هوا بررسی نمود.

- **آلودگی صوتی**

آلودگی صوتی برای مناطق مسکونی، تجاری-مسکونی، تجاری، مسکونی-صنعتی و صنعتی در ساعات صبح و شب متفاوت است. در جدول ۱-۱۹ استاندارد صدا در ایران به تفکیک نوع منطقه در روز و شب (دسی‌بل) ارائه شده است. در جدول ۱-۲۰ بلندی صدای تولیدی توسط انواع سیستم‌های مختلف حمل‌ونقل همگانی ریلی آورده شده است.

جدول ۱-۱۹ *: استاندارد صدا در ایران به تفکیک نوع منطقه در روز و شب (دسی‌بل)*

نوع منطقه	روز (۷ صبح تا ۱۰ شب)	شب (۱۰ شب تا ۷ صبح)
مسکونی	۸۸	۴۵
تجاری-مسکونی	۶۰	۵۰
تجاری	۶۵	۵۵
مسکونی-صنعتی	۷۰	۶۰

نوع منطقه	روز (۷ صبح تا ۱۰ شب)	شب (۱۰ شب تا ۷ صبح)
صنعتی	۷۵	۶۵

جدول ۱-۲۰ : *بلندی صدای تولیدی توسط انواع سیستم‌های مختلف حمل‌ونقل همگانی ریلی (دسی‌بل)*

سیستم		بلندی صدای تولیدی (دسی‌بل)
قطار سبک شهری	در سطح	۸۶-۸۰
مونوریل	فقط در ارتفاع	۷۵
مترو	در سطح	۹۷-۹۰
	زیرزمین	-

لازم به ذکر است که بررسی آلودگی صوتی زمانی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند که کریدور منتخب از نواحی آرام‌تر و کم سر و صداتر عبور نماید. در شهرهای کشور پیشنهاد می‌شود که با توجه به نوع کاربری منطقه، سیستم حمل‌ونقل ریلی مناسب طراحی و نحوه اجرای آن (در سطح، ارتفاع و زمین) تعیین گردد تا میزان صوت تولید شده توسط سیستم حمل‌ونقل ریلی، در حد فاصل مجاز تعیین شده برای منطقه مذکور قرار گیرد.

- **آلودگی دیداری**

تمام سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی شهری بر حسب مورد، اثر منفی بر مناظر شهری دارند. این اثر که آلودگی دیداری نامیده می‌شود، کیفی بوده و تعیین مقدار آن مقدور نیست. عوامل مؤثر بر آلودگی دیداری انواع سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی در جدول ۱-۲۱ مشخص‌شده است.

جدول ۱-۲۱ : *عوامل اصلی دید آلودگی سیستم‌های ریلی*

سیستم	نوع اجرای مسیر	پارامترهای برهم زننده معماری شهری
مونوریل	در ارتفاع	○ تیرها و ستون‌های بتونی با ابعاد بزرگ در ارتفاع ○ دید بر منازل و اماکن حواشی مسیر ○ ایجاد سایه بر معبر زیر مسیر
قطار سبک شهری	در سطح با سیستم تغذیه بالاسری	○ سیم‌ها، پانتوگراف و دکل برق موجود در مسیر
	در ارتفاع با سیستم تغذیه از راه ریل سوم	○ مشابه مونوریل با این تفاوت که ابعاد سازه‌ها بزرگ‌تر است و سایه ایجاد شده در سطح زمین بیشتر است.
مترو	در زیرزمین	○ تقریباً بدون اثر بر منظره شهری جز در مواردی که داکت‌های تهویه و یا پست‌های برق و ورودی‌ها چشم‌انداز محیط را بر هم زنند.

- **تأثیر بر میزان آلودگی هوا**

انواع سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی ریلی شهری نظیر مونوریل، قطار سبک شهری و مترو به دلیل استفاده از برق به جای سوخت فسیلی تأثیر اندکی بر آلودگی هوا دارند.

۸-۱-۸-۲-۱- فضای اسمی مورد نیاز (فضای اشغال شده از سطح زمین)

میزان فضای اسمی اشغال شده سطح معابر برای سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی در جدول ۱-۲۲ ارائه شده است. در سیستم مونوریل مقطع عرضی ریل‌ها به اندازه ۱/۵ تا ۱/۶ متر که در فواصل ۲۰ تا ۳۰ متری از یکدیگر قرار می‌گیرند، رایج‌تر است. در سیستم قطار سبک، اجرای مسیرهای دوطرفه با عرض ۸ متر رایج است.

جدول ۱-۲۲ : *میزان فضای مورد نیاز برای انواع سیستم‌های حمل‌ونقلی ریلی شهری*

سیستم	فضای اشغال‌شده در سطح زمین	مشخصات	مقدار عرض اشغال شده معبر (متر)
مونوریل	به اندازه مقطع عرضی پایه‌ها	هیتاچی کوچک	۱/۳
		هیتاچی استاندارد	۱/۵
		مونوریل مالزی	۱/۶
		بمباردیر	۱/۲۲
		آلوگ	۱/۲
قطار سبک شهری	مسیر دوطرفه		۸
	مسیر یک‌طرفه		۴/۲
	در ارتفاع		به‌اندازه عرض پایه‌ها
	تونل		-

۹-۱-۸-۲-۱- مصرف انرژی

از آن‌جا که در مترو میزان جابه‌جایی مسافران چندین برابر سایر سیستم‌های ریلی شهری نظیر مونوریل و قطار سبک شهری است، ولی میزان مصرف انرژی آن به نسبت جابه‌جایی چندین برابری مسافران در مقایسه با سایر سیستم‌های ریلی شهری چندان افزایش نمی‌یابد، از این‌رو این سیستم بهترین بهره‌وری را در مصرف انرژی دارد.

۱۰-۱-۸-۲-۱- اختلال در جریان ترافیک

اختلال در جریان ترافیک از دو دیدگاه مورد نظر است، که عبارتند از:

۱) اختلال در هنگام بهره‌برداری از سیستم حمل‌ونقل ریلی.
۲) اختلال در زمان ساخت.

در جدول ۱-۲۳ و جدول ۱-۲۴ اختلال در هنگام بهره‌برداری و در زمان ساخت هر یک از سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی ارائه شده است.

جدول ۱-۲۳ : *اختلال در جریان ترافیک توسط سیستم‌های مختلف حمل‌ونقل ریلی هنگام بهره‌برداری*

سیستم	ویژگی	میزان تداخل
مونوریل	در ارتفاع	عدم تداخل
مترو	در زیرزمین	عدم تداخل
قطار سبک شهری	مختلط	درگیر با ترافیک موتوری
	نیمه مختلط	تداخل فقط در تقاطعات
	کاملاً جدا (در زمین یا ارتفاع)	عدم تداخل

جدول ۱-۲۴ : *اختلال در جریان ترافیک توسط سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی ریلی در مراحل ساخت*

سیستم	ویژگی	میزان تداخل
مترو	حفر با استفاده از ماشین حفر تمام مقطع (روش اتریشی)	○ کم: تنها در ورودی و خروجی تونل‌ها
	استفاده از روش ترانشه باز	○ زیاد: اشغال کامل زیر بنای کار در حدود پلان عملیاتی پروژه از سطح زمین
قطار سبک شهری	در ارتفاع	○ متوسط: به علت ساخت قطعات در محل و حجم بالاتر عملیات زیرساختی نسبت به مونوریل
	در سطح	○ زیاد: به علت احداث عناصر زیرساختی یک مسیر دو ریلی با بستر سازی و نصب ادوات مختلف
	در زیرزمین	○ کم: (در صورت استفاده از روش ترانشه باز اختلال زیاد است.)
مونوریل	استفاده از قطعات پیش‌ساخته	○ کم: به علت سرعت زیاد نصب پایه‌ها و ابعاد ناچیز آن‌ها نسبت به ابعاد معابر (تنها فضای اشغال‌شده توسط جرثقیل‌ها و کامیون انتقال‌دهنده قطعات پیش‌ساخته و یا کامیون‌های بتن‌ریز)
	ساخت قطعات در محل	○ متوسط

۱۱-۱-۸-۲-۱- ایمنی

سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی ریلی به نسبت سایر وسایل نقلیه حمل‌ونقل شهری از ایمنی بالاتری برخوردار هستند. در بین سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی، سیستم‌های ریلی در صورت رعایت نکات ایمنی استاندارد، از ایمنی بسیار بالایی برخوردار است. در جدول ۱-۲۵ به بررسی سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی ریلی از منظر ایمنی برای محیط خارج از سیستم پرداخته می‌شود.

جدول ۱-۲۵ : *بررسی سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی ریلی از منظر ایمنی برای محیط خارج از سیستم*

نام سیستم	نوع	میزان ایمنی	علت
مونوریل	همه مدل‌ها	زیاد	○ به علت حرکت در ارتفاع و عدم تماس با سطح معابر
	در ارتفاع	زیاد	○ به علت حرکت در ارتفاع و عدم تماس با سطح معابر

قطار سبک شهری	در زیرزمین	زیاد	○ به علت حرکت در زیرزمین و عدم تماس با سطح معابر
قطار سبک شهری	در سطح معابر و خطوط مجزا	متوسط	○ به علت جدا بودن از جریان‌های ترافیکی و وجود نقاط برخورد با وسایل نقلیه موتوری تنها در تقاطعات هم‌سطح و قابلیت افزایش ایمنی با استفاده از هوشمند نمودن تقاطعات یا غیر هم‌سطح نمودن تقاطعات
	در سطح معابر و با ترافیک موتوری	کم	○ به علت تداخل با ترافیک معابر و احتمال وقوع تصادفات و جراحات در اثر برخورد با عابران یا اتومبیل‌ها
مترو	-	زیاد	○ به علت حرکت در زیرزمین و عدم تماس با سطح معابر

۱۲-۱-۸-۲-۱- سهولت دسترسی

سهولت دسترسی از دو جنبه، اولاً فواصل کمتر ایستگاه‌ها از هم به‌طوری‌که پوشش سیستم افزایش یابد و ثانیاً نحوه ورود به ایستگاه تا رسیدن قطار قابل بررسی است. در قطار سبک فواصل ایستگاه‌ها به‌طور معمول کمتر از مونوریل و مترو است (مونوریل و مترو تقریباً با هم برابرند). میزان سهولت دسترسی سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی ریلی را می‌توان براساس جدول ۱-۲۶ طبقه‌بندی نمود.

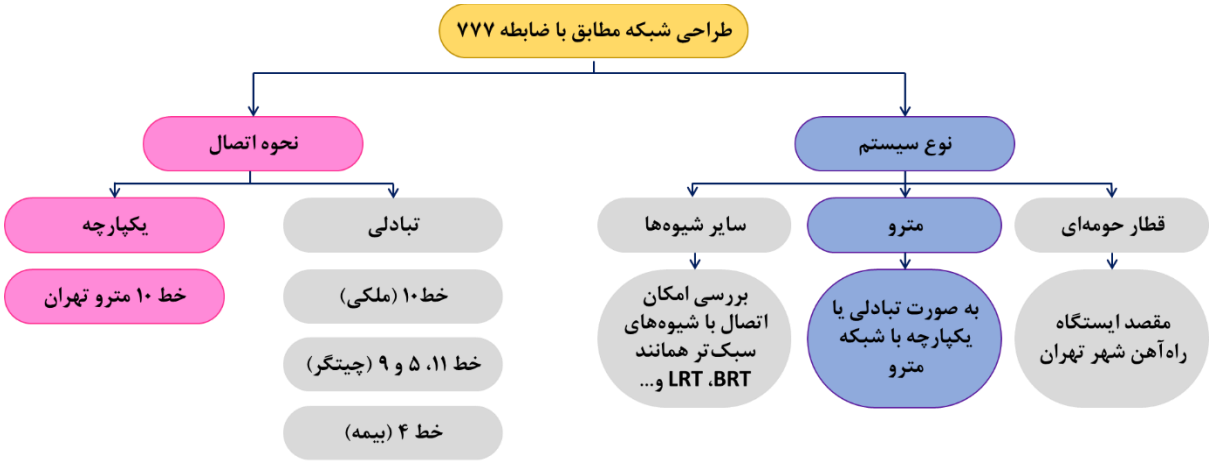
جدول ۱-۲۶ *: میزان سهولت دسترسی (به ترتیب از بیشترین تا کمترین) سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی ریلی*

سیستم	رتبه	نکات
قطار سبک شهری	اول	○ ایستگاه‌های نزدیک به هم (فاصله متوسط ۰/۸ کیلومتر) ○ در سطح بودن و عدم وجود پله برای بالا و پایین رفتن
مترو	دوم	○ فاصله بیشتر ایستگاه‌ها از هم (۱/۰۷ کیلومتر) ○ نیاز به پایین رفتن به زیرزمین جهت رسیدن به ناوگان
مونوریل	سوم	○ فاصله بیشتر ایستگاه‌ها (۱/۰۷ کیلومتر) ○ نیاز به بالا رفتن جهت رسیدن به ناوگان

۲-۸-۲-۱- بررسی و انتخاب نوع خطوط ریلی پیشنهادی

پس از معرفی شاخص‌های ارزیابی انواع خطوط حمل‌ونقل همگانی ریلی در بخش پیشین گزارش، در این بخش به بررسی و انتخاب نوع خطوط ریلی پیشنهادی پرداخته می‌شود. فلوچارت روند انتخاب نوع سیستم ریلی کریدور غرب استان تهران در شکل ۱-۴۳ نمایش داده شده‌است. جهت انتخاب سامانه‌های ریلی، در مرحله اول مقایسه‌ای بین حجم مسافر در هر ساعت و در هر جهت برای کریدور ریلی غرب استان تهران با ظرفیت انواع خطوط حمل‌ونقل همگانی ریلی صورت می‌گیرد و پس از شناسایی سامانه‌های ریلی که پاسخگوی تقاضا در هر ساعت و در هر جهت برای هر کریدور هستند، در مرحله دوم به بررسی شاخص‌های ارزیابی انواع

سامانه‌های ریلی پرداخته شده و در نهایت نوع سامانه ریلی برای این کریدور شناسایی و پیشنهاد می‌شود. در جدول ۱-۲۷ حداکثر حجم مسافر در هر ساعت و در هر جهت با ظرفیت انواع سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی (حداکثر بار طراحی) مقایسه شده است.



شکل ۴۳-۱ : *فلوچارت انتخاب از بین سناریوهای مختلف حمل‌ونقل همگانی برای محور غرب استان تهران*

جدول ۱-۲۷ : *مقایسه حجم و ظرفیت مسافر در هر جهت بین کریدورها و انواع سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی ریلی*

جهت	حداکثر حجم مسافر در هر ساعت و در هر جهت (با تقاضای سال ۱۴۲۰)	ظرفیت انواع سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی (حداکثر بار طراحی)						
		مونوریل				قطار سبک شهری		مترو
		بزرگ (هیتاچی)	متوسط			تک واگن	مفصلی	
			بمباردیر	هیتاچی	مونوریل مالزی			
رفت	۱۶۹۹۶	۱۷۵۵۰	۶۰۳۰	۹۰۰۰	۱۱۰۷۰	۹۳۶۰	۸۸۶۵	۳۸۰۸۰
برگشت	۳۸۳۳							

همان‌طور که در جدول ۱-۲۷ مشخص است تنها مونوریل بزرگ و مترو پاسخگوی حداکثر حجم مسافر در هر ساعت و در جهت رفت برای کریدور ریلی غرب استان تهران هستند و انواع مونوریل متوسط و قطار سبک شهری پاسخگوی حداکثر حجم مسافر این خط جدید نخواهند بود. لذا از روند انتخاب سیستم ریلی خارج خواهند شد. حال جهت انتخاب نوع سامانه ریلی، در مرحله دوم شاخص‌های ارزیابی مونوریل بزرگ و مترو با یکدیگر مقایسه شده و در نهایت نوع سامانه ریلی برای کریدور ریلی غرب استان تهران پیشنهاد می‌شود. در جدول ۱-۲۸ مطلوبیت هر یک از شاخص‌های مونوریل و مترو به صورت کیفی مورد بررسی قرار گرفته و میزان مطلوبیت هر یک از شاخص‌ها با امتیاز ۱ تا ۳ (امتیاز بالاتر به معنای برتری آن شاخص است.) مشخص شده است.

جدول ۱-۲۸ : *بررسی مطلوبیت هریک از شاخص‌های مونوریل و مترو*

شاخص		مطلوبیت نوع سامانه ریلی	
		مونوریل بزرگ	مترو
خصوصیات عملکردی	سرفاصله زمانی	۲	۳
	سرعت عملکردی	۲	۳
جذابیت بصری استفاده از سیستم حمل‌ونقلی ریلی		۳	۲
انطباق با شرایط جغرافیایی و بافت شهری	حداکثر شیب طولی	۲	۳
	حداقل مطلق شعاع قوس	۱	۳
انطباق با شرایط جغرافیایی و بافت شهری	حداقل شعاع قوس در خطوط عملکردی	۳	۱
ظرفیت		۱	۳
هزینه ساخت		۲	۱
هزینه بهره‌برداری و نگهداری		۱	۳
اثرات زیست محیطی	آلودگی صوتی	۱	۳
	آلودگی دیداری	۲	۳
	آلودگی هوا	۳	۳
فضای اسمی موردنیاز (فضای اشغال‌شده از سطح زمین)		۱	۳
مصرف انرژی		۱	۳
اختلال در جریان ترافیک	اختلال در زمان ساخت	۲	۳
	اختلال در زمان بهره‌برداری	۳	۳
ایمنی		۳	۳
سهولت دسترسی		۲	۳
مجموع		۳۵	۴۲

بررسی‌های اولیه مطابق جدول ۱-۲۸ نشان می‌دهد که استفاده از مترو مناسب‌تر است و با مطالعات جامع ریلی تطابق دارد اما برای اظهار نظر دقیق‌تر نیاز به بررسی و اطلاعات بیشتر است.

فصل ۲: شناسایی حوزه نفوذ ایستگاه از منظر مطالعات ترافیک

مقدمه

شناسایی حوزه نفوذ و مقیاس عملکردی ایستگاه یکی از گام‌های اساسی در روند تدقیق کریدورهای پیشنهادی در اسناد فرادست محسوب می‌گردد. حوزه نفوذ ایستگاه محدوده‌ای است که در حوزه دسترسی پیاده یا سواره به ایستگاه قرار دارد. این محدوده تابع تعاملات شهر و ایستگاه است. از طرفی تقسیم بندی ایستگاه‌ها براساس تعداد مسافران و وسعت نظام دسترسی به ایستگاه مشخص کننده مقیاس عملکردی ایستگاه بوده و به چهار دسته محله‌ای، فرامحلی (ناحیه‌ای)، شهری و فراشهری (منطقه‌ای) تقسیم می‌شود. شایان ذکر است در گزارش حاضر تعیین مقیاس عملکردی ایستگاه‌ها، به عنوان یکی از مهم‌ترین خروجی‌های این مرحله، در گزارش‌های مرحله بعد تاثیرگذار است.

هدف از این گزارش بررسی اولیه ایستگاه‌های کریدور ریلی غرب تهران و تعیین مقیاس عملکردی آن‌ها است. شایان ذکر است که حوزه نفوذ ایستگاه‌ها تحت تأثیر مقیاس عملکردی آن‌ها می‌باشد. هر چه ایستگاه مقیاس عملکردی بزرگ‌تری (شهری یا فراشهری) داشته باشد، طبیعتاً محدوده بزرگ‌تری را تحت تأثیر خود قرار خواهد داد. شاخص‌ها و معیارهای مختلفی همچون دسترسی، حمل و نقل همگانی، حمل و نقل غیر موتوری (انسان‌محور)، ظرفیت تقاضای سفر و نوع و عملکرد ایستگاه در حوزه نفوذ یک ایستگاه تاثیرگذار هستند. در این گزارش ابتدا شاخص‌ها و معیارهای تاثیرگذار بر تعیین حوزه نفوذ ایستگاه‌ها مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرند، سپس مقیاس عملکردی ایستگاه از منظر حمل و نقل و ترافیک تعیین خواهد شد.

شایان ذکر است به پیوست گزارش حاضر، یک آلبوم شامل نقشه هوایی و عکس معابر محدوده اطراف ایستگاه آماده گردیده است که خروجی‌های بخش‌های مختلف این گزارش به تفکیک ایستگاه در آن ارائه شده است. همچنین براساس شرح خدمات مصوب برای این مرحله از پروژه مطالعاتی امکان‌سنجی کریدور ریلی غرب تهران، گزارش پیش رو در بخش‌های زیر تدوین گردیده است:

- شاخص‌های مؤثر در تعیین حوزه نفوذ ایستگاه.
- سهم مسافران ورودی به ایستگاه از ناحیه‌های ترافیکی مختلف.
- کریدورهای اصلی دسترسی عابر پیاده و دوچرخه به ایستگاه.
- کریدورهای اصلی دسترسی با سواری شخصی، پارکینگ‌ها، پارک سوارها و پارک دوچرخه به ایستگاه.
- کریدورهای اصلی دسترسی با حمل و نقل همگانی به ایستگاه.
- تعریف حوزه نفوذ ایستگاه‌ها.
- تعیین مقیاس عملکردی ایستگاه‌ها.

که در ادامه گزارش به طور مفصل به هر یک از بخش‌های فوق پرداخته شده است.

۲-۱- شاخص‌های موثر در تعیین حوزه نفوذ ایستگاه

از منظر مطالعات ترافیکی، حوزه نفوذ هر ایستگاه، محدوده‌ای مکانی است که در آن دسترسی قابل قبول به آن ایستگاه به صورت پیاده یا سواره وجود دارد. در تعیین حوزه نفوذ یک ایستگاه مترو، عواملی چون نحوه دسترسی به ایستگاه، فاصله ایستگاه مترو از محل سکونت و اشتغال جمعیت غالب استفاده کننده از ایستگاه مترو مؤثر است. به این منظور ضروری است تا نسبت به تدوین و تعریف شاخص‌های مؤثر در این خصوص اقدام نمود. این شاخص‌ها در واقع عواملی هستند که به صورت مستقیم بر پتانسیل جذب و تولید سفر در یک ایستگاه تاثیرگذارند. شاخص‌های مؤثر در تعیین حوزه نفوذ ایستگاه، در قالب ۵ موضوع کلی به شرح زیر انتخاب شد، که در ادامه به تشریح هر یک از موارد مذکور پرداخته می‌شود.

- دسترسی.
- حمل و نقل همگانی.
- حمل و نقل غیر موتوری (انسان‌محور).
- ظرفیت تقاضای سفر.
- نوع و عملکرد ایستگاه.

۱-۱-۲- دسترسی

بین دسترسی به امکانات حمل و نقل و انتخاب آن از سوی مسافران ارتباط مستقیم و تنگاتنگی وجود دارد. دسترسی مناسب‌تر، گزینه‌های بیشتر جابه‌جایی و کاهش هزینه‌های حمل و نقل ازجمله عوامل مؤثر در جذابیت، میزان مطلوبیت و توسعه مناطق شهری است. در نتیجه، ایجاد دسترسی به حمل و نقل همگانی می‌تواند به عنوان یکی از فرصت‌های مناسب جهت توسعه و پویایی مناطق شهری به شمار آید. دسترسی به ایستگاه‌های مترو با استفاده از خودروی شخصی، سیستم‌های مکمل حمل و نقل همگانی (خطوط اتوبوس و تاکسی) و حمل و نقل غیرموتوری (پیاده و دوچرخه) امکان‌پذیر است. با توجه به این‌که بررسی امکانات و تسهیلات موجود حمل و نقل همگانی و غیر موتوری در قسمت‌های بعدی مورد بررسی قرار می‌گیرد، در این قسمت، به بررسی شاخص دسترسی به ایستگاه با خودروی شخصی، پرداخته شده است.

۱-۱-۱-۲- دسترسی به ایستگاه با خودروی شخصی

با بررسی‌های انجام شده، معیارهای مورد نظر جهت تعیین شاخص دسترسی به ایستگاه با خودرو شخصی به شرح زیر است:

- رده عملکردی معابر.
- یک‌طرفه یا دوطرفه بودن معابر.
- وضعیت پارکینگ حاشیه‌ای و غیر حاشیه‌ای.
- مجموع طول شبکه معابر در محدوده ایستگاه.

۱-۱-۱-۱-۲- رده عملکردی معابر

معابر از زیر ساخت‌های اصلی در سیستم حمل و نقل و ترافیک بوده و هر معبر دارای جایگاه و عملکرد خاصی در ساختار شبکه معابر است. جایگاه و عملکرد هر معبر با توجه به موقعیت قرارگیری در شبکه معابر و نیز ویژگی‌های معابر متصل به این معبر تعیین خواهد شد. یک عامل مهم در رده‌بندی معابر شهری نقش آن‌ها در شبکه معابر است. منظور از نقش معبر، سهم معبر در تأمین دسترسی، جابه‌جایی و نقش اجتماعی است. معابر معمولاً بیش از یک نقش را بر عهده می‌گیرند و بعضی از این نقش‌ها با یکدیگر در تعارض هستند. سه نقش جابه‌جایی، دسترسی (در اینجا به معنای ورود و خروج) و اجتماعی در رده‌بندی معابر شهری مورد توجه واقع می‌گردد. رده عملکردی معابر منتهی به ایستگاه‌های مترو در تعیین حوزه نفوذ این ایستگاه‌ها مؤثر است. به طورکلی، هر چه رده عملکردی معابر منتهی به ایستگاه مترو بالاتر باشد (معابر با رده عملکردی بزرگراهی و شریانی)، مقیاس عملکردی ایستگاه ارتقا یافته (ایستگاه فرامحلی یا منطقه‌ای) و حوزه نفوذ ایستگاه وسیع‌تر خواهد شد.

۲-۱-۱-۱-۲- یک‌طرفه یا دوطرفه بودن معابر

جهت حرکت معابر منتهی به ایستگاه‌های مترو نیز از معیارهای مهم، برای تعیین میزان دسترسی با خودروی شخصی به ایستگاه‌های مترو است. معابر با عملکرد دوطرفه امکان دسترسی بیشتری را برای وسایل نقلیه شخصی فراهم می‌کنند درحالی‌که در معابر یک‌طرفه امکان دسترسی وسایل نقلیه محدودتر است.

۳-۱-۱-۱-۲- وضعیت پارکینگ حاشیه‌ای و غیر حاشیه‌ای

میزان دسترسی به پارکینگ و هزینه آن، عامل مهم و تعیین‌کننده‌ای در انتخاب وسیله سفر توسط کاربران است. می‌توان با تأمین پارکینگ مورد نیاز خودروهای شخصی در اطراف ایستگاه‌های مترو، امکان تبادل سفر و استفاده از حمل و نقل همگانی برای ادامه سفر را فراهم نمود ولی از جنبه دیگر، این موضوع می‌تواند مشوق استفاده از خودروی شخصی باشد. تأمین پارکینگ در ایستگاه‌های پایانه‌ای و تبادلی خطوط حمل و نقل ریلی نقش مهم‌تری در جذب مسافران در مقایسه با ایستگاه‌های عادی دارد. در صورت وجود تسهیلات پارکینگ در محدوده یک ایستگاه مترو، مقیاس عملکردی ایستگاه ارتقا یافته (ایستگاه فرامحلی یا منطقه‌ای) و حوزه نفوذ ایستگاه وسیع‌تر خواهد شد.

۴-۱-۱-۱-۲- مجموع طول شبکه معابر در محدوده ایستگاه

تراکم معابر و مسیرهای دسترسی با خودروی شخصی در شعاع ۸۰۰ متری از ایستگاه مترو نقش مؤثری در تعیین میزان دسترسی با خودروی شخصی به ایستگاه مترو دارد. بر این اساس، هر چه مجموع طول معابر منتهی به ایستگاه مترو در شعاع مشخصی (در اینجا ۸۰۰ متر) بیشتر باشد، امکان دسترسی با خودروی شخصی به ایستگاه مترو نیز بیشتر خواهد بود.

۲-۱-۲- حمل و نقل همگانی

وضعیت دسترسی ایستگاه‌های مترو به انواع سیستم‌های حمل و نقل همگانی در میزان استفاده از آن مؤثر است. برای یک ایستگاه مترو، فراهم بودن امکان دسترسی و تبادلات بین شیوه‌های مختلف حمل و نقل همگانی (مترو، اتوبوس تندرو، اتوبوس معمولی و تاکسی)، احتمال تبادل سفر را افزایش می‌دهد. لذا هر چه این دسترسی بیشتر باشد، مطلوبیت آن ایستگاه بیشتر خواهد بود. این شاخص، تابعی از تسهیلات حمل و نقل همگانی موجود در یک شعاع مشخص (۸۰۰ متری) از ایستگاه مورد نظر است. با بررسی‌های انجام شده، معیارهای مورد نظر برای شناسایی شاخص‌های تعیین حوزه نفوذ مرتبط با حمل و نقل همگانی، به شرح زیر است:

- تعداد ایستگاه‌های حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه.
- تعداد خطوط حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه.
- طول خطوط حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه.
- تسهیلات حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه.
- شکل شبکه خطوط حمل و نقل همگانی در یک ناحیه.

۱-۲-۱-۲- تعداد ایستگاه‌های حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه

تعداد ایستگاه‌های حمل و نقل همگانی در محدوده ایستگاه مترو تأثیر مستقیمی بر میزان جذب مسافر و در نتیجه تعیین حوزه نفوذ ایستگاه مترو دارد. بدیهی است چنانچه در نزدیکی یک ایستگاه مترو، ایستگاه‌های سایر شیوه‌های حمل و نقل همگانی قرار داشته باشند، امکان تبادل مسافر بین شیوه‌های مختلف حمل و نقل همگانی فراهم شده و جذب مسافر این ایستگاه افزایش می‌یابد. معیارهای مورد نظر جهت تعیین شاخص تعداد ایستگاه‌های حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه به شرح زیر است:

- تعداد ایستگاه‌های مترو.
- تعداد ایستگاه‌های اتوبوس تندرو.
- تعداد ایستگاه‌های اتوبوس عادی.
- تعداد ایستگاه‌های تاکسی.

۲-۲-۱-۲- تعداد خطوط حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه

علاوه بر تعداد ایستگاه‌های حمل و نقل همگانی، تعداد خطوط حمل و نقل همگانی در محدوده ایستگاه مترو نیز بر میزان جذب مسافر و در نتیجه تعیین حوزه نفوذ ایستگاه مترو تأثیر مستقیم دارد. بنابراین چنانچه در نزدیکی یک ایستگاه مترو، خطوط سایر شیوه‌های حمل و نقل همگانی قرار داشته باشند، جذب مسافر این ایستگاه افزایش خواهد یافت.

با بررسی‌های انجام شده، معیارهای مورد نظر جهت تعیین شاخص تعداد خطوط حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه به شرح زیر است:

- تعداد خطوط مترو.
- تعداد خطوط اتوبوس تندرو.
- تعداد خطوط اتوبوس عادی.
- تعداد خطوط تاکسی.

۳-۲-۱-۲- طول خطوط حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه

همانند تعداد ایستگاه‌ها و تعداد خطوط حمل و نقل همگانی، طول خطوط حمل و نقل همگانی در محدوده ایستگاه مترو نیز تأثیر مستقیمی در تعیین حوزه نفوذ ایستگاه مترو دارد. با توجه به این‌که ممکن است خطوط حمل و نقل همگانی عبوری از محدوده ایستگاه مترو فاقد ایستگاه در این محدوده باشند و همچنین طول و محدوده تحت پوشش خطوط مختلف عبوری در این محدوده متفاوت باشد، با در نظر گرفتن این شاخص، تراکم و سطح پوشش خطوط عبوری از محدوده ایستگاه مترو مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. با بررسی‌های انجام شده، معیارهای مورد نظر جهت تعیین شاخص طول خطوط حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه به شرح زیر است:

- طول خطوط مترو.
- طول خطوط اتوبوس تندرو.
- طول خطوط اتوبوس عادی.
- طول خطوط تاکسی.

۴-۲-۱-۲- تسهیلات حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه

علاوه بر موارد ذکر شده، وجود سایر تسهیلات حمل و نقل همگانی مانند پایانه‌های حمل و نقل همگانی و ... در محدوده ایستگاه مترو نیز در تعیین حوزه نفوذ ایستگاه مترو تاثیرگذار است، که مطابق بررسی‌های انجام شده، می‌توان به تسهیلات حمل و نقل همگانی زیر در پیرامون ایستگاه اشاره کرد:

- خط ویژه اتوبوس.
- پایانه اتوبوس.
- پایانه تاکسی.
- پارک سوار.

۱-۴-۲-۱-۲- خط ویژه اتوبوس

خط ویژه اتوبوس، زیر ساخت اصلی و لازم برای ایجاد سامانه اتوبوس تندرو[۱] است. علاوه بر خطوط اتوبوس تندرو، در خیابان‌های یک‌طرفه نیز می‌توان مسیری ویژه و مجزا در خلاف جهت حرکت وسایل نقلیه برای تردد اتوبوس‌ها در نظر گرفت. بر این اساس با توجه به کاهش زمان سفر مسافران سیستم اتوبوسرانی در معابری که دارای خط ویژه هستند، وجود خط ویژه اتوبوس در معابر اطراف ایستگاه مترو موجب افزایش مطلوبیت استفاده از اتوبوس در این معابر شده و امکان تبادل سفر با سیستم مترو افزایش می‌یابد.

۲-۴-۲-۱-۲- پایانه اتوبوس

پایانه اتوبوس، محل تجمع و نقطه شروع و پایان سفر مسافران این سیستم است، پایانه‌ها به عنوان یکی از نقاط تبادل سفر بین شیوه‌های مختلف در سیستم حمل و نقل شهری هستند. بر این اساس در صورت وجود پایانه اتوبوس در محدوده یک ایستگاه مترو، امکان تبادل مسافر بین اتوبوس و مترو ایجاد شده و این موضوع در افزایش تعداد مسافران هر دو سیستم مذکور تاثیرگذار است.

۳-۴-۲-۱-۲- پایانه تاکسی

براساس مطالب ذکر شده در خصوص پایانه اتوبوس، در صورت وجود پایانه تاکسی در محدوده ایستگاه مترو نیز امکان تبادل مسافر بین تاکسی و مترو ایجاد شده و این موضوع نیز در افزایش تعداد مسافران هر دو سیستم مذکور تاثیرگذار است.

۴-۴-۲-۱-۲- پارک سوار

ایده اصلی برای احداث پارک سوارها، کاهش سفر با سواری شخصی و افزایش مطلوبیت استفاده از حمل و نقل همگانی است. منظور از پارک سوار، پارکینگ عمومی بزرگی است که در محل تلاقی سیستم حمل و نقل عمومی شهری و شبکه معابر شریانی شهر واقع می‌شوند تا تسهیلات لازم برای تغییر وسیله سفر را برای رانندگان وسایل نقلیه شخصی به حمل و نقل همگانی فراهم آورد.

دو نوع پارک سوار داخلی و دروازه‌ای قابل اجرا است. پارک سوارهایی که به منظور بهبود دسترسی ساکنان شهر به خطوط مترو شناسایی شده‌اند، درگروه پارک سوارهای داخلی قرار می‌گیرند. همچنین پارک سوارهای دروازه‌ای با هدف خدمت رسانی به افرادی که ساکن شهر تهران نیستند (عمدتاً ساکنان شهرها و شهرک‌های اقماری اطراف شهر)، و یا ساکنین شهر تهران که برای مقاصد کاری (به دلیل کاربری‌های صنعتی در محدوده غرب استان تهران) از خط مترو استفاده می‌کنند، ایجاد می‌شوند. این افراد می‌توانند با خودروی شخصی خود تا دروازه‌های شهر آمده و پس از پارک خودرو در این اماکن به راحتی و آسودگی خاطر از خدمات حمل و نقل عمومی شهر تهران و حومه بهره‌مند شوند، که به اصطلاح پارک سوار دروازه‌ای گفته می‌شود.

---

[۱] BRT

۲-۱-۲-۵- شکل شبکه خطوط حمل و نقل همگانی در یک ناحیه

شکل کلی خطوط حمل و نقل همگانی در یک ناحیه، یکی از مهم‌ترین عوامل در ایجاد دسترسی و پوشش بهتر حمل و نقل همگانی در آن محدوده است. هر چه شکل شبکه به فرم شطرنجی (خطوط متقاطع با زاویه حدودی ۹۰ درجه) نزدیک‌تر باشد، پوشش شبکه کامل‌تر و بهتر خواهد بود. البته شایان ذکر است که شکل کلی این خطوط در هر ناحیه شهری، تابع کاربری‌ها، ناحیه‌های جذب و تولیدکننده سفر، مراکز جمعیتی و فعالیت است.

۲-۱-۳- حمل و نقل غیر موتوری (انسان محور)

پیاده‌روی جزئی اجتناب ناپذیر از هر سفر شهری به شمار می‌رود و پاک‌ترین و مقرون به صرفه‌ترین شیوه سفر برای جابه‌جایی‌های با مسافت کم است. پیاده‌روی پایه و اساس دسترسی و جابه‌جایی پایدار در شهر محسوب می‌شود. دوچرخه سواری نیز دومین شیوه سالم و مقرون به صرفه برای جابه‌جایی‌های شهری است. پیاده‌روی و دوچرخه سواری باعث سرزندگی محیط خیابان شده و بر افزایش جذب مسافران حمل و نقل همگانی مؤثر هستند. همچنین توسعه حمل و نقل غیر موتوری (انسان محور) یکی از اهداف بنیادین توسعه مبتنی بر حمل و نقل همگانی به شمار می‌رود. با بررسی‌های انجام شده، معیارهای مورد نظر جهت تعیین شاخص‌های حوزه نفوذ ایستگاه‌ها که مرتبط با حمل و نقل غیر موتوری می‌باشند، به شرح زیر است:

- تسهیلات دوچرخه سواری پیرامون ایستگاه.
- تسهیلات پیاده‌روی پیرامون ایستگاه.

۲-۱-۳-۱- تسهیلات دوچرخه سواری پیرامون ایستگاه

چنانچه در محدوده ایستگاه‌های مترو، امکانات و شرایط مناسب برای دوچرخه سواری فراهم باشد، امکان دسترسی شهروندان با دوچرخه به ایستگاه‌های مترو تسهیل می‌شود. با توجه به این‌که فاصله مطلوب دوچرخه سواری نسبت به پیاده‌روی بیشتر است، وجود امکانات دوچرخه سواری در محدوده ایستگاه‌های مترو موجب افزایش مطلوبیت آن و در نتیجه گسترش حوزه نفوذ ایستگاه می‌شود.

با بررسی‌های انجام شده، معیارهای مورد نظر جهت تعیین شاخص تسهیلات دوچرخه سواری پیرامون ایستگاه به شرح زیر است:

- مجموع طول مسیرهای دوچرخه سواری در محدوده ایستگاه.
- تعداد خانه دوچرخه یا رک هوشمند[۱].

[۱] Smart Bike Rack

۱-۱-۳-۱-۲- مجموع طول مسیرهای دوچرخه سواری در محدوده ایستگاه

وجود مسیرهای ویژه دوچرخه سواری در یک معبر موجب افزایش مطلوبیت استفاده از دوچرخه به منظور انجام تمام یا بخشی از سفرهای درون شهری می‌شود. بر این اساس هر چه مجموع طول مسیرهای ویژه دوچرخه در معابر محدوده ایستگاه مترو در یک شعاع مشخص (۶۰۰ متر) بیشتر باشد، امکان جذب و تبادل سفر مسافران بین سیستم دوچرخه و مترو نیز افزایش می‌یابد.

۲-۱-۳-۱-۲- خانه دوچرخه یا رک هوشمند

در صورت وجود خانه دوچرخه یا رک هوشمند در یک معبر، امکان استفاده از سیستم دوچرخه اشتراکی به منظور انجام سفرهای درون شهری توسط دوچرخه فراهم می‌شود. بر این اساس در صورت وجود خانه دوچرخه یا رک هوشمند در معابر محدوده ایستگاه مترو، امکان استفاده از دوچرخه اشتراکی و تبادل سفر مسافران بین سیستم دوچرخه و مترو فراهم می‌شود.

۲-۳-۱-۲- تسهیلات پیاده روی پیرامون ایستگاه

همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد، دسترسی پیاده به حمل و نقل همگانی سریع و انبوه‌بر (مترو و اتوبوس تندرو)، پیش نیاز اساسی توسعه مبتنی بر حمل و نقل همگانی به شمار می‌رود و مناسب بودن دسترسی عابران پیاده به ایستگاه‌های حمل و نقل همگانی انبوه‌بر نیز مهم است. وضعیت عرض، کف‌سازی، روشنایی و زیبایی پیاده‌رو و پیاده راه‌ها و وجود شبکه پیوسته مسیرهای پیاده‌روی و پیاده راه‌ها از جمله عوامل مؤثر در مطلوبیت دسترسی عابران پیاده به ایستگاه‌های مترو است. با بررسی‌های انجام شده، معیارهای مورد نظر جهت تعیین شاخص تسهیلات پیاده‌روی پیرامون ایستگاه به شرح زیر است:

- مجموع مساحت پیاده‌روهای منتهی به ایستگاه.
- مجموع مساحت پیاده راه‌های منتهی به ایستگاه.

۱-۲-۳-۱-۲- مجموع مساحت پیاده‌روهای منتهی به ایستگاه

با توجه به اهمیت دسترسی عابران پیاده به ایستگاه‌های مترو و لزوم وجود تسهیلات پیاده‌روی مناسب، هر چه مجموع مساحت پیاده‌روها در معابر محدوده ایستگاه مترو در یک شعاع مشخص (۶۰۰ متر) بیشتر باشد، سطح سرویس مسیرهای پیاده‌روی و مطلوبیت استفاده از آن مسیرها جهت دسترسی به ایستگاه‌های مترو نیز افزایش می‌یابد.

۲-۲-۳-۱-۲- مجموع مساحت پیاده راه‌های منتهی به ایستگاه

با توجه به لزوم ایجاد شبکه یکپارچه پیاده راه‌ها و نقش آن‌ها در جهت دسترسی به ایستگاه‌های حمل و نقل همگانی انبوه‌بر، هر چه مجموع مساحت پیاده راه‌ها در محدوده ایستگاه مترو در یک شعاع مشخص (۶۰۰ متر) بیشتر باشد، مطلوبیت استفاده از مسیرهای پیاده جهت دسترسی به ایستگاه‌های مترو نیز افزایش می‌یابد.

۴-۱-۲- ظرفیت تقاضای سفر

ظرفیت جذب مسافر به ایستگاه مترو یکی از مهم‌ترین عوامل در تعیین حوزه نفوذ ایستگاه است. با بررسی‌های انجام شده، معیارهای مورد نظر جهت تعیین شاخص‌های تعیین حوزه نفوذ ایستگاه‌ها که مرتبط با تقاضای سفر می‌باشند، به شرح زیر است:

- کاربری‌های پیرامون ایستگاه.
- ویژگی‌های جمعیتی پیرامون ایستگاه.

۴-۱-۲-۱- کاربردی‌های پیرامون ایستگاه

کاربری‌های اطراف از جمله مهم‌ترین عوامل در تعیین تعداد مسافران جذب شده به ایستگاه مترو هستند. براساس اصول توسعه مبتنی بر حمل و نقل همگانی غالباً تنوع کاربری‌هایی که در فاصله مطلوب پیاده‌روی (۶۰۰ متر) قرار دارند، می‌توانند یکی از عوامل جاذبه ایستگاه مترو باشند. با بررسی‌های انجام شده، معیارهای مورد نظر جهت تعیین شاخص کاربری‌های پیرامون ایستگاه به شرح زیر است:

- کاربری‌های مولد یا جاذب سفر (مراکز تجاری، اداری، فرهنگی، آموزشی و ...).
- کاربری‌های خاص (اماکن مذهبی، استادیوم ورزشی، مراکز تفریحی، مراکز درمانی، پایانه برون شهری، ایستگاه راه آهن، فرودگاه و ...).

۴-۱-۲-۱-۱- کاربری‌های مولد یا جاذب سفر (مراکز تجاری، اداری، فرهنگی، آموزشی و ...)

یکی از مؤلفه‌های مؤثر در افزایش احتمال تعداد تبادل مسافر یک ایستگاه و تقاضای سفر آن، ترکیب کاربری‌های واقع در محدوده ایستگاه است. هر چه مساحت کاربری‌های جاذب سفر در محدوده ایستگاه بیشتر باشد، میزان تولید و جذب سفر در این کاربری‌ها بیشتر خواهد بود و احتمال تبادل سفر بین شیوه‌های مختلف و تقاضای سفر به ایستگاه افزایش خواهد یافت.

۴-۱-۲-۱-۲- کاربری‌های خاص (اماکن مذهبی، استادیوم ورزشی، مراکز تفریحی و ...)

وجود مراکز ویژه با کاربری خاص در محدوده ایستگاه مترو نیز یکی دیگر از مؤلفه‌های تعیین تقاضای سفر ایستگاه و حوزه نفوذ آن است. به عنوان مثال وجود استادیوم ورزشی، ایستگاه راه آهن یا فرودگاه در اطراف یک ایستگاه مترو موجب می‌شود مقیاس عملکردی آن ایستگاه به مقیاس شهری و حتی فراشهری تبدیل شده و در نتیجه در تقاضای سفر و حوزه نفوذ ایستگاه تاثیرگذار خواهد بود.

۲-۴-۱-۲- ویژگی‌های جمعیتی پیرامون ایستگاه

علاوه بر کاربری‌های اطراف ایستگاه مترو، ویژگی‌ها و بافت جمعیتی اطراف ایستگاه مترو نیز در تقاضای سفر و تعیین حوزه نفوذ ایستگاه تاثیرگذار است. با بررسی‌های انجام شده، معیارهای مورد نظر جهت تعیین شاخص ویژگی‌های جمعیتی پیرامون ایستگاه به شرح زیر است:

- تراکم جمعیتی پیرامون ایستگاه.
- میزان تولید و جذب سفر ناحیه‌های ترافیکی پیرامون ایستگاه.
- سرانه مالکیت وسیله نقلیه ساکنین پیرامون ایستگاه.

۲-۴-۱-۲-۱- تراکم جمعیتی پیرامون ایستگاه

تراکم جمعیتی در اطراف ایستگاه‌های مترو یکی از عوامل مؤثر در تعیین تقاضای سفر و حوزه نفوذ ایستگاه مترو است. هر چه تراکم جمعیتی در محدوده اطراف ایستگاه مترو بیشتر باشد، میزان جمعیت ساکن جذب شده به آن ایستگاه بیشتر خواهد بود. جمعیت ساکن جذب شده به هر ایستگاه مترو ارتباط مستقیمی با فاصله مطلوب پیاده‌روی تا ایستگاه مذکور دارد و هر چه این فاصله بیشتر باشد، جمعیت کمتری جذب ایستگاه خواهد شد.

۲-۴-۱-۲-۲- میزان تولید و جذب سفر ناحیه‌های ترافیکی پیرامون ایستگاه

یکی دیگر از عوامل مؤثر در تعیین تقاضای سفر و حوزه نفوذ ایستگاه‌های مترو، میزان تولید و جذب سفر ناحیه‌های ترافیکی پیرامون ایستگاه در وضع موجود و آتی (براساس نتایج آمارگیری‌های مبدأ – مقصد و مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک شهر تهران) است. بر این اساس، هر چه میزان تولید و جذب سفر ناحیه‌های ترافیکی پیرامون ایستگاه بیشتر باشد، میزان تقاضای سفر و در نتیجه حوزه نفوذ ایستگاه نیز بیشتر است.

۲-۴-۱-۲-۳- سرانه مالکیت وسیله نقلیه ساکنین پیرامون ایستگاه

بین سرانه مالکیت وسیله نقلیه شخصی ساکنین پیرامون ایستگاه مترو و تقاضای سفر و حوزه نفوذ ایستگاه رابطه عکس وجود دارد. بر این اساس هر چه سرانه مالکیت وسیله نقلیه شخصی ساکنین اطراف ایستگاه مترو بیشتر باشد، تقاضای سفر با مترو کاهش پیدا می‌کند.

۲-۵-۱-۲- نوع و عملکرد ایستگاه

تعاریف مختلفی برای انواع ایستگاه‌های مترو از نظر نقش و عملکرد ترافیکی وجود دارد که عبارت‌اند از: ایستگاه‌های ابتدایی و انتهایی، تبادلی، تقاطعی، عادی و پایانه‌ای، که با بررسی‌های انجام شده، معیار مورد نظر جهت شناسایی شاخص‌های تعیین حوزه نفوذ ایستگاه‌ها که مرتبط با نوع و عملکرد ایستگاه می‌باشد، امکان تبادل مسافر در ایستگاه است.

۱-۵-۱-۲- امکان تبادل مسافر در ایستگاه

در صورتی‌که ایستگاه مترو، تبادلی (ایستگاهی با امکان تعویض خط با سایر خطوط مترو) باشد، امکان جذب مسافر بیشتری نسبت به ایستگاه‌های عادی مترو دارد. چنین ایستگاهی بین دو یا سه خط مترو به صورت مشترک عمل می‌کند.

با توجه به وجود و پیش بینی خطوط و ایستگاه‌های مترو برون شهری در شبکه مترو شهر تهران، تبادل مسافر با ایستگاه‌های مترو برون شهری دارای الگو و تقاضای متفاوتی نسبت به ایستگاه‌های تبادلی درون شهری است. در ایستگاه‌هایی که تبادل سفر مسافران مترو با سایر سیستم‌های حمل و نقل همگانی انجام می‌شود (ایستگاه‌های تبادلی با سایر سیستم‌های حمل و نقل)، نوع و عملکرد ایستگاه متفاوت از ایستگاه‌های تبادلی با خطوط مترو است. در کنار این ایستگاه‌ها، پارک سوار، پایانه‌های تاکسی و اتوبوس شهری یا پایانه‌های بین شهری قرار دارند و مسافران می‌توانند نوع وسیله سفر خود را در این نقاط تغییر دهند. ایستگاه‌هایی که فاقد شرایط ذکر شده در بالا هستند از نوع ایستگاه عادی محسوب می‌شوند. بنابراین ایستگاه‌های مترو از نظر امکان تبادل مسافر در ایستگاه، به چهار دسته به شرح زیر تقسیم بندی می‌شوند:

- ایستگاه تبادلی با سایر خطوط مترو درون شهری.
- ایستگاه تبادلی با سایر خطوط مترو برون شهری.
- ایستگاه تبادلی با سایر سیستم‌های حمل و نقل همگانی.
- ایستگاه عادی.

در انتها به منظور جمع بندی بهتر، شاخص‌های مورد استفاده برای تعیین حوزه نفوذ و مقیاس عملکردی ایستگاه‌ها در قالب جدول ۱-۲ ارائه شده است.

جدول ۱-۲ : *شاخص‌های پیشنهادی در خصوص تعیین حوزه نفوذ ایستگاه‌های مترو*

موضوع	شاخص اصلی	زیر شاخص
دسترسی	دسترسی به ایستگاه با خودروی شخصی	○ رده عملکردی معابر ○ یک‌طرفه یا دوطرفه بودن معابر ○ وضعیت پارکینگ حاشیه‌ای و غیر حاشیه‌ای ○ مجموع طول شبکه معابر در محدوده ایستگاه
حمل و نقل همگانی	تعداد ایستگاه‌های حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه	○ تعداد ایستگاه‌های مترو ○ تعداد ایستگاه‌های اتوبوس تندرو ○ تعداد ایستگاه‌های اتوبوس عادی ○ تعداد ایستگاه‌های تاکسی
	تعداد خطوط حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه	○ تعداد خطوط مترو ○ تعداد خطوط اتوبوس تندرو ○ تعداد خطوط اتوبوس عادی

		○ تعداد خطوط تاکسی
	طول خطوط حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه	○ طول خطوط مترو ○ طول خطوط اتوبوس تندرو ○ طول خطوط اتوبوس عادی ○ طول خطوط تاکسی
	سایر تسهیلات حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه	○ خط ویژه اتوبوس ○ پایانه اتوبوسرانی ○ پارک سوار ○ پایانه تاکسی
حمل و نقل غیر موتوری	تسهیلات دوچرخه سواری پیرامون ایستگاه	○ مجموع طول مسیرهای دوچرخه سواری در محدوده ایستگاه (در شعاع ۶۰۰ متر) ○ تعداد خانه دوچرخه یا رک هوشمند
	تسهیلات پیاده‌روی پیرامون ایستگاه	○ مجموع مساحت پیاده‌روهای منتهی به ایستگاه ○ مجموع مساحت پیاده راه‌های منتهی به ایستگاه
ظرفیت تقاضای سفر	کاربری‌های پیرامون ایستگاه	○ کاربری‌های مولد یا جاذب سفر (مراکز تجاری، اداری و ...) ○ کاربری‌های خاص (اماکن مذهبی، استادیوم ورزشی، مراکز تفریحی و درمانی، پایانه برون شهری، ایستگاه راه آهن و ...)
	ویژگی‌های جمعیتی پیرامون ایستگاه	○ تراکم جمعیتی پیرامون ایستگاه ○ میزان تولید و جذب سفر ناحیه‌های ترافیکی پیرامون ایستگاه ○ سرانه مالکیت وسیله نقلیه ساکنین پیرامون ایستگاه
نوع و عملکرد ایستگاه	امکان تبادل مسافر در ایستگاه	○ ایستگاه تبادلی با سایر خطوط مترو درون شهری ○ ایستگاه تبادلی با سایر خطوط مترو برون شهری ○ ایستگاه تبادلی با سایر سیستم‌های حمل و نقل همگانی ایستگاه عادی

۲-۲- سهم مسافران ورودی به ایستگاه‌ها از ناحیه‌های ترافیکی مختلف

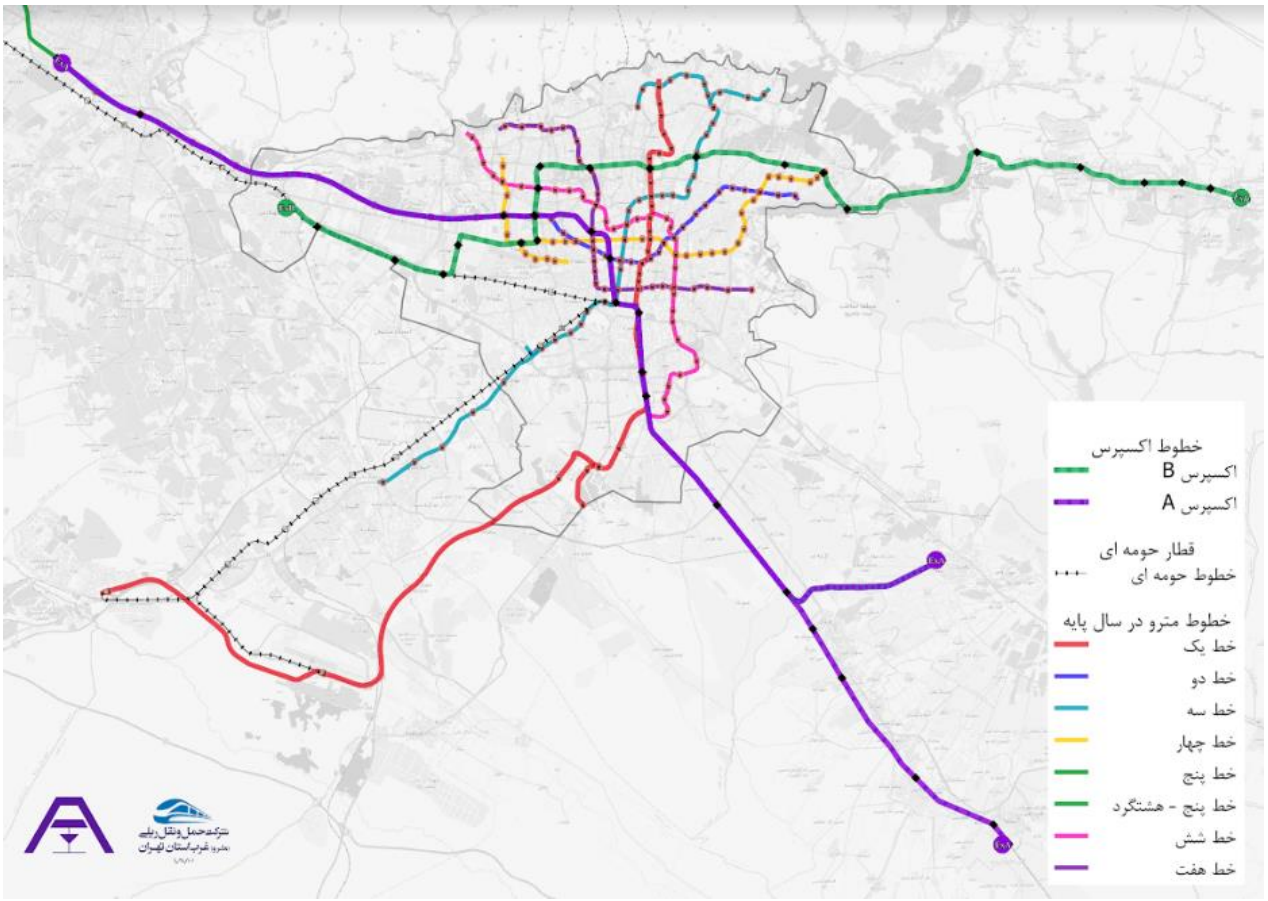
در این بخش از گزارش به منظور وضوح مطالب شرح داده شده، ابتدا تعریف شبکه پایه، سپس نقشه شبکه خطوط مترو تهران در سال ۱۴۲۰ ارائه شده است، در ادامه نیز به برآورد سهم ورودی به ایستگاه‌های مترو غرب تهران از ناحیه‌های ترافیکی مختلف پرداخته شده است.

شبکه پایه‌ای که جهت مدل‌سازی خطوط جدید استفاده می‌گردد متشکل از موارد زیر است:

۱- شبکه معابر خصوصی مطابق با طرح تفصیلی سال ۱۴۲۰

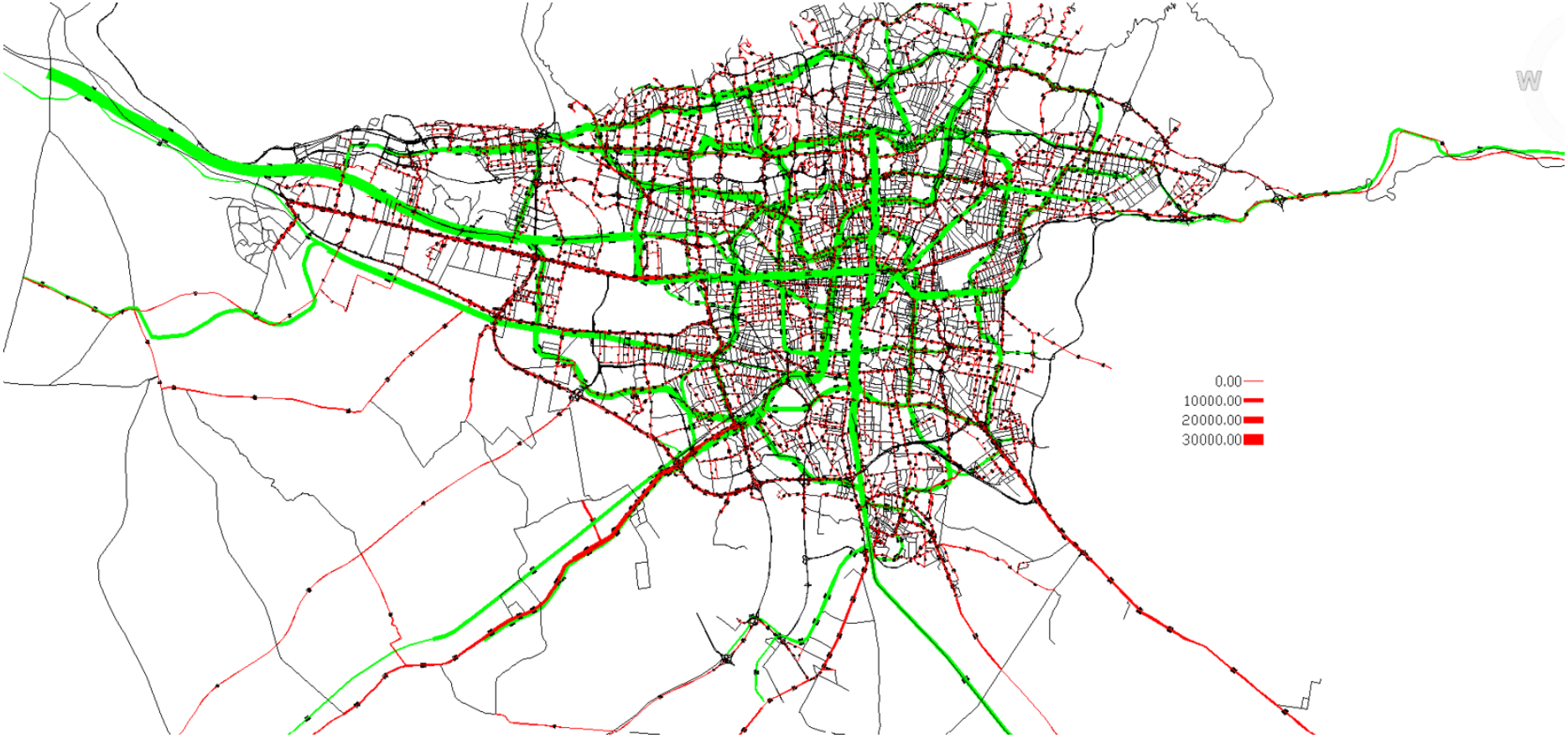
۲- شبکه اتوبوسرانی و سامانه اتوبوس تندرو موجود (سال ۱۴۰۲)
۳- تکمیل شده هفت خط موجود به همراه توسعه‌های مصوب آن‌ها
۴- خطوط اکسپرس A و اکسپرس B تا ایستگاه ملکی
۵- خطوط حومه‌ای

در شکل ۲-۱ نقشه شبکه پایه خطوط مترو تهران نمایش داده شده است. خروجی تخصیص شبکه حمل و نقل همگانی مدل کلان‌نگر شهر تهران با تقاضای سال ۱۴۲۰ و شبکه معابر مصوب آن سال برای شبکه پایه در شکل ۲-۲ به تصویر کشیده شده است.



شکل ۱-۲ : *نقشه شبکه پایه مورد استفاده در مطالعه*

شایان ذکر است که در شکل ۲-۲ خطوط قرمز رنگ نشانگر نتایج تخصیص شبکه اتوبوسرانی و خطوط سبز رنگ نمایانگر شبکه ریلی شهر تهران هستند. همچنین ضخامت این خطوط متناسب با تعداد مسافران آن‌ها است. برای برآورد تعداد مسافران ایستگاه‌های کریدور ریلی غرب استان تهران از نتایج تخصیص همگانی شبکه ریلی مصوب با تقاضا و شبکه معابر مصوب سال ۱۴۲۰ استفاده شده است.



شکل ۲-۲ : *خروجی تخصیص همگانی مدل کلان‌نگر شهر تهران با تقاضا و شبکه معابر مصوب سال ۱۴۲*

برای آن‌که بتوان مسافران جذب شده به یک ایستگاه را بین ناحیه‌های تحت پوشش آن تقسیم نمود، ابتدا لازم است با توجه به موقعیت قرارگیری هر ایستگاه، جامعه هدف که همان کاربران ایستگاه هستند را مشخص کرد. پس از تعیین این مهم، بر اساس رابطه جاذبه مسافر جذب شده به هر ایستگاه برآورد می‌گردد.

در این رابطه مسافر جذب شده برابر است با: عکس مجذور فاصله هوایی از مرکز ثقل هر ناحیه واقع در حوزه نفوذ ایستگاه

به عنوان مثال در حوزه نفوذ ایستگاه سه راه مارلیک نواحی ۷۱۱، ۷۱۳ و ۷۲۳ قرار دارند که در واقع در این نواحی همان جامعه هدف یا کاربران ایستگاه قرار دارند. از مرکز ثقل نواحی، فاصله هوایی تا ایستگاه محاسبه شده و مطابق با رابطه جاذبه، عکس مجذور فاصله، مسافر جذب شده از هر ناحیه را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است استفاده از رابطه جاذبه به منظور درک بهتر و داشتن یک دید کلی از مفهوم رابطه بین مطلوبیت مقصد با فاصله است، به این صورت که هرچه فاصله از یک ایستگاه مترو بیشتر باشد، مسافر جذب شده از ایستگاه کاهش می‌یابد. در ادامه برای تمامی ایستگاه های در نظر گرفته شده در این مطالعه، سهم هرناحیه از مسافر سوار شده ایستگاه در جدول ۲-۲ الی جدول ۲-۱۸ ارائه شده است.

جدول ۲-۲ *سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B01*

ایستگاه EXP B01					
ناحیه ترافیکی	مسافر سوار شده	فاصله مرکز ناحیه از ایستگاه پیشنهادی (متر)	معکوس فاصله به توان ۲	سهم (٪)	تعداد مسافر از ناحیه
۷۱۱	۴۷۵۷	۳۵۰۰	۸.۱۶۳۲۷E-۰۸	۱۱٪	۵۳۸
۷۱۳		۱۶۰۰	۳.۹۰۶۲۵E-۰۷	۵۴٪	۲۵۷۳
۷۲۳		۲۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰۰۲۵	۳۵٪	۱۶۴۷
جمع کل	**۴۷۵۷**	**۷۱۰۰**	**۷.۲۲۲۵۸E -۰۷**	**۱۰۰٪**	**۴۷۵۸**

جدول ۲-۳ *سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B02*

ایستگاه EXP B02					
ناحیه ترافیکی	مسافر سوار شده	فاصله مرکز ناحیه از ایستگاه پیشنهادی (متر)	معکوس فاصله به توان ۲	سهم (٪)	تعداد مسافر از ناحیه
۷۱۱	۱۴۴۳	۳۰۰۰	۱.۱۱۱۱۱E-۰۷	۲۱٪	۳۰۸
۷۱۳		۲۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰۰۲۵	۴۸٪	۶۹۲
۷۲۳		۲۵۰۰	۰.۰۰۰۰۰۰۱۶	۳۱٪	۴۴۳
جمع کل	**۱۴۴۳**	**۷۵۰۰**	**۵.۲۱۱۱۱E -۰۷**	**۱۰۰٪**	**۱۴۴۳**

جدول ۴-۲ *سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B03*

ایستگاه EXP B03					
ناحیه ترافیکی	مسافر سوار شده	فاصله مرکز ناحیه از ایستگاه پیشنهادی (متر)	معکوس فاصله به توان ۲	سهم (٪)	تعداد مسافر از ناحیه
۷۱۰	۴۰۲۴	۵۴۰۰	۳.۴۲۹۳۶E-۰۸	۵٪	۱۸۹
۷۱۱		۱۲۰۰	۶.۹۴۴۴۴E-۰۷	۹۵٪	۳۸۳۵
جمع کل	**۴۰۲۴**	**۶۶۰۰**	**۷.۲۸۷۳۸E -۰۷**	**۱۰۰٪**	**۴۰۲۴**

جدول ۵-۲ *سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B03-1*

ایستگاه EXP B03-1					
ناحیه ترافیکی	مسافر سوار شده	فاصله مرکز ناحیه از ایستگاه پیشنهادی (متر)	معکوس فاصله به توان ۲	سهم (٪)	تعداد مسافر از ناحیه
۷۱۰	۵۴۶۰	۴۷۰۰	۴.۵۲۶۹۴E-۰۸	۱۰٪	۵۶۷
۷۱۱		۱۶۰۰	۳.۹۰۶۲۵E-۰۷	۹۰٪	۴۸۹۳
جمع کل	**۵۴۶۰**	**۶۳۰۰**	**۴.۳۵۸۹۴E -۰۷**	**۱۰۰٪**	**۵۴۶۰**

جدول ۶-۲ *سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B04*

ایستگاه EXP B04					
ناحیه ترافیکی	مسافر سوار شده	فاصله مرکز ناحیه از ایستگاه پیشنهادی (متر)	معکوس فاصله به توان ۲	سهم (٪)	تعداد مسافر از ناحیه
۷۱۰	۸۶۶	۳۸۰۰	۶.۹۲۵۲۱E-۰۸	۲۵٪	۲۱۷
۷۱۱		۲۲۰۰	۲.۰۶۶۱۲E-۰۷	۷۵٪	۶۴۹
جمع کل	**۸۶۶**	**۶۰۰۰**	**۲.۷۵۸۶۴E -۰۷**	**۱۰۰٪**	**۸۶۶**

جدول ۷-۲ *سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B05*

ایستگاه EXP B05					
ناحیه ترافیکی	مسافر سوار شده	فاصله مرکز ناحیه از ایستگاه پیشنهادی (متر)	معکوس فاصله به توان ۲	سهم (٪)	د مسافر از نا
۷۱۰	۶۱۵۰	۲۱۰۰	۲.۲۶۷۵۷E-۰۷	۷۸٪	۴۸۲۱
۷۱۱		۴۰۰۰	۶.۲۵E-۰۸	۲۲٪	۱۳۲۹
جمع کل	**۶۱۵۰**	**۶۱۰۰**	**۲.۸۹۲۵۷E -۰۷**	**۱۰۰٪**	**۶۱۵۰**

جدول ۸-۲ *سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B05-1*

ایستگاه EXP B05-1					
ناحیه ترافیکی	مسافر سوار شده	فاصله مرکز ناحیه از ایستگاه پیشنهادی (متر)	معکوس فاصله به توان ۲	سهم (٪)	د مسافر از نا
۷۱۰	۳۶۰۷	۲۴۰۰	۱.۷۳۶۱۱E-۰۷	۶۴٪	۲۳۰۸
۷۱۱		۳۲۰۰	۹.۷۶۵۶۳E-۰۸	۳۶٪	۱۲۹۹
جمع کل	**۳۶۰۷**	**۵۶۰۰**	**۲.۷۱۲۶۷E -۰۷**	**۱۰۰٪**	**۳۶۰۷**

جدول ۹-۲ *سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B05-2*

ایستگاه EXP B05-2					
ناحیه ترافیکی	مسافر سوار شده	فاصله مرکز ناحیه از ایستگاه پیشنهادی (متر)	معکوس فاصله به توان ۲	سهم (٪)	د مسافر از نا
۷۱۰	۴۱۲۵	۳۵۰۰	۸.۱۶۳۲۷E-۰۸	۲۸٪	۱۱۶۸
۷۱۱		۲۲۰۰	۲.۰۶۶۱۲E-۰۷	۷۲٪	۲۹۵۷
جمع کل	**۴۱۲۵**	**۵۷۰۰**	**۲.۸۸۲۴۴E -۰۷**	**۱۰۰٪**	**۴۱۲۵**

جدول ۱۰-۲ *سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B05-3*

ایستگاه EXP B05-3					
ناحیه ترافیکی	مسافر سوار شده	فاصله مرکز ناحیه از ایستگاه پیشنهادی (متر)	معکوس فاصله به توان ۲	سهم (٪)	د مسافر از نا
۷۱۰	۴۹۸۷	۲۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰۰۲۵	۷۸٪	۳۹۰۵
۷۱۱		۳۸۰۰	۶.۹۲۵۲۱E-۰۸	۲۲٪	۱۰۸۲
جمع کل	**۴۹۸۷**	**۵۸۰۰**	**۳.۱۹۲۵۲E -۰۷**	**۱۰۰٪**	**۴۹۸۷**

جدول ۱۱-۲ *سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B06*

ایستگاه EXP B06					
ناحیه ترافیکی	مسافر سوار شده	فاصله مرکز ناحیه از ایستگاه پیشنهادی (متر)	معکوس فاصله به توان ۲	سهم (٪)	تعداد مسافر از ناحیه
۶۹۶	۱۴۵۴	۴۰۰۰	۶.۲۵E-۰۸	۱۹٪	۲۸۰
۶۹۹		۴۰۰۰	۶.۲۵E-۰۸	۱۹٪	۲۸۰
۷۰۸		۲۵۰۰	۰.۰۰۰۰۰۰۱۶	۴۹٪	۷۱۶
۷۰۹		۵۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰۰۰۴	۱۲٪	۱۷۹
جمع کل	**۱۴۵۴**	**۱۵۵۰۰**	**۰.۰۰۰۰۰۰۳۲۵**	**۱۰۰٪**	**۱۴۵۵**

جدول ۱۲-۲ *سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B06-1*

ایستگاه EXP B06-1				
ناحیه ترافیکی	مسافر سوار شده	فاصله مرکز ناحیه از ایستگاه پیشنهادی (متر)	معکوس فاصله به توان ۲	سهم (٪)	تعداد مسافر از ناحیه
۶۹۴	۲۰۸۱	۳۸۰۰	۶.۹۲۵۲۱E-۰۸	۸٪	۱۶۲
۶۹۵		۴۰۰۰	۶.۲۵E-۰۸	۷٪	۱۴۶
۶۹۶		۲۵۰۰	۰.۰۰۰۰۰۰۱۶	۱۸٪	۳۷۴
۶۹۷		۵۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰۰۰۴	۴٪	۹۳
۶۹۸		۵۲۰۰	۳.۶۹۸۲۲E-۰۸	۴٪	۸۶
۶۹۹		۲۵۰۰	۰.۰۰۰۰۰۰۱۶	۱۸٪	۳۷۴
۷۰۹		۲۳۰۰	۱.۸۹۰۳۶E-۰۷	۲۱٪	۴۴۱
۷۱۰		۲۴۰۰	۱.۷۳۶۱۱E-۰۷	۱۹٪	۴۰۵
جمع کل	**۲۰۸۱**	**۲۷۷۰۰**	**۸.۹۱۳۸۱E -۰۷**	**۱۰۰٪**	**۲۰۸۱**

جدول ۱۳-۲ *سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B07*

ایستگاه EXP B07				
ناحیه ترافیکی	مسافر سوار شده	فاصله مرکز ناحیه از ایستگاه پیشنهادی (متر)	معکوس فاصله به توان ۲	سهم (٪)	تعداد مسافر از ناحیه
۶۹۴	۱۱۸۴۳	۲۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰۰۲۵	۱۱٪	۱۲۷۵
۶۹۵		۱۸۵۰	۲.۹۲۱۸۴E-۰۷	۱۳٪	۱۴۹۰
۶۹۶		۱۳۰۰	۵.۹۱۷۱۶E-۰۷	۲۵٪	۳۰۱۸
۶۹۷		۳۶۰۰	۷.۷۱۶۰۵E-۰۸	۳٪	۳۹۴
۶۹۸		۳۰۰۰	۱.۱۱۱۱۱E-۰۷	۵٪	۵۶۷
۶۹۹		۱۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰۰۱	۴۳٪	۵۱۰۰
جمع کل	**۱۱۸۴۳**	**۱۲۷۵۰**	**۲.۳۲۲۱۷E -۰۶**	**۱۰۰٪**	**۱۱۸۴۴**

جدول ۱۴-۲ *سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B07-1*

ایستگاه EXP B07-1				
ناحیه ترافیکی	مسافر سوار شده	فاصله مرکز ناحیه از ایستگاه پیشنهادی (متر)	معکوس فاصله به توان ۲	سهم (٪)	تعداد مسافر از ناحیه
۶۹۴	۱۹۷۸	۳۳۰۰	۹.۱۸۲۷۴E-۰۸	۱۳٪	۲۵۲
۶۹۵		۳۵۰۰	۸.۱۶۳۲۷E-۰۸	۱۱٪	۲۲۴
۶۹۶		۲۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰۰۲۵	۳۵٪	۶۸۶
۶۹۷		۴۸۰۰	۴.۳۴۰۲۸E-۰۸	۶٪	۱۱۹
۶۹۸		۴۶۰۰	۴.۷۲۵۹E-۰۸	۷٪	۱۳۰
۶۹۹		۲۲۰۰	۲.۰۶۶۱۲E-۰۷	۲۹٪	۵۶۷
جمع کل	**۱۹۷۸**	**۲۰۴۰۰**	**۷.۲۰۷۳۳E -۰۷**	**۱۰۰٪**	**۱۹۷۸**

جدول ۱۵-۲ *سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B07-2*

ایستگاه EXP B07-2					
ناحیه ترافیکی	مسافر سوار شده	فاصله مرکز ناحیه از ایستگاه پیشنهادی (متر)	معکوس فاصله به توان ۲	سهم (٪)	تعداد مسافر از ناحیه
۶۹۴	۱۶۲۰۳	۱۴۰۰	۵.۱۰۲۰۴E-۰۷	۱۷٪	۲۷۹۱
۶۹۵		۸۵۰	۱.۳۸۴۰۸E-۰۶	۴۷٪	۷۵۷۰
۶۹۶		۱۸۰۰	۳.۰۸۶۴۲E-۰۷	۱۰٪	۱۶۸۸
۶۹۷		۲۹۰۰	۱.۱۸۹۰۶E-۰۷	۴٪	۶۵۰
۶۹۸		۲۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰۰۲۵	۸٪	۱۳۶۷
۶۹۹		۱۶۰۰	۳.۹۰۶۲۵E-۰۷	۱۳٪	۲۱۳۷
جمع کل	**۱۶۲۰۳**	**۱۰۵۵۰**	**۲.۹۶۲۴۶E -۰۶**	**۱۰۰٪**	**۱۶۲۰۳**

جدول ۱۶-۲ *سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B07-3*

ایستگاه EXP B07-3					
ناحیه ترافیکی	مسافر سوار شده	فاصله مرکز ناحیه از ایستگاه پیشنهادی (متر)	معکوس فاصله به توان ۲	سهم (٪)	تعداد مسافر از ناحیه
۶۹۴	۱۶۹۹۲	۱۵۰۰	۴.۴۴۴۴۴E-۰۷	۸٪	۱۳۷۹
۶۹۵		۵۰۰	۰.۰۰۰۰۰۴	۷۳٪	۱۲۴۰۸
۶۹۶		۲۲۰۰	۲.۰۶۶۱۲E-۰۷	۴٪	۶۴۱
۶۹۷		۲۸۰۰	۱.۲۷۵۵۱E-۰۷	۲٪	۳۹۶
۶۹۸		۱۶۰۰	۳.۹۰۶۲۵E-۰۷	۷٪	۱۲۱۲
۶۹۹		۱۸۰۰	۳.۰۸۶۴۲E-۰۷	۶٪	۹۵۷
جمع کل	**۱۶۹۹۲**	**۱۰۴۰۰**	**۵.۴۷۷۸۷E -۰۶**	**۱۰۰٪**	**۱۶۹۹۲**

جدول ۱۷-۲ *سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B07-4*

ایستگاه EXP B07-4					
ناحیه ترافیکی	مسافر سوار شده	فاصله مرکز ناحیه از ایستگاه پیشنهادی (متر)	معکوس فاصله به توان ۲	سهم (٪)	تعداد مسافر از ناحیه
۶۹۴	۹۰۴۱	۱۸۰۰	۳.۰۸۶۴۲E-۰۷	۱۰٪	۸۶۳
۶۹۵		۷۳۰	۱.۸۷۶۵۲E-۰۶	۵۸٪	۵۲۴۷
۶۹۶		۲۹۰۰	۱.۱۸۹۰۶E-۰۷	۴٪	۳۳۲
۶۹۷		۳۰۰۰	۱.۱۱۱۱۱E-۰۷	۳٪	۳۱۱
۶۹۸		۱۳۰۰	۵.۹۱۷۱۶E-۰۷	۱۸٪	۱۶۵۴
۶۹۹		۲۱۰۰	۲.۲۶۷۵۷E-۰۷	۷٪	۶۳۴
جمع کل	**۹۰۴۱**	**۱۱۸۳۰**	**۳.۲۳۳۶۶E -۰۶**	**۱۰۰٪**	**۹۰۴۱**

جدول ۱۸-۲ *سهم و تعداد مسافر از هر ناحیه در ایستگاه Exp B08*

ایستگاه EXP B08					
ناحیه ترافیکی	مسافر سوار شده	فاصله مرکز ناحیه از ایستگاه پیشنهادی (متر)	معکوس فاصله به توان ۲	سهم (٪)	تعداد مسافر از ناحیه
۶۹۹	۶۳۵۸	۲۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰۰۲۵	۳۱٪	۱۹۷۳
۷۰۸		۳۰۰۰	۱.۱۱۱۱۱E-۰۷	۱۴٪	۸۷۷
۴۸۳		۱۵۰۰	۴.۴۴۴۴۴E-۰۷	۵۵٪	۳۵۰۸
جمع کل	**۶۳۵۸**	**۶۵۰۰**	**۸.۰۵۵۵۶E -۰۷**	**۱۰۰٪**	**۶۳۵۸**

۲-۳- تعیین کریدورهای اصلی دسترسی عابر پیاده و دوچرخه به ایستگاه

بررسی و تعیین کریدورهای اصلی دسترسی به ایستگاه‌ها با انجام بازدیدهای میدانی این کریدورها در سه دسته کلی در محدوده ایستگاه صورت گرفت، که در ذیل به آن‌ها اشاره شده است:

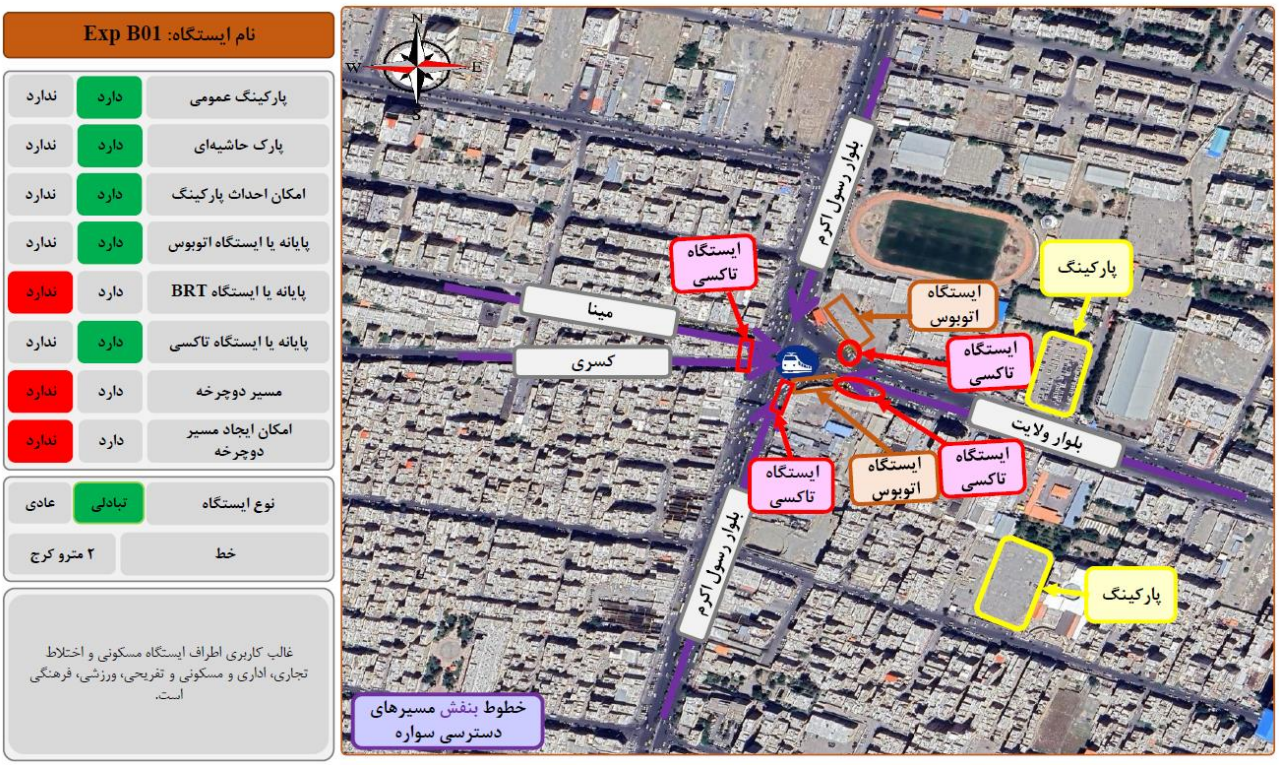
- کریدورهای اصلی دسترسی عابر پیاده و دوچرخه به ایستگاه.
- کریدورهای اصلی دسترسی با سواری شخصی، پارکینگ‌ها و پارک سوارها به ایستگاه.
- کریدورهای اصلی دسترسی با حمل و نقل همگانی (تاکسی، اتوبوس و ...) به ایستگاه و بررسی اثرات سیستم یکپارچه حمل و نقل همگانی بر آن.

در ادامه این بخش به شناسایی کریدورهای اصلی دسترسی عابر پیاده و دوچرخه به ایستگاه در محدوده ایستگاه با در نظر گرفتن کلیه امکانات موجود در اطراف ایستگاه برای کاربران با شیوه پیاده و دوچرخه پرداخته شده است و در بخش‌های آتی تعیین کریدورهای اصلی دسترسی دو دسته دیگر مورد ارزیابی قرار گرفته است. دسترسی عابر پیاده و دوچرخه به ایستگاه، امری ضروری برای مطالعه اثر ایجاد یک زیر ساخت حمل و نقل همگانی نظیر مترو است. برای این منظور در بازدیدهای صورت گرفته از ایستگاه‌های مصوب کریدور ریلی محدوده غرب استان تهران، پارامترهای مختلفی مورد شناسایی و بررسی دقیق قرار گرفت. شایان ذکر است این بازدیدها در بازه تیر تا اسفندماه ۱۴۰۲ انجام شده است.

در شیوه دوچرخه در اطراف هیچ یک از ایستگاه‌ها، ایستگاه و مسیر دوچرخه وجود ندارد اما امکان ایجاد مسیر دوچرخه از منظر دارا بودن فضای فیزیکی کافی و نحوه دسترسی به ایستگاه بررسی شد. در مورد شیوه عابر پیاده نیز عرض پیاده‌روها و قابلیت پیاده‌روی در رفیوژهای میانی و سایر موارد با تسهیلات عابر پیاده اعم از وجود خط‌کشی، چراغ‌های راهنمایی، پل‌های هوایی و زیرگذرها دیده شده است.

در شکل ۲-۳ پلان هوایی ایستگاه EXP B۰۱ نمایش داده شده است. همان‌طور که اشاره شد، تسهیلات عابر پیاده و دوچرخه در محدوده هر ایستگاه مورد بررسی قرارگرفته است. در این ایستگاه مسیر دوچرخه وجود ندارد و در بررسی‌ها و بازدیدهای میدانی کارشناسی نیز، ایجاد خطوط دوچرخه در محدوده ایستگاه امکان‌پذیر نیست. در شکل ۲-۴ نیز عکس معابر موجود در محدوده ایستگاه EXP B۰۱ از آلبوم کریدور ریلی غرب استان تهران آورده شده است. در این آلبوم وضعیت عرض پیاده‌روها و تسهیلات

پیاده‌روی نیز مورد اشاره قرار گرفته است، پیاده‌رو در بلوار رسول اکرم در بخش شرقی و غربی خیابان به ترتیب دارای عرض ۳ و ۳,۵ متر است، همچنین بلوار شرقی- غربی ولایت با پیاده‌روهای شمالی و جنوبی به عرض ۲,۵ و ۳,۵ متر و خیابان‌های شرقی-غربی کسری و مینا نیز با عرض پیاده روی شمالی و جنوبی ۱,۵ متر از معابر موجود در محدوده ایستگاه EXP B۰۱ هستند.



شکل ۳-۲ : *پلان هوایی ایستگاه* EXP B۰۱ *و تسهیلات حمل و نقلی موجود در محدوده ایستگاه*

شکل ۴-۲ : *عکس معابر محدوده ایستگاه* EXP B۰۱

شکل ۲-۵: عکس معابر ایستگاه EXP B۰۱ (ادامه)

۲-۴- تعیین کریدورهای اصلی دسترسی با سواری شخصی

با توجه به استفاده گسترده از وسایل نقلیه شخصی در مجموعه شهرهای غرب استان تهران، کریدورهای اصلی دسترسی با وسایل شخصی نسبت به سایر شیوه‌های حمل و نقل در جابه‌جایی اهمیت فراوانی دارد. مسیرهای دسترسی به ایستگاه و عملکرد جهتی این مسیرها تأثیر به سزایی در نحوه ورود و خروج مسافران به ایستگاه دارد. همچنین جهت شناخت این کریدورها در بازدیدهای صورت گرفته، وجود و عدم وجود پارکینگ‌های حاشیه‌ای و غیر حاشیه‌ای و امکان ایجاد پارکینگ‌های غیر حاشیه‌ای بیشتر با توجه به وجود زمین‌های خالی مورد بررسی قرار گرفت. در شکل ۲-۳ موارد اشاره شده نشان داده شده است. به عنوان مثال در محدوده ایستگاه EXP B۰۱ هم پارکینگ عمومی وجود دارد و هم امکان پارک حاشیه‌ای فراهم شده است. یک‌طرفه یا دوطرفه بودن، وضعیت رفیوژ بلوار و تعداد خطوط عبوری در هر جهت خیابان در شکل مورد بررسی قرار گرفته است، به طور مثال در شکل ۲-۴ وضعیت حرکتی و تعداد خطوط عبوری در هر جهت خیابان‌های اطراف ایستگاه EXP B۰۱ بررسی شده است. همان‌طور که درشکل ۲-۴ شکل ۲-۴ مشهود است، در اطراف ایستگاه EXP B۰۱ خیابان شمالی- جنوبی رسول اکرم و شرقی- غربی ولایت و کسری با عملکرد دو طرفه و به ترتیب ۳، ۳ و ۱ خط عبوری در هر جهت و خیابان شرقی-غربی مینا با علکرد یکطرفه با ۱ خط عبوری وجود دارند.

۲-۵- تعیین کریدورهای اصلی دسترسی با حمل و نقل همگانی به ایستگاه و بررسی اثرات سیستم یکپارچه حمل و نقل همگانی بر آن

جهت تعیین کریدورهای اصلی دسترسی با حمل و نقل همگانی به هر ایستگاه و همچنین بررسی اثرات سیستم یکپارچه حمل و نقل همگانی بر ایستگاه‌ها، ضمن بررسی نوع ایستگاه مترو از لحاظ تبادلی و غیر تبادلی بودن، وجود پایانه یا ایستگاه اتوبوسرانی، پایانه یا ایستگاه اتوبوس تندرو و پایانه یا ایستگاه تاکسی در آلبوم ارائه شده در پیوست گزارش، مورد بررسی قرار گرفته است. به طور مثال در شکل ۲-۳ محدوده ایستگاه اتوبوس با خط قهوه‌ای و ایستگاه تاکسی با خط قرمز مشخص شده است. آلبوم تصاویر ایستگاه‌های مترو غرب بازدید شده به همراه تمام مشخصات جمع آوری شده در ایستگاه در پیوست این گزارش ارائه شده است.

۲-۶- تعیین حوزه نفوذ ایستگاه‌ها

دسترسی به امکانات حمل و نقلی و توسعه‌ی ناحیه‌های شهری ارتباط متقابل و تنگاتنگی دارند. دسترسی مناسب‌تر، گزینه‌های بیشتر جابه‌جایی و کاهش هزینه‌های حمل و نقل از جمله عوامل مؤثر در جذابیت و توسعه‌ی مناطق است. در نتیجه، ایجاد دسترسی به حمل و نقل همگانی می‌تواند به عنوان یکی از فرصت‌های مناسب جهت توسعه و پویایی مناطق شهری و افزایش کیفیت ناحیه‌های شهری به شمار آید. لذا با توجه به گسترش سامانه‌های حمل و نقل عمومی همچون مترو در مجموعه شهرهای غرب استان تهران ، آگاهی از تأثیرات ایستگاه‌های مترو بر کیفیت محیط مجاور در جهت برنامه‌ریزی و مکان‌یابی مناسب آن‌ها و بهره‌گیری از ظرفیت‌های بالقوه آن امری ضروری است.

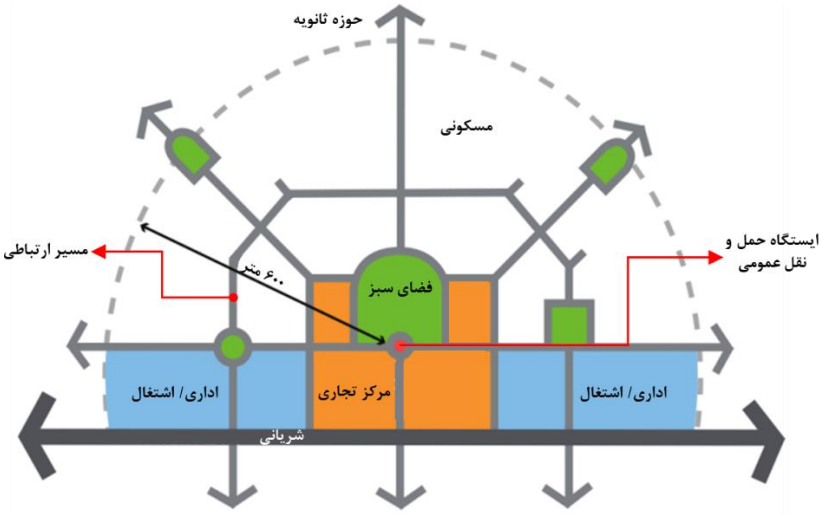
یک سیستم حمل و نقل کارا می‌تواند اثرات متفاوتی بر املاک و اراضی اطراف و نحوه‌ی استفاده از این اراضی بگذارد. این تأثیرات می‌تواند گاه به صورت نقطه‌ای در ایستگاه‌های حمل و نقل، گاه به صورت طولی در اطراف کریدورهای حمل و نقلی و در مواردی به صورت ترکیبی از این دو مشاهده شود. به طور کلی مترو از دو عنصر کالبدی خطوط و ایستگاه‌ها تشکیل شده است که نقش ایستگاه‌ها به سبب ارتباط نزدیک‌تری که با شهروندان و محیط جمعی دارند، پُررنگ‌تر است. اگرچه خطوط مترو از جنبه حمل و نقل و عملکرد جابه‌جایی حائز اهمیت است اما ایستگاه‌ها افزون بر جنبه حمل و نقلی، از نظر کالبدی و اثرات اجتماعی نیز مورد توجه قرار می‌گیرند. چنان که در مواردی ایستگاه‌های مترو با ایجاد یک مرکزیت عملکردی، نقش فضایی عمومی را ایفا می‌کنند. چنین ایستگاه‌هایی در ارتباط نزدیک با زندگی شهروندان خواهند بود و به لحاظ اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و هنری بر زندگی افراد تأثیر می‌گذارند. بنابراین می‌توان مهم‌ترین زمینه‌های تجربه فضا در ایستگاه‌ها را در سه جنبه عملکردی، روان‌شناختی و فرمی دسته بندی نمود. دورمیسویچ[۱] و ساریلدیز[۲] پژوهشگرانی بودند که در سال ۲۰۰۱، مطابق با جدول ۲-۱۹ چارچوب مفهومی ارزیابی فضاهای زیرزمینی را تشریح کردند.

[۱] Durmisevic
[۲] Sariyildiz

جدول ۱۹-۲ *چارچوب مفهوم ارزیابی کیفیت فضاهای زیرزمینی ایستگاهی [2]*

جنبه‌های عملکردی	جنبه‌های روان‌شناختی	جنبه‌های فرمی
○ چیدمان/ الگوهای اتصال ○ هم‌جواری ○ دسترسی پذیری ○ وضوح/ استمرار فضایی ○ صوتی ○ روشنایی ○ دمایی و رطوبت ○ کیفیت هوا	○ ایمنی ○ نظارت/ حضور مردم ○ رؤیت پذیری ○ راحتی ○ مسیریابی ○ جذابیت‌ها	○ مصالح/ رنگ ○ ساختمان‌ها و دیوارهای جداکننده ابعاد ○ موقعیت و طراحی مبلمان ○ علائم و نشانه‌ها

این در حالی است که در سال ۱۹۹۳، کالتورپ[7] ایده‌های خود را در خصوص توسعه حمل و نقل محور در محدوده اثر ایستگاه‌های حمل و نقلی مطابق با شکل ۲-۵ تشریح کرد. همان‌طور که در شکل ۲-۵ مشخص است، محدوده نفوذ ایستگاه به دو بخش اولیه و ثانویه تقسیم شده است. در بخش اولیه که در شعاع ۶۰۰ متری ایستگاه حمل و نقل عمومی قرار گرفته است، مرکز تجاری مرتبط با ایستگاه، فضاهای سبز و باز عمومی و بخش‌های اداری و مسکونی لکه‌گذاری شده است. هر چه از ایستگاه دورتر می‌شویم، تراکم این کاربری‌ها کمتر و به سهم شبکه معابر افزوده می‌شود. در واقع در ناحیه اولیه، نقش دسترسی و سهم عابرین پیاده مورد توجه است و در ناحیه ثانویه (شعاع بیش از ۶۰۰ متری) سهم حمل و نقل موتوری ارجح است.



شکل ۲-۵ *: ایده‌های کالتورپ در مورد توسعه ایستگاه‌های حمل و نقل [3]*

[7] Calthorpe

اگرچه ایستگاه مترو می‌تواند در ساده‌ترین حالت به صورت فضایی برای پیاده و سوار شدن مسافران طراحی شود، اما ظرفیت‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی ایستگاه در توسعه محیط پیرامونی سبب اهمیت یافتن نحوه طراحی و جانمایی ایستگاه‌ها در سطح شهر شده است. علاوه بر این باید به این نکته توجه داشت که هر اندازه ایستگاه‌های مترو با کیفیت بهتری طراحی و ساخته شوند، جذابیت آن‌ها برای مردم افزایش می‌یابد و در نتیجه، میزان استفاده و رضایت‌مندی مردم از این سیستم افزایش خواهد یافت. حوزه نفوذ یک ایستگاه دارای یک حد کاملاً مشخص و قطعی نیست، بلکه به صورت طیفی از شدت روابط بین ایستگاه و ویژگی‌های اطراف آن مطرح می‌گردد. نمونه‌ای از این ویژگی‌ها، شبکه معابر، کاربری‌ها، سایر سیستم‌های حمل و نقلی، پارکینگ و ... است. طبیعی است که هر چه از ایستگاه دورتر شویم، شدت این روابط کمتر شود. براساس اطلاعات مندرج در مطالعات سیسترا و نیز سایر مطالعات علمی پژوهشی صورت گرفته که بخشی از آن‌ها در گزارش‌های پیشین معرفی شد، محدوده اثر مستقیم یک ایستگاه مترو ۸۰۰ متر در نظر گرفته شده است.

بدیهی است هر چه مقیاس ایستگاه بزرگ‌تر باشد و اهمیت بیشتری برخوردار باشد، محدوده اثر غیر مستقیم بزرگ‌تری خواهد داشت. اما در یک تقسیم بندی کلی، حوزه نفوذ ایستگاه مترو که در آن محدوده تمامی شاخص‌های تدوین شده در مقیاس ایستگاه، از اعتبار و اهمیت کافی برخوردار باشد، معادل ۸۰۰ متر در نظر گرفته شده است. [۲]

همان‌طور که در ابتدای گزارش بدان اشاره شد، شناسایی حوزه نفوذ و مقیاس عملکردی ایستگاه یکی از گام‌های اساسی در روند تدقیق کریدورهای پیشنهادی در اسناد فرادست محسوب می‌گردد، که بزرگی حوزه نفوذ یک ایستگاه، تابعی از شاخص‌های دسترسی، حمل و نقل همگانی و غیرموتوری، ظرفیت تقاضای سفر و نوع و عملکرد ایستگاه است. از طرفی تقسیم بندی ایستگاه‌ها براساس تعداد مسافران و وسعت نظام دسترسی به ایستگاه مشخص کننده مقیاس عملکردی ایستگاه بوده و به چهار دسته محله‌ای، فرامحلی (ناحیه‌ای)، شهری و فراشهری (منطقه‌ای) تقسیم می‌شود.

۲-۷- تعیین مقیاس عملکردی ایستگاه‌ها

مطابق با اسناد ارائه شده در متن شرح خدمات قرارداد حاضر، تقسیم بندی ایستگاه‌ها براساس تعداد مسافران و وسعت نظام دسترسی به ایستگاه مشخص کننده مقیاس عملکردی ایستگاه بوده و به چهار دسته محله‌ای، فرامحلی (ناحیه‌ای)، شهری و فراشهری (منطقه‌ای) مطابق با جدول ۲-۲۰ تقسیم می شود. با بررسی‌های انجام گرفته مشخص شده است که تمامی ایستگاه‌های کریدور ریلی غرب استان تهران دارای مقیاس عملکردی فراشهری هستند. ایستگاه‌های با عملکرد فراشهری، امکان جابجایی برون شهری را برای مسافران فراهم می‌کنند و نیازمند ایجاد دسترسی به سایر خطوط حمل و نقل همگانی و ارتباط با پایانه‌های حمل و نقل برون شهری هستند. همانطور که پیش تر در این گزارش اشاره شد، براساس تجربه بهره‌برداری از سایر ایستگاه‌های فراشهری، در این ایستگاه‌ها شیوه‌های دسترسی سواره نقش بسیار پررنگ‌تری در مقایسه با شیوه‌های دسترسی پیاده و دوچرخه دارند.

جدول ۲-۲۰ : *دسته بندی مقیاس عملکردی ایستگاه‌ها*

مقیاس ایستگاه	توضیحات
محلی	عمده تقاضا از طریق دسترسی پیاده تأمین می‌شود.
فرامحلی (ناحیه‌ای)	عمده تقاضا از طریق دسترسی پیاده و سواره از ناحیه‌های اطراف ایستگاه تأمین می‌شود.
شهری	عمده تقاضا از طریق دسترسی پیاده و سواره از تمام شهر یا سایر خطوط حمل و نقل همگانی تأمین می‌شود.
فراشهری (منطقه‌ای)	عمده تقاضا از طریق دسترسی پیاده و سواره از تمام شهر یا سایر خطوط حمل و نقل همگانی و ارتباط با پایانه‌های حمل و نقل برون شهری و حومه شهر تهران در محدوده کریدور تأمین می‌شود.

فصل ۳: تعیین گستره مکانی ایستگاه‌ها از منظر مطالعات ترافیک

مقدمه

تعیین گستره مکانی ایستگاه یکی از گام‌های اساسی در روند تدقیق کریدورهای پیشنهادی در اسناد فرادست محسوب می‌گردد. گستره مکانی ایستگاه محدوده‌ای است که جانمایی ایستگاه در آن، سبب تحقق ارتباط مناسب ایستگاه با محدوده پیش بینی شده برای حوزه نفوذ آن، می‌گردد. شایان ذکر است مقیاس عملکردی ایستگاه‌ها، به عنوان یکی از مهم‌ترین ورودی‌های این مرحله، در گزارش‌های پیشین (تعیین حوزه نفوذ ایستگاه‌ها از منظر مطالعات ترافیک) تعیین گردیده است.

به منظور پیشنهاد مکانی مناسب جهت جانمایی ایستگاه که اهداف ترافیکی آن را محقق نماید، شاخص‌ها و معیارهای مختلفی همچون شرایط شبکه معابر، تأثیر ایستگاه بر شبکه معابر پیرامون، کاربری‌های مهم اطراف آن و پتانسیل ایجاد سفر کاربری‌های اطراف ایستگاه تأثیرگذار هستند. در این گزارش ابتدا شاخص‌ها و معیارهای تأثیرگذار بر تعیین گستره مکانی ایستگاه‌ها مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرند، سپس گستره مکانی ایستگاه از منظر حمل و نقل و ترافیک پیشنهاد می‌شود. در نهایت با توجه به گستره مکانی ایستگاه‌ها، پیشنهادهایی برای شیوه دسترسی، پارک سوار، پارکینگ دوچرخه و پارکینگ‌ها با توجه به ظرفیت‌های موجود در اطراف ایستگاه، ارائه شده است.

شایان ذکر است به پیوست گزارش حاضر، یک آلبوم شامل نقشه معابر، نقشه کاربری‌ها و عکس هوایی محدوده اطراف ایستگاه آماده گردیده است که خروجی‌های بخش‌های مختلف این گزارش به تفکیک ایستگاه در آن آورده شده است. برای نیل به اهداف تعیین شده، گزارش پیش رو در بخش‌های زیر تدوین گردیده است:

- شاخص‌های مکان‌یابی ایستگاه‌ها.
- شاخص‌های دسترسی (سواره و پیاده) به ایستگاه‌ها.
- کاربری‌های پر تقاضا در حوزه نفوذ ایستگاه‌ها.
- تعیین اولویت دسترسی کاربری‌های مهم به ایستگاه‌ها.
- تعیین کفایت معابر/ تقاطع‌ها برای جانمایی ایستگاه‌ها.
- تعیین گستره مکانی ایستگاه‌ها.
- پیشنهاد شیوه‌های دسترسی به ایستگاه‌ها (سواره و پیاده و دوچرخه).
- پیشنهاد مقدماتی پارک سوار، پارک دوچرخه و پارکینگ‌ها در محدوده ایستگاه‌ها.

در ادامه گزارش به تفصیل به هر یک از بخش‌های فوق پرداخته شده است.

۳-۱- شاخص‌های مکان‌یابی ایستگاه‌ها

سیستم حمل و نقل ریلی شهری به دلیل مزایای فراوان مانند مصرف انرژی کمتر، ایمنی بیشتر، حمل انبوه مسافر و سازگاری با محیط‌زیست از جایگاهی ویژه در صنعت حمل و نقل برخوردار است. اما در برخی موارد به علت مکان‌یابی نامناسب ایستگاه‌ها، عملکرد ایستگاه مطلوب نخواهد بود و در نتیجه عملکرد شبکه مترو تحت تأثیر قرار خواهد گرفت. بنابراین با توجه به اهمیت بسیار زیاد شبکه مترو و هزینه احداث بسیار سنگین آن، لازم است در مکان‌یابی ایستگاه‌های آن، شاخص‌ها و معیارهای مختلفی در نظر گرفته شود.

در صورتی که تمامی عوامل تأثیرگذار بر کارایی شبکه مترو به صورت صحیح و هماهنگ با هم طراحی شوند، می‌توان انتظار کارایی بیشتری از آن داشت. شایان ذکر است مکان‌یابی ایستگاه‌های مترو به عنوان یکی از مهم‌ترین این عوامل شناخته می‌شود، زیرا تبادل مسافر در این نقاط صورت می‌پذیرد. از این‌رو جانمایی ایستگاه باید به نحوی باشد که ایستگاه دارای حداکثر دسترسی (با شیوه‌های مختلف همچون پیاده، دوچرخه، سواری شخصی، تاکسی و همگانی) و حداکثر پوشش کاربری‌های مهم و پر تقاضا باشد. در جدول ۳-۱ عوامل مؤثر در مکان‌یابی ایستگاه‌های قطار شهری از جنبه‌های مهندسی، اقتصادی، حمل و نقلی، اجتماعی و زیست محیطی به طور کلی و اجمالی ارائه شده است [٤]. بدیهی است با توجه به شرح وظایف این مشاور، در گزارش پیش‌رو جنبه‌های حمل و نقلی در مکان‌یابی ایستگاه‌های مترو بررسی می‌گردد.

جدول ۳-۱: *عوامل مؤثر در مکان‌یابی ایستگاه‌های قطار شهری [4]*

موضوع	عوامل مؤثر
مهندسی	○ ویژگی‌های زمین‌شناسی محدوده و تراز بندی زمین ○ سهولت اجرا و قابلیت توسعه خطوط و تأسیسات موجود در ایستگاه
اقتصادی	○ بازده سرمایه ○ ارزش خالص فعلی ○ هزینه‌های ساخت ○ کمینه‌سازی نیاز به مالکیت زمین
حمل و نقلی	○ بیشینه کردن دسترسی به نواحی ○ بیشینه‌سازی اتصال نواحی ○ بیشینه‌سازی ارتباط با مراکز جاذب سفر ○ بیشینه‌سازی ارتباط با سایر سیستم‌های حمل و نقل
اجتماعی	○ کمینه‌سازی تأثیرات منفی اجتماعی ○ خدمت‌رسانی به مناطق محروم
زیست محیطی	○ نگهداری از مناطق محافظت شده زیست محیطی ○ کمینه‌سازی تجاوز به مناطق حساس و بافت‌های فرسوده ○ کمینه‌سازی آلودگی‌های زیست محیطی ○ کمینه‌سازی مصرف سوخت

از آنجا که در گزارش پیش‌رو به موضوع مکان‌یابی ایستگاه‌های خطوط جدید مترو غرب استان تهران از منظر مطالعات حمل و نقل و ترافیک پرداخته می‌شود، لازم است دسته بندی‌ای جهت تعریف شاخص‌های متناسب با مطالعه حاضر ارائه گردد، زیرا در مطالعات ترافیک معیارهای بخش‌های مختلف جدول ۳-۱ تأثیرگذار می‌باشند. از این‌رو دسته بندی مورد استفاده در این گزارش به شرح زیر است:

- دسترسی.
- حمل و نقل همگانی.
- حمل و نقل غیر موتوری (انسان محور).
- ظرفیت تقاضای سفر.
- عملکرد سیستم.
- عوامل فنی و اقتصادی.

با توجه به این‌که شاخص‌های مورد نظر در شاخه‌های حمل و نقل همگانی، حمل و نقل غیر موتوری و ظرفیت تقاضای سفر، در تعیین حوزه نفوذ ایستگاه‌ها نیز مؤثر هستند و این شاخص‌ها به تفصیل در بند پیشین گزارش مطالعات با عنوان شاخص‌های مؤثر در تعیین حوزه نفوذ ایستگاه مورد بررسی قرار گرفته‌اند، در این قسمت به منظور عدم تکرار مطالب، صرفاً به طور خلاصه در جدول ۳-۲ آورده شده‌اند.

جدول ۳-۲ : *شاخص‌های مؤثر در مکان‌یابی ایستگاه (شاخص‌های مشترک با تعیین حوزه نفوذ ایستگاه)*

موضوع (شاخه)	شاخص اصلی	زیر شاخص
حمل و نقل همگانی	طول خطوط حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه	○ طول خطوط مترو ○ طول خطوط اتوبوس تندرو ○ طول خطوط اتوبوس عادی ○ طول خطوط تاکسی
حمل و نقل غیر موتوری (انسان‌محور)	تسهیلات دوچرخه سواری پیرامون ایستگاه	○ مجموع طول مسیرهای دوچرخه سواری در محدوده ایستگاه (در شعاع ۶۰۰ متر)
	تسهیلات پیاده‌روی پیرامون ایستگاه	○ مجموع مساحت پیاده‌روهای منتهی به ایستگاه (در شعاع ۶۰۰ متر) ○ مجموع مساحت پیاده راه‌های منتهی به ایستگاه (در شعاع ۶۰۰ متر)
ظرفیت تقاضای سفر	کاربری‌های پیرامون ایستگاه	○ کاربری‌های مولد یا جاذب سفر (مراکز تجاری، اداری، فرهنگی، آموزشی و...) ○ کاربری‌های خاص (اماکن مذهبی، استادیوم ورزشی، مراکز تفریحی، مراکز درمانی، پایانه برون شهری، ایستگاه راه آهن، فرودگاه و...)
	ویژگی‌های جمعیتی پیرامون ایستگاه	○ تراکم جمعیتی پیرامون ایستگاه ○ میزان تولید و جذب سفر نواحی ترافیکی پیرامون ایستگاه

۱-۱-۳- عملکرد سیستم

انتخاب مکان مناسب برای ایستگاه‌های یک خط مترو با عملکرد مطلوب آن خط، ارتباط مستقیم و تنگاتنگی دارد، زیرا امکان تبادل سفر در یک خط مترو تنها در ایستگاه‌های آن میسر خواهد بود و چنانچه محل این ایستگاه‌ها مناسب نباشد، چندان مطلوبیتی برای جذب سفر نخواهند داشت. شایان ذکر است ایستگاه‌های مترو برخلاف ایستگاه‌های اتوبوس که در سطح زمین بوده و به راحتی قابل جابه‌جایی هستند، سازه‌های دائمی بوده و با سرمایه‌گذاری بسیار زیاد احداث می‌شوند و تأثیر زیادی بر محیط اطراف خود می‌گذارند و از همه مهم‌تر قابلیت جابه‌جایی ندارند. ایستگاه‌های حمل و نقل ریلی یک ایستگاه معمولی نیستند بلکه به عنوان مکانی برای فعالیت‌های مختلف، پتانسیل توسعه فرامحله‌ای و حتی منطقه‌ای را دارا هستند. به دنبال ساخت ایستگاه‌های مترو، زمین‌های اطراف دارای ارزش افزوده شده و نوع و ترکیب کاربری‌ها در این محدوده تغییر می‌کند. در واقع برنامه‌ریزی برای پیش بینی فضاها و عناصر شهری، منجر به ساماندهی فضاهای اطراف ایستگاه‌های مترو، ارتقای هویت شهری این فضاها، بهبود کیفیت محیط شهری، افزایش میزان استفاده از مترو، ایمنی و راحتی بیشتر، صرفه‌جویی در زمان و مصرف انرژی، کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و اثرات مثبت اقتصادی می‌شود.

ایستگاه مترو به عنوان عنصری جدید در عرصه فیزیکی شهر فضایی را در برمی‌گیرد که در ساده‌ترین حالت، می‌تواند به یک یا چند ورودی و خروجی محدود شود. اما از آنجا که هریک از این ایستگاه‌ها به تدریج بر محدوده‌ای از محیط پیرامون خود از جهات مختلف تأثیر می‌گذارند، امروزه در برنامه‌ریزی‌های توسعه‌ای ایستگاه‌ها، با توجه به ویژگی‌های عملکردی و مزیت‌هایشان، با محدوده‌ی پیرامون به صورت مجموعه‌ای واحد و هماهنگ و دارای روابط و تأثیرات متقابل در نظر گرفته می‌شوند. در واقع سامانه‌های حمل و نقل همگانی در تحقق راهبرد توسعه پایدار در شهرها، نقشی اساسی و محوری دارند. ایده ساخت مجتمع‌های ایستگاهی بر همین اساس به وجود آمده است و محدوده اطراف ایستگاه مترو باید پتانسیل لازم برای تغییر کاربری به منظور تحقق شاخص‌های توسعه پایدار را داشته باشد.

علاوه بر این، تعداد و توزیع ایستگاه‌ها در امتداد خطوط مترو بر پارامترهای عملکردی خط مترو شامل سرعت، زمان سفر مسافران، راحتی مسافران و... تأثیر می‌گذارد. بر این اساس، مکان‌یابی صحیح و دقیق ایستگاه‌های مترو، بخش مهمی از برنامه‌ریزی و طراحی خطوط سیستم مترو است.

بنابراین با بررسی‌های انجام شده در خصوص عملکرد سیستم، معیارهای مورد نظر جهت تعیین شاخص بهینه سازی عملکرد خط مترو به شرح زیر است:

- کمترین زمان سفر برای مسافران.
- بیشترین سطح پوشش ممکن.
- بیشترین جذب مسافر.
- فاصله بین ایستگاه‌های مجاور.

۱-۱-۱-۳- کم‌ترین زمان سفر برای مسافران

به حداقل رساندن کل زمان سفر مسافران مترو یکی از مهم‌ترین اهداف طراحی و برنامه‌ریزی خطوط مترو است، زیرا مهم‌ترین عاملی که می‌تواند مانع استفاده مسافران از این سیستم شود، افزایش زمان سفر مسافران در مقایسه با سایر شیوه‌های حمل و نقل است. تحقیقات متعددی در خصوص رابطه بین تعداد و فواصل بهینه ایستگاه‌های مترو و زمان سفر مسافران این سیستم انجام شده است. زمان سفر مسافران در سیستم‌های حمل و نقل عمومی مانند مترو شامل دو بخش اصلی به شرح زیر است:

- مدت زمان مورد نیاز برای دسترسی به ایستگاه‌ها.
- زمان انتظار برای رسیدن قطار به ایستگاه و زمان سفر در داخل قطار.

تعداد و فاصله ایستگاه‌ها در خطوط مترو بر هر دو بخش مذکور تأثیر می‌گذارد. تعداد ایستگاه‌های یک خط در یک فاصله معین با شاخص تراکم ایستگاه که شامل تعداد ایستگاه در هر کیلومتر خط است، بررسی و تحلیل می‌شود. هر چه تعداد ایستگاه‌ها در یک خط مترو بیشتر باشد، از یک طرف با توجه به تراکم بالای ایستگاه‌ها، مدت زمان مورد نیاز برای دسترسی به ایستگاه‌ها کمتر بوده ولی از طرف دیگر با توجه به لزوم توقف قطارها در تعداد ایستگاه‌های بیشتر، زمان انتظار برای رسیدن قطار به ایستگاه و زمان سفر در داخل قطار افزایش می‌یابد. لذا تعیین تعداد و فواصل بهینه ایستگاه‌های خطوط مترو از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

۲-۱-۱-۳- بیش‌ترین سطح پوشش ممکن

بیشینه کردن سطح پوشش، یکی از مهم‌ترین اهداف در طراحی شبکه و خطوط مترو است، زیرا استفاده بیشتر از خطوط مترو با توانایی مسافران برای دسترسی آسان به ایستگاه‌های آن رابطه مستقیم دارد. بدیهی است هر چه تراکم ایستگاه‌های مترو در یک محدوده مشخص بیشتر گردد، پوشش آن نیز افزایش خواهد یافت. بر این اساس، هر چه تعداد ایستگاه‌های یک خط بیشتر باشد، سطح پوشش آن خط نیز بیشتر خواهد بود. اما لازم به ذکر است که تعداد ایستگاه‌ها اگر بیش از اندازه زیاد باشد، علاوه بر افزایش هزینه ساخت خط، منجر به اُفت کارایی ناوگان به دلیل توقف‌های بیش از حد خواهد شد.

۳-۱-۱-۳- بیش‌ترین جذب سفر

ایجاد سفر یک ناحیه شامل دو بخش کلی تولید و جذب سفر می‌گردد. بدیهی است برخی نواحی دارای تولید سفر زیاد و جذب سفر کم (همانند مناطق و شهرک‌های مسکونی با تراکم زیاد)، برخی نواحی دارای جذب سفر قابل توجه و تولید سفر نه چندان زیاد (مثل محدوده بازار تهران) و در نهایت برخی دیگر از نواحی دارای تولید و جذب نسبتاً یکسانی (همانند مناطق با ترکیب کاربری‌های مسکونی، تجاری و...) هستند. از این رو جانمایی ایستگاه مترو باید در محلی باشد که دارای بیشترین پتانسیل ایجاد سفر است تا بتواند تعداد مسافران بیشتری را سرویس‌دهی نماید.

۴-۱-۱-۳- فاصله بین ایستگاه‌های مجاور

رعایت حداقل و حداکثر فاصله بین دو ایستگاه مجاور، یکی از شاخص‌های مهم در مکان‌یابی ایستگاه‌های مترو است. به صورت کلی توصیه می‌شود فاصله بین دو ایستگاه مجاور قطار حومه‌ای، کمتر از ۱۲۰۰ متر و بیشتر از ۴۵۰۰ متر نباشد [۵]. در صورتی که فاصله ایستگاه‌های مترو از هم کم (کمتر از ۱۲۰۰ متر) باشد، علاوه بر تداخل بسیار زیاد حوزه نفوذ ایستگاه‌ها، باعث افزایش توقف‌های مترو در طول خط و در نتیجه افزایش زمان سفر مسافران و کاهش مطلوبیت استفاده از مترو خواهد شد. همچنین در صورتی که فاصله ایستگاه‌های مترو از هم زیاد (بیشتر از ۴۵۰۰ متر) باشد، پوشش شبکه مترو کاهش پیدا کرده و دسترسی به ایستگاه‌ها سخت‌تر می‌شود. به علاوه، در برخی از روش‌های برق‌رسانی به ناوگان مترو با افزایش فاصله ایستگاه‌ها از هم، این سیستم تحت فشار قرار گرفته و در نتیجه به عملکرد آن آسیب خواهد رسید.

۲-۱-۳- عوامل فنی و اقتصادی

همان‌گونه که قبلاً اشاره شد، در مکان‌یابی ایستگاه‌های مترو علاوه بر عوامل ترافیکی، عوامل فنی و اقتصادی نیز نقش به‌سزایی دارند. با بررسی‌های انجام شده، معیارهای مورد نظر جهت تعیین شاخص محدودیت‌های فنی و اقتصادی به شرح زیر است:

- هزینه ساخت ایستگاه و تملک زمین.
- هماهنگی با سیاست‌های کاربری زمین در محدوده ایستگاه.

۱-۲-۱-۳- هزینه ساخت ایستگاه و تملک زمین

ساخت ایستگاه‌های مترو فرآیندی پرهزینه و زمان‌بر است. مطابق بررسی‌های انجام شده، هزینه ساخت یک کیلومتر خط مترو به طور متوسط حدود ۵۰ میلیون دلار برآورد می‌شود. با توجه به این‌که ایستگاه‌های مترو در نقاط حساس شهر مانند چهارراه‌ها، تقاطع‌ها، خیابان‌های اصلی و نقاط مهم قرار دارند، بنابراین در کنار ساخت مترو باید هزینه تملک زمین و ساخت ایستگاه نیز پرداخت شود. بر این اساس مکان‌یابی ایستگاه‌های مترو در نقاطی که با وجود بیشترین کارایی، نیاز به هزینه تملک کمتری داشته باشند، امری ضروری است.

۲-۲-۱-۳- هماهنگی با سیاست‌های کاربری زمین در محدوده ایستگاه

یکی از موارد مهمی که در مکان‌یابی ایستگاه‌های مترو باید مد نظر قرار گیرد، هماهنگی سیاست‌های کاربری زمین با موقعیت مورد نظر برای احداث ایستگاه مترو و توسعه‌های آتی مورد نیاز آن است. بر این اساس، جانمایی ایستگاه‌های مترو در بافت‌های متراکم، مختلط و پر تقاضای شهری در اولویت خواهد بود. این محدوده‌ها، در وضع موجود نیز دارای جذابیت برای سکونت و فعالیت بوده و مطابق با سیاست‌های کاربری زمین، ظرفیت توسعه و تغییر کاربری‌ها در آن‌ها وجود دارد. بدیهی است برای پیشنهاد محل مناسب برای جانمایی ایستگاه باید طرح‌های توسعه آتی نیز در نظر گرفته شود.

در انتها برای جمع بندی بهتر این بخش از گزارش، شاخص‌های مورد استفاده برای تعیین گستره مکانی ایستگاه‌ها (به جز شاخص‌های دسترسی که در بخش بعدی گزارش توضیح داده می‌شود) در قالب جدول ۳-۳ ارائه شده است.

جدول ۳-۳ : *شاخص‌های پیشنهادی تعیین گستره مکانی ایستگاه‌های مترو*

موضوع (شاخه)	شاخص اصلی	زیر شاخص
حمل و نقل همگانی	طول خطوط حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه	○ طول خطوط مترو ○ طول خطوط اتوبوس تندرو ○ طول خطوط اتوبوس عادی ○ طول خطوط تاکسی
حمل و نقل غیر موتوری (انسان محور)	تسهیلات دوچرخه سواری پیرامون ایستگاه	○ مجموع طول مسیرهای دوچرخه سواری در محدوده ایستگاه (در شعاع ۶۰۰ متر)
	تسهیلات پیاده‌روی پیرامون ایستگاه	○ مجموع مساحت پیاده‌روهای منتهی به ایستگاه (در شعاع ۶۰۰ متر) ○ مجموع مساحت پیاده راه‌های منتهی به ایستگاه (در شعاع ۶۰۰ متر)
ظرفیت تقاضای سفر	کاربری‌های پیرامون ایستگاه	○ کاربری‌های مولد یا جاذب سفر (مراکز تجاری، اداری، فرهنگی، آموزشی و...) ○ کاربری‌های خاص (اماکن مذهبی، استادیوم ورزشی، مراکز تفریحی، مراکز درمانی، پایانه برون شهری، ایستگاه راه آهن، فرودگاه و...)
	ویژگی‌های جمعیتی پیرامون ایستگاه	○ تراکم جمعیتی پیرامون ایستگاه ○ میزان تولید و جذب سفر نواحی ترافیکی پیرامون ایستگاه
عملکرد سیستم	بهینه‌سازی عملکرد خط مترو	○ کمترین زمان سفر برای مسافران ○ بیشترین سطح پوشش ممکن ○ بیشترین جذب مسافر ○ فاصله ایستگاه‌های مجاور
عوامل فنی و اقتصادی	محدودیت‌های فنی و اقتصادی	○ هزینه ساخت ایستگاه و تملک زمین ○ هماهنگی با سیاست‌های کاربری زمین در محدوده ایستگاه

۳-۲- شاخص‌های دسترسی (سواره و پیاده) به ایستگاه‌ها

در این بخش از گزارش شاخص‌های دسترسی به ایستگاه مترو در سه بخش وسیله نقلیه شخصی، حمل و نقل همگانی و حمل و نقل غیر موتوری مورد بررسی قرار گرفته است. شایان ذکر است در تعیین این شاخص‌ها، شیوه مترو مد نظر قرار نگرفته و فرض بر آن بوده که دسترسی به یک ایستگاه مترو از طریق شیوه‌هایی غیر از خود مترو تأمین خواهد شد. لذا این شاخص‌ها برای وسایل نقلیه شخصی، حمل و نقل همگانی شامل سامانه اتوبوس تندرو، اتوبوس عادی، تاکسی و حمل و نقل غیر موتوری شامل تسهیلات دوچرخه سواری و پیاده‌روی مورد بررسی قرار گرفت.

۱-۲-۳- معرفی شاخص‌های دسترسی

ایجاد دسترسی مطلوب نقش مهمی در افزایش تقاضای ایستگاه دارد. از این‌رو شاخص‌های دسترسی در جدول ۳-۴ بر اساس سه دسته کلی خودروی شخصی، حمل و نقل همگانی و حمل و نقل انسان محور آورده شده‌اند.

جدول ۴-۳ : *شاخص‌های دسترسی*

موضوع	شاخص اصلی	زیر شاخص
دسترسی با وسیله نقلیه شخصی	دسترسی به ایستگاه با خودروی شخصی	○ رده عملکردی معابر ○ یک‌طرفه یا دوطرفه بودن معابر ○ وضعیت پارکینگ حاشیه‌ای و غیر حاشیه‌ای ○ مجموع طول شبکه معابر در محدوده ایستگاه (در شعاع ۶۰۰ متر)
دسترسی با حمل و نقل همگانی	تعداد ایستگاه‌های حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه	○ تعداد ایستگاه‌های اتوبوس تندرو[۱] ○ تعداد ایستگاه‌های اتوبوس عادی ○ تعداد ایستگاه‌های تاکسی
دسترسی با حمل و نقل همگانی	تعداد خطوط حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه	○ تعداد خطوط اتوبوس تندرو ○ تعداد خطوط اتوبوس عادی ○ تعداد خطوط تاکسی
	طول خطوط حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه	○ طول خطوط اتوبوس تندرو ○ طول خطوط اتوبوس عادی ○ طول خطوط تاکسی
	سایر تسهیلات حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه	○ خط ویژه اتوبوس ○ پایانه اتوبوسرانی ○ پارک سوار ○ پایانه تاکسی
دسترسی حمل و نقل غیر موتوری (انسان‌محور)	تسهیلات دوچرخه سواری پیرامون ایستگاه	○ مجموع طول مسیرهای دوچرخه سواری در محدوده ایستگاه (در شعاع ۶۰۰ متر) ○ تعداد خانه دوچرخه یا رک هوشمند
	تسهیلات پیاده‌روی پیرامون ایستگاه	○ مجموع مساحت پیاده‌روهای منتهی به ایستگاه (در شعاع ۶۰۰ متر) ○ مجموع مساحت پیاده راه‌های منتهی به ایستگاه (در شعاع ۶۰۰ متر) ○ تأمین دسترسی به کاربری‌های پر تقاضای اطراف ایستگاه

[۱] BRT Stations

در ادامه گزارش شاخص‌های دسترسی معرفی شده در جدول ۳-۴ به تفصیل مورد بررسی قرار گرفته می‌شوند.

۱-۱-۲-۳- دسترسی به ایستگاه با خودروی شخصی

با بررسی‌های انجام شده، معیارهای مورد نظر جهت تعیین شاخص دسترسی به ایستگاه با خودروی شخصی به شرح زیر است:

- رده عملکردی معابر.
- یک‌طرفه یا دوطرفه بودن معابر.
- وضعیت پارکینگ حاشیه‌ای و غیر حاشیه‌ای.
- مجموع طول شبکه معابر در محدوده ایستگاه.

۱-۱-۱-۲-۳- رده عملکردی معابر

معابر از زیر ساخت‌های اصلی در سیستم حمل و نقل و ترافیک بوده و هر معبر دارای جایگاه و عملکرد خاصی در ساختار شبکه معابر است. جایگاه و عملکرد هر معبر با توجه به ویژگی‌های معبر، موقعیت قرارگیری در شبکه معابر و نیز ویژگی‌های معابر متصل به این معبر تعیین خواهد شد. یک عامل مهم در رده بندی معابر شهری نقش آن‌ها در شبکه معابر است. منظور از نقش معبر، سهم معبر در تأمین دسترسی، جابه‌جایی و نقش اجتماعی است. معابر معمولاً بیش از یک نقش را بر عهده می‌گیرند و بعضی از این نقش‌ها با یکدیگر در تعارض هستند. سه نقش جابه‌جایی، دسترسی(در اینجا به معنای ورود و خروج صرف) و اجتماعی در رده بندی معابر شهری مورد توجه واقع می‌گردد.

به طور کلی، هر چه رده عملکردی معابر منتهی به ایستگاه مترو بالاتر باشد (معابر با رده عملکردی بزرگراهی و شریانی)، مقیاس عملکردی ایستگاه ارتقا یافته (ایستگاه فرامحلی یا منطقه‌ای) و میزان دسترسی بهبود خواهد یافت. قرارگیری ایستگاه‌های در معابر با رده عملکردی پایین‌تر امکان ایجاد زیر ساخت‌های جدید حمل و نقل همگانی را کاهش می‌دهد و دسترسی سخت‌تر و جذب مسافر کمتری را سبب خواهد شد. شایان ذکر است قرارگیری ایستگاه در کنار معابر بزرگراهی درصورتی که بتوان تسهیلات مناسب برای خودروی شخصی و حمل و نقل همگانی ارائه نمود، می‌تواند مناسب باشد.

۲-۱-۱-۲-۳- یک‌طرفه یا دوطرفه بودن معابر

جهت حرکتی معابر منتهی به ایستگاه‌های مترو نیز از معیارهای مهم جهت تعیین میزان دسترسی با خودروی شخصی به ایستگاه‌های مترو است. معابر با عملکرد دوطرفه امکان دسترسی بیشتری را برای وسایل نقلیه شخصی فراهم می‌کنند در حالی که در معابر یک‌طرفه امکان دسترسی وسایل نقلیه محدودتر است، قرارگیری ورودی‌های مترو در خیابان‌های دوطرفه امکان دسترسی بیشتر و راحت‌تر برای وسایل نقلیه عمومی و شخصی را فراهم می‌سازد. در صورت قرارگیری ورودی و خروجی یک ایستگاه در خیابان یک‌طرفه عملیات سوار و پیاده شدن مسافران از شیوه‌های حمل و نقل عمومی با تداخل مواجه خواهد شد.

۳-۱-۱-۲-۳- وضعیت پارکینگ حاشیه‌ای و غیر حاشیه‌ای

میزان دسترسی به پارکینگ و هزینه آن، عامل مهم و تعیین کننده‌ای در انتخاب وسیله سفر توسط کاربران است. می‌توان با تأمین پارکینگ مورد نیاز خودروهای شخصی در اطراف ایستگاه‌های مترو، امکان تبادل سفر و استفاده از مترو برای ادامه سفر را فراهم نمود ولی از جنبه دیگر، این موضوع می‌تواند مشوق استفاده از خودروی شخصی باشد بنابراین تأمین پارکینگ در ایستگاه‌های پایانه‌ای و تبادلی خطوط حمل و نقل ریلی نقش مهم‌تری در جذب مسافران در مقایسه با ایستگاه‌های عادی دارد. در صورت وجود تسهیلات پارکینگ در محدوده یک ایستگاه مترو، مقیاس عملکردی ایستگاه ارتقا یافته و حوزه نفوذ ایستگاه وسیع‌تر خواهد شد. تأمین پارکینگ غیر حاشیه‌ای اولویت بیشتری نسبت به تأمین پارکینگ حاشیه‌ای دارد. ایجاد پارکینگ حاشیه‌ای در اطراف ایستگاه‌های مترو با توجه به احتمال استفاده طولانی از پارک حاشیه‌ای در طول روز سبب ایجاد تقاضای پارک دوبل و اختلال در روند عبور و مرور در سطح سواره‌رو خواهد شد.

۴-۱-۱-۲-۳- مجموع طول شبکه معابر در محدوده ایستگاه

تراکم معابر و مسیرهای دسترسی با خودروی شخصی در یک شعاع مشخص از ایستگاه مترو (بر اساس نتایج مطالعات بازنگری طرح جامع ریلی تهران توسط مشاورین سیسترا و گنو این محدوده برابر با ۸۰۰ متر در نظر گرفته شده است) نقش مهمی در تعیین میزان دسترسی با خودروی شخصی به ایستگاه مترو دارد. بر این اساس، هر چه مجموع طول معابر منتهی به ایستگاه مترو در این شعاع مشخص بیشتر باشد، امکان دسترسی با خودروی شخصی به ایستگاه مترو نیز بیشتر خواهد بود.

۲-۲-۳- حمل و نقل همگانی

وضعیت دسترسی ایستگاه‌های مترو به انواع سیستم‌های حمل و نقل همگانی در میزان استفاده از آن مؤثر است. برای یک ایستگاه مترو، فراهم بودن امکان دسترسی و تبادلات بین شیوه‌های مختلف حمل و نقل همگانی (اتوبوس تندرو، اتوبوس معمولی و تاکسی)، احتمال تبادل سفر را افزایش می‌دهد. لذا هر چه این دسترسی بیشتر باشد، یک ایستگاه مترو جذاب‌تر خواهد بود. این شاخص، تابعی از تسهیلات حمل و نقل همگانی موجود در یک شعاع مشخص (۸۰۰ متری) از ایستگاه مورد نظر است. با بررسی‌های انجام شده، معیارهای مورد نظر جهت تعیین شاخص‌های حوزه نفوذ مرتبط با حمل و نقل همگانی، به شرح زیر است:

- تعداد ایستگاه‌های حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه.
- تعداد خطوط حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه.
- تسهیلات حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه.
- طول خطوط حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه.

۱-۲-۲-۳- تعداد ایستگاه‌های حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه

تعداد ایستگاه‌های حمل و نقل همگانی در محدوده ایستگاه مترو تأثیر مستقیمی بر میزان جذب مسافر و در دسترسی بهتر به ایستگاه دارد. بدیهی است چنانچه در نزدیکی یک ایستگاه مترو، ایستگاه‌های سایر شیوه‌های حمل و نقل همگانی قرار داشته باشند، امکان تبادل مسافر بین شیوه‌های مختلف حمل و نقل همگانی فراهم شده و جذب مسافر این ایستگاه افزایش خواهد یافت. از این‌رو معیارهای مورد نظر جهت تعیین شاخص تعداد ایستگاه‌های حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه به شرح زیر است:

- تعداد ایستگاه‌های اتوبوس تندرو.
- تعداد ایستگاه‌های اتوبوس عادی.
- تعداد ایستگاه‌های تاکسی.

۲-۲-۲-۳- تعداد خطوط حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه

علاوه بر تعداد ایستگاه‌های حمل و نقل همگانی، تعداد خطوط حمل و نقل همگانی در محدوده ایستگاه مترو نیز تأثیر قابل توجهی بر میزان جذب مسافر و در نتیجه تعیین حوزه نفوذ ایستگاه مترو دارد. با توجه به امکان استفاده از یک ایستگاه سیستم‌های حمل و نقل همگانی توسط چند خط مختلف با مبادی و مقاصد متفاوت، با در نظر گرفتن این شاخص، تنوع و تعداد خطوط عبوری از محدوده ایستگاه مترو مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. بنابراین چنانچه در نزدیکی یک ایستگاه مترو به طور مثال دو خط اتوبوس عادی قرار داشته باشد به دلیل مسیرهای متفاوت طی شده این دو خط تا ایستگاه، مسافران از مبادی مختلف به آن دسترسی خواهند داشت. بنابراین معیارهای مورد نظر جهت تعیین شاخص تعداد خطوط حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه به شرح زیر است:

- تعداد خطوط اتوبوس تندرو.
- تعداد خطوط اتوبوس عادی.
- تعداد خطوط تاکسی.

۳-۲-۲-۳- طول خطوط حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه

همانند تعداد ایستگاه‌ها و تعداد خطوط حمل و نقل همگانی، طول خطوط حمل و نقل همگانی در محدوده ایستگاه مترو نیز تأثیر مستقیمی در دسترسی به ایستگاه دارد. با توجه به این‌که ممکن است خطوط حمل و نقل همگانی عبوری از محدوده ایستگاه مترو فاقد ایستگاه در این محدوده باشند و همچنین طول و محدوده تحت پوشش خطوط مختلف عبوری در این محدوده متفاوت باشد، با در نظر گرفتن این شاخص، تراکم و سطح پوشش خطوط عبوری از محدوده ایستگاه مترو مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. با بررسی‌های انجام شده، معیارهای مورد نظر جهت تعیین شاخص طول خطوط حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه به شرح زیر است:

- طول خطوط اتوبوس تندرو.
- طول خطوط اتوبوس عادی.
- طول خطوط تاکسی.

۴-۲-۲-۳- سایر تسهیلات حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه

علاوه بر موارد ذکر شده فوق، وجود سایر تسهیلات حمل و نقل همگانی مانند پایانه‌های حمل و نقل همگانی در محدوده ایستگاه مترو نیز در دسترسی به ایستگاه مترو تأثیرگذار است. وجود خطوط ویژه اتوبوس یا پایانه اتوبوس ضمن ایجاد فضای اختصاصی برای کاربران از تداخلات عابرین پیاده با سطح سواره‌رو جلوگیری می‌کند. با بررسی‌های انجام شده، معیارهای مورد نظر جهت تعیین شاخص طول خطوط حمل و نقل همگانی پیرامون ایستگاه به شرح زیر است:

- خط ویژه اتوبوس.
- پایانه اتوبوس.
- پایانه تاکسی.
- پارک سوار.

۱-۴-۲-۲-۳- خط ویژه اتوبوس

خط ویژه اتوبوس، زیر ساخت اصلی و لازم برای ایجاد سامانه اتوبوس تندرو است. علاوه بر خطوط اتوبوس تندرو، در خیابان‌های یک‌طرفه نیز می‌توان مسیری ویژه و مجزا در خلاف جهت حرکت وسایل نقلیه برای تردد اتوبوس‌ها در نظر گرفت. بر این اساس با توجه به کاهش زمان سفر مسافران سیستم اتوبوسرانی در معابری که دارای خط ویژه هستند، وجود خط ویژه اتوبوس در معابر اطراف ایستگاه مترو موجب افزایش مطلوبیت استفاده از اتوبوس در این معابر شده و امکان تبادل سفر با سیستم مترو افزایش می‌یابد.

۲-۴-۲-۲-۳- پایانه اتوبوس

پایانه اتوبوس، محل تجمع و نقطه شروع و پایان سفر مسافران این سیستم است و این پایانه‌ها به عنوان یکی از نقاط تبادل سفر بین شیوه‌های مختلف در سیستم حمل و نقل شهری هستند. بر این اساس در صورت وجود پایانه اتوبوس در محدوده یک ایستگاه مترو، امکان تبادل مسافر بین اتوبوس و مترو ایجاد شده و این موضوع در افزایش تعداد مسافران هر دو سیستم مذکور تأثیرگذار است.

۳-۴-۲-۲-۳- پایانه تاکسی

بر اساس مطالب ذکر شده درخصوص پایانه اتوبوس، در صورت وجود پایانه تاکسی در محدوده ایستگاه مترو نیز امکان تبادل مسافر بین تاکسی و مترو ایجاد شده و این موضوع در افزایش تعداد مسافران هر دو سیستم مذکور تاثیرگذار است.

۴-۴-۲-۲-۳- پارک سوار

ایده اصلی برای احداث پارک سوارها، کاهش سفر با سواری شخصی و افزایش مطلوبیت استفاده از حمل و نقل همگانی در این محدوده است. منظور از پارک سوار، پارکینگ عمومی بزرگی است که در محل تلاقی سیستم حمل و نقل عمومی شهری و شبکه معابر شریانی شهر واقع می‌شوند تا تسهیلات لازم برای تغییر وسیله سفر را برای رانندگان وسایل نقلیه شخصی به حمل و نقل همگانی فراهم آورد.

۳-۲-۳- حمل و نقل غیر موتوری (انسان محور)

پیاده‌روی جزئی اجتناب ناپذیر از هر سفر شهری به شمار می‌رود و پاک‌ترین و مقرون به صرفه‌ترین شیوه سفر برای جابه‌جایی‌های با مسافت کم است. پیاده‌روی پایه و اساس دسترسی و جابه‌جایی پایدار در شهر محسوب می‌شود. دوچرخه سواری نیز دومین شیوه سالم و مقرون به صرفه برای جابه‌جایی‌های شهری است. پیاده‌روی و دوچرخه سواری باعث سرزندگی محیط خیابان شده و وجود مسیر جذاب و تسهیلات مناسب برای آن‌ها در مجاورت ایستگاه‌های حمل و نقل همگانی، بر افزایش جذب مسافران آن‌ها مؤثر هستند. همچنین توسعه حمل و نقل غیر موتوری (انسان محور) یکی از اهداف بنیادین توسعه مبتنی بر حمل و نقل همگانی به شمار می‌رود. با بررسی‌های انجام شده، معیارهای مورد نظر جهت تعیین شاخص‌های دسترسی به ایستگاه‌ها مرتبط با حمل و نقل غیر موتوری، به شرح زیر است:

- تسهیلات دوچرخه سواری پیرامون ایستگاه.
- تسهیلات پیاده‌روی پیرامون ایستگاه.

۱-۳-۲-۳- تسهیلات دوچرخه سواری پیرامون ایستگاه

چنانچه در محدوده ایستگاه‌های مترو، امکانات و شرایط مناسب برای دوچرخه سواری فراهم باشد، امکان دسترسی شهروندان با دوچرخه به ایستگاه‌های مترو تسهیل می‌شود. با توجه به این‌که فاصله مطلوب دوچرخه سواری نسبت به پیاده‌روی بیشتر است، وجود امکانات دوچرخه سواری در محدوده ایستگاه‌های مترو موجب افزایش مطلوبیت دوچرخه سواری و در نتیجه افزایش شعاع دسترسی ایستگاه می‌شود. با بررسی‌های انجام شده، معیارهای مورد نظر جهت تعیین شاخص تسهیلات دوچرخه سواری پیرامون ایستگاه به شرح زیر است:

- مجموع طول مسیرهای دوچرخه سواری در محدوده ایستگاه.
- تعداد خانه دوچرخه یا رک هوشمند.

۱-۱-۳-۲-۳- مجموع طول مسیرهای دوچرخه سواری در محدوده ایستگاه

وجود مسیرهای ویژه دوچرخه سواری در یک معبر موجب افزایش مطلوبیت استفاده از دوچرخه به منظور انجام تمام یا بخشی از سفرهای درون شهری می‌شود. بر این اساس هر چه مجموع طول مسیرهای ویژه دوچرخه در معابر محدوده ایستگاه مترو در یک شعاع مشخص (۶۰۰ متر) بیشتر باشد، امکان جذب و تبادل سفر مسافران بین سیستم دوچرخه و مترو نیز افزایش می‌یابد.

۲-۱-۳-۲-۳- تعداد خانه دوچرخه یا رک هوشمند

در صورت وجود خانه دوچرخه یا رک هوشمند در یک معبر، امکان استفاده از سیستم دوچرخه اشتراکی به منظور انجام سفرهای درون شهری توسط دوچرخه فراهم می‌شود. بر این اساس در صورت وجود خانه دوچرخه یا رک هوشمند در معابر محدوده ایستگاه مترو، امکان استفاده از دوچرخه اشتراکی و تبادل سفر مسافران بین سیستم دوچرخه و مترو فراهم می‌شود.

۲-۳-۲-۳- تسهیلات پیاده‌روی پیرامون ایستگاه

همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد، دسترسی پیاده به حمل و نقل همگانی سریع و انبوه‌بر (مترو و اتوبوس تندرو)، پیش نیاز اساسی توسعه مبتنی بر حمل و نقل همگانی به شمار می‌رود و مناسب بودن دسترسی عابران پیاده به ایستگاه‌های حمل و نقل همگانی انبوه‌بر نیز مهم است. وضعیت عرض، کف‌سازی، روشنایی و زیبایی پیاده‌روها و پیاده راه‌ها و وجود شبکه پیوسته مسیرهای پیاده‌روی و پیاده راه‌ها از جمله عوامل مؤثر در مطلوبیت دسترسی عابران پیاده به ایستگاه‌های مترو است. با بررسی‌های انجام شده، معیارهای مورد نظر جهت تعیین شاخص تسهیلات پیاده‌روی پیرامون ایستگاه به شرح زیر است:

- مجموع مساحت پیاده‌روهای منتهی به ایستگاه.
- مجموع مساحت پیاده راه‌های منتهی به ایستگاه.

۱-۲-۳-۲-۳- مجموع مساحت پیاده‌روهای منتهی به ایستگاه

با توجه به اهمیت دسترسی عابران پیاده به ایستگاه‌های مترو و لزوم وجود تسهیلات پیاده‌روی مناسب، هر چه مجموع مساحت پیاده‌روها در معابر محدوده ایستگاه مترو در یک شعاع مشخص (۶۰۰ متر) بیشتر باشد، سطح سرویس مسیرهای پیاده‌روی و مطلوبیت استفاده از مسیرهای پیاده‌روی جهت دسترسی به ایستگاه‌های مترو نیز افزایش می‌یابد.

۲-۲-۳-۲-۳- مجموع مساحت پیاده راه‌های منتهی به ایستگاه

با توجه به لزوم ایجاد شبکه یکپارچه پیاده راه‌ها جهت دسترسی به ایستگاه‌های حمل و نقل همگانی انبوه‌بر، هر چه مجموع مساحت پیاده راه‌ها در محدوده ایستگاه مترو در یک شعاع مشخص (۶۰۰ متر) بیشتر باشد، مطلوبیت استفاده از مسیرهای پیاده جهت دسترسی به ایستگاه‌های مترو نیز افزایش می‌یابد.

۳-۲-۳-۲-۳- تأمین دسترسی برای کاربری‌های پُر تقاضا در محدوده ایستگاه‌ها

دسترسی پیاده و دوچرخه برای کاربری‌های مهم و پُر تقاضای هر ایستگاه کمک شایانی به جذب مسافر هر ایستگاه خواهد کرد. عدم تأمین دسترسی به کاربری‌ها سبب خواهد شد که معابر سواره‌رو در محدوده ایستگاه به دلیل تداخل عبور کاربران ایستگاه و ترافیک عبوری دچار اختلال شود.

۳-۳- کاربری‌های پُر تقاضا در حوزه نفوذ ایستگاه‌ها

بر اساس بررسی‌های صورت گرفته در اطلاعات واصله از کارفرما در خصوص انواع کاربری‌ها و با هماهنگی انجام شده با مشاور شهرساز این مطالعات، در یک دسته بندی کلی، ۱۵ تیپ کاربری شناسایی و طبقه بندی شده است. کاربری‌های موجود در محدوده مطالعاتی هر ایستگاه مترو غرب استان تهران، طی بازدیدهای میدانی شناسایی و در قالب آلبوم‌های مربوطه مطابق با لکه‌گذاری و کدبندی کاربری‌ها جانمایی شده است. در شکل ۳-۱ نمونه راهنمای کاربری‌های موجود در آلبوم پیوست این گزارش آورده شده و مطابق با رنگ‌بندی موجود در این شکل، تقسیم بندی کاربری‌ها انجام شده است.

شکل ۳-۱ : *نمونه راهنمای کاربری‌ها در آلبوم پیوست گزارش*

۳-۴- تعیین اولویت دسترسی کاربری‌های مهم به ایستگاه‌ها

توسعه و تغییر کاربری بر اساس طرح‌های جامع و تفصیلی از ویژگی‌های هر شهر زنده است. احداث مجتمع‌های مسکونی، تجاری، اداری، تفریحی و... به صورت مجزا یا مختلط از مصادیق توسعه کاربری‌ها هستند. این توسعه به علت تولید و جذب سفر بالا، تأثیر محسوسی بر شبکه معابر حوزه نفوذ خود خواهند گذاشت. با توجه به لزوم برنامه‌ریزی حمل و نقل برای آینده و اهمیت ارزیابی تأثیر کاربری‌های عمده و مهم جدید بر عملکرد شبکه حمل و نقل از یک سو و نیاز به بررسی گزینه‌های پیشنهادی و سناریوهای توسعه یافته طرح از سوی دیگر، مطالعه تأثیرات انواع کاربری‌ها بر روی عملکرد شبکه حمل و نقل اهمیت ویژه‌ای دارد. بر این اساس، ضروری است تا نسبت به تعیین اولویت دسترسی کاربری‌های مهم در پیرامون ایستگاه‌های متروی غرب تهران اقدام لازم صورت گیرد.

با بررسی‌های صورت گرفته و بازدیدهای میدانی، دو ایستگاه شهرک وائین و قدس که به دلیل سه کاربری مهم به ترتیب بیمارستان تامین اجتماعی در اطراف ایستگاه شهرک وائین و دانشگاه آزاد واحد شهر قدس و استادیوم شهدای شهر قدس در اطراف ایستگاه قدس، نرخ تولید سفر بالایی دارند، نیازمند ایجاد تسهیلات دسترسی هستند.

۳-۵- تعیین کفایت معابر / تقاطع‌ها برای جانمایی ایستگاه‌ها

یکی از ملزومات مهم در جانمایی ایستگاه‌های مترو، وجود ظرفیت کافی در معابر و تقاطع‌های اطراف ایستگاه است به گونه‌ای که بتوان در آن‌ها، ورودی‌های مورد نیاز برای ایستگاه را به شکلی تعبیه نمود که تردد وسایل نقلیه در سطح خدمت قابل قبولی صورت گیرد. به طور کلی، معابری که تردد وسایل نقلیه در آن‌ها به سختی و با تأخیر نسبتاً زیاد صورت می‌گیرد، بدون انجام اصلاحات مورد نیاز نمی‌توانند برای تعبیه ورودی ایستگاه مورد استفاده قرار گیرند. یکی از معیارهای رایجی که برای بررسی وضعیت معابر به لحاظ میزان تأخیر در نظر گرفته می‌شود، شاخص نسبت زمان سفر به زمان سفر آزاد است. لازم به ذکر است، در مدل کلان‌نگر شهر تهران، زمان سفر معابر شامل زمان تأخیر تقاطعی که معبر به آن منتهی می‌گردد، نیز می‌شود [٦]. بنابراین، عملاً هنگام بررسی کفایت یک معبر، کفایت تقاطعی که معبر به آن منتهی می‌گردد نیز در نظر گرفته می‌شود. در این بخش، برای تعیین کفایت معابر/تقاطع‌ها، به بررسی کفایت معابر اطراف ایستگاه بر اساس شاخص نسبت زمان سفر به زمان سفر آزاد پرداخته می‌شود.

در حالت کلی، می‌توان انتظار داشت که با توسعه شیوه حمل و نقل همگانی، بخشی از سهم سفرهای با سواری شخصی جذب این شیوه شوند و در نتیجه، سهم سفرهای با خودروی شخصی کاهش و شاخص‌های کارایی شبکه از جمله شاخص بهبود یابند. هرچند، در مقیاس محلی ممکن است توسعه ناوگان همگانی موجب ایجاد تأخیر در معابر و تقاطع‌های اطراف ایستگاه شوند. به عنوان مثال، ایجاد یک ایستگاه متروی جدید می‌تواند موجب افزایش تردد در معابر اطراف ایستگاه به منظور دسترسی به آن و نیز توقف تاکسی‌های گردشی و خودروهای شخصی در مقابل ایستگاه برای سوار یا پیاده کردن مسافران شود. همچنین، تردد مسافران مترو از معابر و تقاطع‌ها نیز می‌تواند باعث افزایش تأخیر در این تسهیلات گردد. این بررسی‌ها پس از مشخص شدن سایر جزئیات مورد نیاز (مانند محل ورودی‌های ایستگاه و تسهیلات پیشنهادی برای دسترسی به ایستگاه از جمله رک دوچرخه، پارکینگ، ایستگاه‌های اتوبوس و تاکسی) با استفاده از شبیه سازی خردنگر در فاز دوم پروژه صورت می‌پذیرد.

لازم به ذکر است، ایستگاه‌های مترو با مقیاس عملکردی شهری و فراشهری، نیازمند ایجاد دسترسی به سایر خطوط حمل و نقل همگانی هستند که این امر نیز مستلزم وجود ظرفیت کافی در معابر و تقاطع‌های اطراف ایستگاه برای اضافه شدن یا توسعه ناوگان اتوبوسرانی و تاکسیرانی است. این بررسی‌ها ضمن تعیین تسهیلات پیشنهادی مورد نیاز برای ایستگاه در بندهای ۳-۸ و ۳-۹ صورت می‌گیرد.

۱-۵-۳- شاخص مورد نیاز برای بررسی کفایت معبر

با توجه به مطالب گفته شده در بند پیشین، مهم‌ترین شاخصی که در این بخش برای بررسی کفایت معابر تقاطع‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، شاخص نسبت زمان سفر به زمان سفر آزاد برای معابری است که در شعاع ۸۰۰ متری ایستگاه قرار دارند و امکان تعبیه ورودی ایستگاه در آن‌ها وجود دارد (به طور ویژه، رمپ‌ها و لوپ‌ها مورد بررسی قرار نمی‌گیرند، زیرا به طور معمول ورودی‌ها در این نوع معابر جانمایی نمی‌گردند). این شاخص ضمن در نظر گرفتن دو عامل ظرفیت معبر (C) و حجم جریان (V)، ادراک و فهم نسبتاً ساده‌ای نیز از میزان تأخیر در معبر مورد نظر به دست می‌دهد. همان‌طور که قبلاً نیز بیان شده بود، در رابطه ، در شاخص مورد استفاده، میزان تأخیر ایجاد شده در گره انتهای معبر (delay) نیز در نظر گرفته می‌شود. از این‌رو، هم‌زمان با بررسی کفایت معابر منتهی به یک تقاطع، کفایت تقاطع نیز بررسی خواهد شد [۷]

با توجه به مطالب یاد شده، سه بازه برای شاخص در نظر گرفته می‌شود و بر اساس آن، کفایت هر یک از معابر مورد نظر برای سال ۱۴۲۰ و در وضعیت پس از پیاده‌سازی خط متروی غرب استان تهران، تعیین می‌گردد. در ادامه این سه بازه به تفصیل شرح داده شده است.

۱. معبر با کمتر از ۱/۱۵ که در خروجی‌های مدل کلان‌نگر با رنگ سبز نشان داده می‌شود. در این حالت، می‌توان گفت که تردد در معبر در وضعیت آزاد و روان قرار دارد و این معبر می‌تواند به عنوان یک گزینه برای تعبیه ورودی ایستگاه مورد بررسی‌های بیشتر در اولویت قرار گیرد.
۲. معبر با بیش از ۱/۱۵ و کمتر از ۲ که در خروجی‌های مدل کلان‌نگر با رنگ زرد نشان داده می‌شود. در این حالت، می‌توان گفت که تردد در معبر در وضعیت مناسب قرار دارد. در این شرایط نیز معبر می‌تواند به عنوان یک گزینه برای تعبیه ورودی ایستگاه مورد بررسی‌های بیشتر قرار گیرد، اما نسبت به معابری که دارای وضعیت سبز هستند، در اولویت پایین‌تری قرار می‌گیرد.
۳. معبر با بیشتر از ۲ که در خروجی‌های مدل کلان‌نگر با رنگ قرمز نشان داده می‌شود. در این حالت، می‌توان گفت که معبر در وضعیت کند و بحرانی قرار دارد و این معبر بدون انجام اصلاحات هندسی یا ترافیکی لازم، نمی‌تواند به عنوان گزینه برای تعبیه ورودی ایستگاه مورد بررسی‌های بیشتر قرار گیرد.

نتایج بررسی‌های فوق برای هر یک از ایستگاه‌های مورد نظر، در آلبوم پیوست ارائه می‌گردد. لازم به ذکر است که در آلبوم، وضعیت شاخص در سال ۱۴۲۰ در حالت قبل و بعد از احداث خط متروی غرب تهران و نیز عرض پیاده‌روی معابر نیز ارائه شده است که می‌تواند در ادامه بررسی‌ها، مورد استفاده قرار گیرند.

با توجه به این استانداردها که به شرح زیر هستند، حداقل عرض پیاده‌روی معبر برابر با ۲ متر در نظر گرفته می‌شود:

أ. حداقل عرض مطلوب برای معابر پیاده، ۱/۸ متر است.
ب. حداقل عرض ۱/۵ متر در صورت وجود موانعی مانند پایه‌ها، دیوارهای حائل، فنس، درخت و ... باید رعایت شود.
ج. رعایت عرض ۲ متر در امتداد شریان‌های اصلی و معابر جمع‌کننده با وجود حفظ حریم بیشتر از ۲۶ متر لازم است.
د. در نظر گرفتن عرض پیاده‌رو ۲ تا ۲/۴ متر در نزدیکی مدارس، بیمارستان‌ها، ادارات و مراکز تجاری و اقتصادی، جایی که بیشترین حجم تردد عابران پیاده اتفاق می‌افتد.
ه. در نظر گرفتن عرض ۲/۴ تا ۳/۶ متر در مراکز خرید و تفریحی برای پیاده‌رو و مراکز با حجم تردد بالا.

۲-۵-۳- تحلیل نتایج و اقدامات اصلاحی مورد نیاز

در صورتی که یک معبر بر اساس سایر معیارهای تعیین ورودی‌های ایستگاه (مانند کاربری‌های مهم)، جز گزینه‌های اصلی برای تعبیه ورودی قرار داشته باشد اما به لحاظ شاخص در وضعیت قرمز باشد، می‌توان با انجام یک سری اقدامات اصلاحی، وضعیت معبر را از حالت قرمز خارج نمود. این اصلاحات شامل اصلاحات ترافیکی (از جمله حذف پارک حاشیه‌ای، جابه‌جایی خطوط، ایستگاه‌های اتوبوس و تاکسی و اصلاح زمان‌بندی چراغ‌های راهنمایی در تقاطع‌ها) یا اصلاحات هندسی (مانند تعریض معبر) می‌شوند. در پایان تأکید می‌گردد، تصمیم‌گیری نهایی در مورد کفایت معابر و ارائه راهکارهای اصلاحی نهایی، در فاز دوم پروژه (بعد از مشخص شدن گزینه‌های ورودی ایستگاه‌ها و انجام شبیه سازی خردنگر) قابل ارائه خواهد بود. در جدول ۳-۵ و جدول ۳-۶ به بررسی کفایت معابر اطراف ایستگاه ها به ترتیب قبل و بعد از بهره‌برداری از ایستگاه‌ها بر اساس شاخص t/t۰ پرداخته شده است. در این جدول‌ها برای هر معبر رده عملکردی، ظرفیت هر مترو عرض معبر بر اساس رده عملکردی آن، عرض معبر، ظرفیت معبر، حجم عبوری از آن، نسبت حجم عبوری به ظرفیت و شاخص t/t۰ عنوان شده است. همانطور که در این جداول مشاهده می‌شود، در تمامی معابر مورد مطالعه، هم قبل و هم بعد از بهره‌برداری شاخص t/t۰ کمتر از ۱/۱۵ بوده و این معابر در وضعیت سبز قرار دارند.

جدول ۵-۳ *بررسی کفایت معابر اطراف ایستگاه ها قبل از بهره‌برداری بر اساس شاخص t/t0*

نام ایستگاه	معبر	رده عملکردی	ظرفیت هر متر عرض بر حسب همسنگ سواری	عرض معبر		ظرفیت معبر (C)		حجم عبوری (V)		V/C		t/t۰	
				شمالی/شرقی	جنوبی/غربی	شمالی/شرقی	جنوبی/غربی	شمالی/شرقی	جنوبی/غربی	شمالی/شرقی	جنوبی/غربی	شمالی/شرقی	جنوبی/غربی
EXP B۰۱	بلوار رسول اکرم	شریانی	۳۶۰	۱۵,۸	۱۶,۶	۵۶۸۸	۵۹۷۶	۴۲۲۰	۴۳۹۲	۷۴٪	۷۳٪	۱,۰۵	۱,۰۴
	بلوار ولایت (جاده شهریار)	شریانی	۳۶۰	۱۷,۷۵	۱۶,۸	۶۳۹۰	۶۰۴۸	۴۵۱۸	۴۱۴۹	۷۱٪	۶۹٪	۱,۰۴	۱,۰۳
	خیابان کسری	محلی	۱۸۰	۴,۱۵	۱۰,۰۵	۷۴۷	۱۸۰۹	۳۵۹	۹۶۸	۴۸٪	۵۴٪	۱,۰۱	۱,۰۱
	خیابان مینا	محلی	۱۸۰	۱۲,۵۵		۲۲۵۹		۱۲۲۰		۵۴٪		۱,۰۱	
EXP B۰۲	بلوار ولایت (جاده شهریار)	شریانی	۳۶۰	۱۹	۲۳,۲۷	۶۸۴۰	۸۳۷۷	۴۳۵۷	۶۱۵۷	۶۴٪	۷۳٪	۱,۰۲	۱,۰۴
	بلوار نیلوفر	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۷,۵	۷,۵۵	۱۸۰۰	۱۸۱۲	۱۲۹۸	۱۳۸۳	۷۲٪	۷۶٪	۱,۰۴	۱,۰۵
	بلوار شهید قاسم سلیمانی	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۱۰,۴۵	۱۶,۳	۲۵۰۸	۳۹۱۲	۱۶۶۸	۳۰۱۲	۶۷٪	۷۷٪	۱,۰۳	۱,۰۵
EXP B۰۳	بلوار ولایت (جاده شهریار)	شریانی	۳۶۰	۲۱,۹۵	۲۰,۷	۷۹۰۲	۷۴۵۲	۶۰۸۵	۵۵۸۲	۷۷٪	۷۵٪	۱,۰۵	۱,۰۵
	بلوار آزادی	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۹,۱۵	۹,۶	۲۱۹۶	۲۳۰۴	۱۳۸۳	۱۵۱۶	۶۳٪	۶۶٪	۱,۰۲	۱,۰۳
	بلوار دنیامالی	محلی	۱۸۰	۴,۳	۹,۹	۷۷۴	۱۷۸۲	۳۷۹	۸۷۳	۴۹٪	۴۹٪	۱,۰۱	۱,۰۱
EXP B۰۳-۱	بلوار ولایت (جاده شهریار)	شریانی	۳۶۰	۲۱,۱۱	۱۸,۱۲	۷۶۰۰	۶۵۲۳	۴۱۲۳	۴۶۹۰	۵۴٪	۷۲٪	۱,۰۱	۱,۰۴
	بلوار خبرنگار	بزرگراهی	۵۲۷	۲۵,۱۶	۲۱,۷	۱۳۲۵۹	۱۱۴۳۶	۴۳۷۴	۳۰۰۱	۳۳٪	۲۶٪	۱,۰۰	۱,۰۰
EXP B۰٤	بلوار ولایت (جاده شهریار)	شریانی	۳۶۰	۱۶,۸	۱۷,۷۵	۶۰۴۸	۶۳۹۰	۴۲۷۶	۴۲۹۴	۷۱٪	۶۷٪	۱,۰۴	۱,۰۳
	بلوار امام خمینی	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۱۰	۱۲,۶۵	۲۴۰۰	۳۰۳۶	۱۸۳۱	۲۱۶۸	۷۶٪	۷۱٪	۱,۰۵	۱,۰۴
EXP B۰۵-۱	بلوار نواب صفوی	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۷,۱	۷,۴	۱۷۰۴	۱۷۷۶	۲۷۶	۳۴۵	۱۶٪	۱۹٪	۱,۰۰	۱,۰۰
	بلوار علامه طباطبایی	شریانی	۳۶۰	۹,۱۸	۱۳,۷۵	۳۳۰۵	۴۹۵۰	۱۲۸۴	۱۳۰۱	۳۹٪	۲۶٪	۱,۰۰	۱,۰۰
EXP B۰۵-۲	ولیعصر	شریانی	۳۶۰	۶,۵۴		۲۳۵۴		۱۸۸۵		۸۰٪		۱,۰۶	
	بلوار کلهر	شریانی	۳۶۰	۹,۵۵	۱۲	۳۴۳۸	۴۳۲۰	۲۷۳۸	۲۹۳۲	۸۰٪	۶۸٪	۱,۰۶	۱,۰۳
	بلوار علامه طباطبایی	شریانی	۳۶۰	۸,۱۴	۹,۱۸	۲۹۳۰	۳۳۰۵	۱۲۳۴	۱۳۲۷	۴۲٪	۴۰٪	۱,۰۰	۱,۰۰

نام ایستگاه	معبر	رده عملکردی	ظرفیت هر متر عرض بر حسب همسنگ سواری	عرض معبر		ظرفیت معبر (C)		حجم عبوری (V)		V/C		t/t۰	
				شمالی/شرقی	جنوبی/غربی	شمالی/شرقی	جنوبی/غربی	شمالی/شرقی	جنوبی/غربی	شمالی/شرقی	جنوبی/غربی	شمالی/شرقی	جنوبی/غربی
	بلوار هفده شهریور	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۶	۷	۱۴۴۰	۱۶۸۰	۱۷۰۱	۱۵۹۶	۱۱۸٪	۹۵٪	۱,۲۹	۱,۱۲
EXP B۰۵-۳	خیابان علامه طباطبایی	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۱۰,۹۴	۹,۷۹	۲۶۲۶	۲۳۵۰	۱۲۳۴	۱۳۲۷	۴۷٪	۵۶٪	۱,۰۱	۱,۰۲
	خیابان مصطفی خمینی	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۱۱,۵۵		۲۷۷۲		۶۵۷		۲۴٪		۱,۰۰	
	بلوار هفده شهریور	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۱۱,۳۳	۱۱,۳۳	۲۷۱۹	۲۷۱۹	۱۶۹۱	۱۶۰۶	۶۲٪	۵۹٪	۱,۰۲	۱,۰۲
	بلوار شهید درخشان	محلی	۱۸۰	۶,۱۷	۷,۲۹	۱۳۱۲	۱۱۱۱	۵۹۸	۴۲۰	۴۶٪	۳۸٪	۱,۰۱	۱,۰۰
EXP B۰۵	بلوار علامه طباطبایی	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۸,۲۳	۶,۸	۱۶۳۲	۱۹۷۵	۱۲۳۴	۱۳۲۷	۷۶٪	۶۷٪	۱,۰۵	۱,۰۳
	شهید مطهری	محلی	۱۸۰	۳,۲	۳,۳۶	۶۰۵	۵۷۶	۳۰۸	۲۶۵	۵۱٪	۴۶٪	۱,۰۱	۱,۰۱
	شهید درخشان	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۷,۴	۷,۴	۱۷۷۶	۱۷۷۶	۱۲۵۶	۱۲۶۸	۷۱٪	۷۱٪	۱,۰۴	۱,۰۴
	بلوار هفده شهریور	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۹,۸	۹,۳	۲۲۳۲	۲۳۵۲	۱۶۴۱	۱۶۴۶	۷۴٪	۷۰٪	۱,۰۴	۱,۰۴
EXP B۰۶	سروستان	محلی	۱۸۰	۳,۹	۳,۵	۶۳۰	۷۰۲	۳۰۹	۳۷۶	۴۹٪	۵۴٪	۱,۰۱	۱,۰۱
	یدالله کلهر	محلی	۱۸۰	۸	۸	۱۴۴۰	۱۴۴۰	۷۸۵	۷۹۲	۵۵٪	۵۵٪	۱,۰۱	۱,۰۱
EXP B۰۶-۱	جاده اندیشه	بزرگراهی	۵۲۷	۲۳,۵۵	۱۱,۲	۵۹۰۲	۱۲۴۱۱	۴۵۱۴	۱۶۰۸	۷۶٪	۱۳٪	۱,۰۵	۱,۰۰
	بلوار شهید کلهر	شریانی	۳۶۰	۱۰,۸۵	۱۳,۵۲	۴۸۶۷	۳۹۰۶	۱۹۰۷	۱۹۳۰	۳۹٪	۴۹٪	۱,۰۰	۱,۰۱
EXP B۰۷-۱	بلوار شهدای هسته ای	محلی	۱۸۰	۶,۱۸	۸,۴۷	۱۵۲۵	۱۱۱۲	۱۰۲	۸۶	۷٪	۸٪	۱,۰۰	۱,۰۰
	بلوار حجاب	شریانی	۳۶۰	۸,۶۴	۸,۱۸	۲۹۴۵	۳۱۱۰	۹۸	۷۶	۳٪	۲٪	۱,۰۰	۱,۰۰
	بلوار شهید کلهر	شریانی	۳۶۰	۱۳,۲	۱۳,۱۵	۴۷۳۴	۴۷۵۲	۱۹۰۷	۱۹۳۰	۴۰٪	۴۱٪	۱,۰۰	۱,۰۰
EXP B۰۷	بلوار شهدا	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۸,۹	۹,۲	۲۲۰۸	۲۱۳۶	۱۴۰۶	۱۴۰۵	۶۴٪	۶۶٪	۱,۰۲	۱,۰۳
	بلوار شهید کلهر	شریانی	۳۶۰	۱۵	۱۴,۲	۵۱۱۲	۵۴۰۰	۳۷۵۷	۳۴۴۰	۷۳٪	۶۴٪	۱,۰۴	۱,۰۲
EXP B۰۷-۲	بلوار امام خمینی	شریانی	۲۴۰	۹,۶	۹,۱۱	۲۱۸۶	۲۳۰۴	۲۲۹۰	۱۲۷۲	۱۰۵٪	۵۵٪	۱,۱۸	۱,۰۱
	بلوار امام زاده	شریانی	۲۴۰	۷,۶۱	۷,۲۱	۱۷۳۰	۱۸۲۶	۸۲۱	۱۲۳	۴۷٪	۷٪	۱,۰۱	۱,۰۰
	بلوار انقلاب	شریانی	۲۴۰	۱۳,۹۳	۱۳,۴۸	۳۲۳۵	۳۳۴۳	۴۱۴۲	۳۰۰۰	۱۲۸٪	۹۰٪	۱,۴۰	۱,۱۰

نام ایستگاه	معبر	رده عملکردی	ظرفیت هر متر عرض بر حسب همسنگ سواری	عرض معبر		ظرفیت معبر (C)		حجم عبوری (V)		V/C		t/t۰	
				شمالی/شرقی	جنوبی/غربی	شمالی/شرقی	جنوبی/غربی	شمالی/شرقی	جنوبی/غربی	شمالی/شرقی	جنوبی/غربی	شمالی/شرقی	جنوبی/غربی
EXP B۰۷-۳	خیابان دکتر بهشتی	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۶,۲۲	۵,۰۲	۱۴۹۳	۱۲۰۵	۷۴۳	۶۵۳	۵۰٪	۵۴٪	۱,۰۱	۱,۰۱
	بلوار جمهوری	شریانی	۳۶۰	۹,۹۳	۹,۷۲	۳۵۷۵	۳۴۹۹	۱۹۲۰	۸۷۵	۵۴٪	۲۵٪	۱,۰۱	۱,۰۰
	بلوار انقلاب	شریانی	۳۶۰	۱۵,۹۱	۱۵,۴۷	۵۷۲۸	۵۵۶۹	۵۸۸۴	۴۱۰۷	۱۰۳٪	۷۴٪	۱,۱۷	۱,۰۴
EXP B۰۷-۴	بلوار انقلاب	شریانی	۳۶۰	۱۵,۴۸	۱۲,۸۹	۵۵۷۳	۴۶۴۰	۳۶۸۵	۳۷۹۳	۶۶٪	۸۲٪	۱,۰۳	۱,۰۷
	خیابان مصلی	شریانی	۳۶۰	۷,۵۱	۷,۲۵	۲۷۰۴	۲۶۱۰	۷۳	۱۰۳۰	۳٪	۳۹٪	۱,۰۰	۱,۰۰
EXP B۰۸	بزرگراه متوسلیان(فتح)	بزرگراهی	۵۲۷	۲۰,۱۱	۱۹,۶۲	۱۰۵۹۸	۱۰۳۴۰	۸۹۰۲	۸۸۵۱	۸۴٪	۸۶٪	۱,۰۷	۱,۰۸
	بوستان	محلی	۱۸۰	۳,۵	۳,۸	۶۳۰	۶۸۴	۲۹۶	۳۲۵	۴۷٪	۴۸٪	۱,۰۱	۱,۰۱
	بلوار آذر پنجم	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۱۰,۶۵	۱۰,۹	۲۵۵۶	۲۶۱۶	۱۷۳۶	۱۷۷۶	۶۸٪	۶۸٪	۱,۰۳	۱,۰۳

جدول ۶-۳ *بررسی کفایت معابر اطراف ایستگاه‌ها بعد از بهره‌برداری بر اساس شاخص t/t0*

نام ایستگاه	معبر	رده عملکردی	ظرفیت هر متر عرض بر حسب همسنگ سواری	عرض معبر		ظرفیت معبر (C)		حجم عبوری (V)		V/C		t/t۰	
				شمالی/شرقی	جنوبی/غربی	شمالی/شرقی	جنوبی/غربی	شمالی/شرقی	جنوبی/غربی	شمالی/شرقی	جنوبی/غربی	شمالی/شرقی	جنوبی/غربی
EXP B۰۱	بلوار رسول اکرم	شریانی	۳۶۰	۱۵,۸	۱۶,۶	۵۶۸۸	۵۹۷۶	۳۸۸۲	۴۱۷۲	۶۸٪	۷۰٪	۱,۰۳	۱,۰۴
	بلوار ولایت (جاده شهریار)	شریانی	۳۶۰	۱۷,۷۵	۱۶,۸	۶۳۹۰	۶۰۴۸	۴۲۹۲	۳۹۰۰	۶۷٪	۶۴٪	۱,۰۳	۱,۰۳
	خیابان کسری	محلی	۱۸۰	۴,۱۵	۱۰,۰۵	۷۴۷	۱۸۰۹	۳۴۱	۸۹۱	۴۶٪	۴۹٪	۱,۰۱	۱,۰۱
	خیابان مینا	محلی	۱۸۰	۱۲,۵۵		۲۲۵۹		۱۱۹۶		۵۳٪		۱,۰۱	
EXP B۰۲	بلوار ولایت (جاده شهریار)	شریانی	۳۶۰	۱۹	۲۳,۲۷	۶۸۴۰	۸۳۷۷	۴۲۷۰	۶۰۳۴	۶۲٪	۷۲٪	۱,۰۲	۱,۰۴
	بلوار نیلوفر	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۷,۵	۷,۵۵	۱۸۰۰	۱۸۱۲	۱۲۰۷	۱۳۴۲	۶۷٪	۷۴٪	۱,۰۳	۱,۰۵
	بلوار شهید قاسم سلیمانی	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۱۰,۴۵	۱۶,۳	۲۵۰۸	۳۹۱۲	۱۶۰۱	۲۹۲۲	۶۴٪	۷۵٪	۱,۰۲	۱,۰۵
EXP B۰۳	بلوار ولایت (جاده شهریار)	شریانی	۳۶۰	۲۱,۹۵	۲۰,۷	۷۹۰۲	۷۴۵۲	۵۹۰۲	۵۴۱۵	۷۵٪	۷۳٪	۱,۰۵	۱,۰۴
	بلوار آزادی	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۹,۱۵	۹,۶	۲۱۹۶	۲۳۰۴	۱۳۲۸	۱۴۸۶	۶۰٪	۶۴٪	۱,۰۲	۱,۰۳
	بلوار دنیامالی	محلی	۱۸۰	۴,۳	۹,۹	۷۷۴	۱۷۸۲	۳۶۰	۸۴۷	۴۷٪	۴۸٪	۱,۰۱	۱,۰۱
EXP B۰۳-۱	بلوار ولایت (جاده شهریار)	شریانی	۳۶۰	۲۱,۱۱	۱۸,۱۲	۷۶۰۰	۶۵۲۳	۳۴۱۵	۳۹۰۲	۴۵٪	۶۰٪	۱,۰۱	۱,۰۲
	بلوار خبرنگار	بزرگراهی	۵۲۷	۲۵,۱۶	۲۱,۷	۱۳۲۵۹	۱۱۴۳۶	۴۱۷۴	۲۹۲۱	۳۱٪	۲۶٪	۱,۰۰	۱,۰۰
EXP B۰۴	بلوار ولایت (جاده شهریار)	شریانی	۳۶۰	۱۶,۸	۱۷,۷۵	۶۰۴۸	۶۳۹۰	۴۱۴۸	۴۲۰۸	۶۹٪	۶۶٪	۱,۰۳	۱,۰۳
	بلوار امام خمینی	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۱۰	۱۲,۶۵	۲۴۰۰	۳۰۳۶	۱۷۳۹	۲۰۳۸	۷۲٪	۶۷٪	۱,۰۴	۱,۰۳
EXP B۰۵-۱	بلوار نواب صفوی	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۷,۱	۷,۴	۱۷۰۴	۱۷۷۶	۲۵۴	۳۰۹	۱۵٪	۱۷٪	۱,۰۰	۱,۰۰
	بلوار علامه طباطبایی	شریانی	۳۶۰	۹,۱۸	۱۳,۷۵	۳۳۰۵	۴۹۵۰	۱۲۰۴	۱۲۸۵	۳۶٪	۲۶٪	۱,۰۰	۱,۰۰
EXP B۰۵-۲	ولیعصر	شریانی	۳۶۰	۶,۵۴		۲۳۵۴	۰	۱۷۳۸		۷۴٪		۱,۰۴	
	بلوار کلهر	شریانی	۳۶۰	۹,۵۵	۱۲	۳۴۳۸	۴۳۲۰	۲۵۶۷	۲۷۹۱	۷۵٪	۶۵٪	۱,۰۵	۱,۰۳

نام ایستگاه	معبر	رده عملکردی	ظرفیت هر متر عرض بر حسب همسنگ سواری	عرض معبر		ظرفیت معبر (C)		حجم عبوری (V)		V/C		t/t۰	
				شمالی/شرقی	جنوبی/غربی	شمالی/شرقی	جنوبی/غربی	شمالی/شرقی	جنوبی/غربی	شمالی/شرقی	جنوبی/غربی	شمالی/شرقی	جنوبی/غربی
	بلوار علامه طباطبایی	شریانی	۳۶۰	۸,۱۴	۹,۱۸	۲۹۳۰	۳۳۰۵	۱۲۰۴	۱۲۸۵	۴۱٪	۳۹٪	۱,۰۰	۱,۰۰
	بلوار هفده شهریور	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۶	۷	۱۴۴۰	۱۶۸۰	۱۳۵۱	۱۴۸۲	۹۴٪	۸۸٪	۱,۱۲	۱,۰۹
EXP B۰۵-۳	خیابان علامه طباطبایی	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۱۰,۹۴	۹,۷۹	۲۶۲۶	۲۳۵۰	۱۱۵۱	۱۲۶۷	۴۴٪	۵۴٪	۱,۰۱	۱,۰۱
	خیابان مصطفی خمینی	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۱۱,۵۵		۲۷۷۲	۰	۵۹۸		۲۲٪		۱,۰۰	
	بلوار هفده شهریور	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۱۱,۳۳	۱۱,۳۳	۲۷۱۹	۲۷۱۹	۱۲۳۴	۱۳۲۷	۴۵٪	۴۹٪	۱,۰۱	۱,۰۱
	بلوار شهید درخشان	محلی	۱۸۰	۶,۱۷	۷,۲۹	۱۳۱۲	۱۱۱۱	۵۲۳	۳۵۰	۴۰٪	۳۲٪	۱,۰۰	۱,۰۰
EXP B۰۵	بلوار علامه طباطبایی	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۸,۲۳	۶,۸	۱۶۳۲	۱۹۷۵	۱۱۶۰	۱۳۰۰	۷۱٪	۶۶٪	۱,۰۴	۱,۰۳
	شهید مطهری	محلی	۱۸۰	۳,۲	۳,۳۶	۶۰۵	۵۷۶	۲۹۶	۲۵۴	۴۹٪	۴۴٪	۱,۰۱	۱,۰۱
	شهید درخشان	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۷,۴	۷,۴	۱۷۷۶	۱۷۷۶	۱۲۱۸	۱۲۰۵	۶۹٪	۶۸٪	۱,۰۳	۱,۰۳
	بلوار هفده شهریور	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۹,۳	۹,۸	۲۳۵۲	۲۲۳۲	۱۵۲۶	۱۵۹۷	۶۸٪	۶۸٪	۱,۰۳	۱,۰۳
EXP B۰۶	سروستان	محلی	۱۸۰	۳,۵	۳,۹	۶۳۰	۷۰۲	۲۸۴	۳۵۷	۴۵٪	۵۱٪	۱,۰۱	۱,۰۱
	یدالله کلهر	محلی	۱۸۰	۸	۸	۱۴۴۰	۱۴۴۰	۷۶۱	۷۳۷	۵۳٪	۵۱٪	۱,۰۱	۱,۰۱
EXP B۰۶-۱	جاده اندیشه	بزرگراهی	۵۲۷	۱۱,۲	۲۳,۵۵	۵۹۰۲	۱۲۴۱۱	۴۳۷۶	۱۵۵۹	۷۴٪	۱۳٪	۱,۰۵	۱,۰۰
	بلوار شهید کلهر	شریانی	۳۶۰	۱۳,۵۲	۱۰,۸۵	۴۸۶۷	۳۹۰۶	۱۷۷۳	۱۸۳۴	۳۶٪	۴۷٪	۱,۰۰	۱,۰۱
EXP B۰۷-۱	بلوار شهدای هسته ای	محلی	۱۸۰	۸,۴۷	۶,۱۸	۱۵۲۵	۱۱۱۲	۹۸	۸۳	۶٪	۸٪	۱,۰۰	۱,۰۰
	بلوار حجاب	شریانی	۳۶۰	۸,۱۸	۸,۶۴	۲۹۴۵	۳۱۱۰	۹۱	۷۲	۳٪	۲٪	۱,۰۰	۱,۰۰
	بلوار شهید کلهر	شریانی	۳۶۰	۱۳,۱۵	۱۳,۲	۴۷۳۴	۴۷۵۲	۱۷۷۳	۱۷۹۶	۳۷٪	۳۸٪	۱,۰۰	۱,۰۰
EXP B۰۷	بلوار شهدا	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۹,۲	۸,۹	۲۲۰۸	۲۱۳۶	۱۳۶۴	۱۳۷۷	۶۲٪	۶۴٪	۱,۰۲	۱,۰۳
	بلوار شهید کلهر	شریانی	۳۶۰	۱۴,۲	۱۵	۵۱۱۲	۵۴۰۰	۳۶۰۷	۳۲۶۸	۷۱٪	۶۱٪	۱,۰۴	۱,۰۲
EXP B ۰۷-۲	بلوار امام خمینی	شریانی	۲۴۰	۹,۱۱	۹,۶	۲۱۸۶	۲۳۰۴	۲۱۲۰	۱۲۳۶	۹۷٪	۵۴٪	۱,۱۳	۱,۰۱
	بلوار امام زاده	شریانی	۲۴۰	۷,۲۱	۷,۶۱	۱۷۳۰	۱۸۲۶	۷۷۲	۱۱۰	۴۵٪	۶٪	۱,۰۱	۱,۰۰

نام ایستگاه	معبر	رده عملکردی	ظرفیت هر متر عرض بر حسب همسنگ سواری	عرض معبر		ظرفیت معبر (C)		حجم عبوری (V)		V/C		t/t۰	
				شمالی/شرقی	جنوبی/غربی	شمالی/شرقی	جنوبی/غربی	شمالی/شرقی	جنوبی/غربی	شمالی/شرقی	جنوبی/غربی	شمالی/شرقی	جنوبی/غربی
	بلوار انقلاب	شریانی	۲۴۰	۱۳,۴۸	۱۳,۹۳	۳۲۳۵	۳۳۴۳	۳۸۹۴	۲۹۰۹	۱۲۰٪	۸۷٪	۱,۳۱	۱,۰۹
EXP B۰۷-۳	خیابان دکتر بهشتی	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۶,۲۲	۵,۰۲	۱۴۹۳	۱۲۰۵	۶۹۱	۶۳۰	۴۶٪	۵۲٪	۱,۰۱	۱,۰۱
	بلوار جمهوری	شریانی	۳۶۰	۹,۹۳	۹,۷۲	۳۵۷۵	۳۴۹۹	۱۸۶۱	۸۲۷	۵۲٪	۲۴٪	۱,۰۱	۱,۰۰
	بلوار انقلاب	شریانی	۳۶۰	۱۵,۹۱	۱۵,۴۷	۵۷۲۸	۵۵۶۹	۵۵۳۱	۴۰۱۳	۹۷٪	۷۲٪	۱,۱۳	۱,۰۴
EXP B۰۷-٤	بلوار انقلاب	شریانی	۳۶۰	۱۵,۴۸	۱۲,۸۹	۵۵۷۳	۴۶۴۰	۳۴۹۴	۳۶۹۶	۶۳٪	۸۰٪	۱,۰۲	۱,۰۶
	خیابان مصلی	شریانی	۳۶۰	۷,۵۱	۷,۲۵	۲۷۰۴	۲۶۱۰	۶۹	۹۹۸	۳٪	۳۸٪	۱,۰۰	۱,۰۰
EXP B۰۸	بزرگراه متوسلیان(فتح)	بزرگراهی	۵۲۷	۲۰,۱۱	۱۹,۶۲	۱۰۵۹۸	۱۰۳۴۰	۸۷۲۴	۸۳۲۰	۸۲٪	۸۰٪	۱,۰۷	۱,۰۶
	بوستان	محلی	۱۸۰	۳,۵	۳,۸	۶۳۰	۶۸۴	۲۸۱	۳۱۲	۴۵٪	۴۶٪	۱,۰۱	۱,۰۱
	بلوار آذر پنجم	جمع و پخش کننده	۲۴۰	۱۰,۶۵	۱۰,۹	۲۵۵۶	۲۶۱۶	۱۶۳۲	۱۷۴۰	۶۴٪	۶۷٪	۱,۰۲	۱,۰۳

۳-۶- تعیین گستره مکانی ایستگاه‌ها

با وجود مزایای زیادی مانند استفاده از سوخت پاک، استقلال از شبکه راه‌های شهری و ظرفیت بالا در جابه‌جایی مسافر، در برخی موارد به علت مکان‌سنجی نامناسب ایستگاه‌ها، مترو فاقد کارایی بهینه است. بنابراین، ضروری است تا در طراحی شبکه ایستگاه‌ها و خطوط مترو، که مهم‌ترین وسیله نقلیه عمومی و در عین حال پرهزینه‌ترین از نظر احداث و راه‌اندازی است، تا حد امکان از دانش و فناوری روز استفاده کنیم.

از طرفی گستره مکانی ایستگاه محدوده‌ای است که جانمایی ایستگاه در آن، سبب تحقق ارتباط مناسب ایستگاه با محدوده پیش بینی شده برای حوزه نفوذ آن، می‌گردد. برای آن‌که بتوان محدوده مکانی مناسبی برای ایستگاه پیشنهاد داد، باید اطلاعات کاملی از حوزه نفوذ، مقیاس عملکردی، تعداد مسافران، ترکیب و سهم کاربری‌های اطراف و همچنین شرایط معابر و تسهیلات پیرامون آن ایستگاه داشت. بنابراین به منظور تعیین گستره مکانی ایستگاه‌ها، پس از بررسی و بازدیدهای صورت گرفته از ۸ ایستگاه مصوب کریدور ریلی غرب استان تهران، آلبومی با محتویات زیر تهیه گردیده، که در پیوست گزارش ارائه شده است. آلبوم پیوست برای هر ایستگاه از بخش‌های مختلفی تشکیل شده است، که عبارت‌اند از:

- مسیرهای دسترسی موجود ایستگاه.
- کاربری‌های مهم ایستگاه.
- بررسی کفایت معابر ایستگاه.
- پیشنهاد ورودی‌های ایستگاه.
- پیشنهاد اولیه ایجاد تسهیلات در ایستگاه.

در ادامه گزارش به تفصیل به هر یک از بخش‌های فوق و دلایل ارائه آن‌ها در آلبوم پرداخته می‌شود. همچنین شایان ذکر است برای توضیح شفاف‌تر آلبوم پیوست در گزارش حاضر، نمونه‌ای از بخش‌های مختلف آلبوم تهیه شده برای یک ایستگاه مترو آورده شده است.

۱-۶-۳- مسیرهای دسترسی موجود ایستگاه

در این بخش بر حسب نوع و عملکرد ایستگاه و تسهیلات حمل و نقلی موجود در شعاع ۸۰۰ متری آن، مسیر سواری شخصی، پایانه، اتوبوس تندرو و دوچرخه به محل جانمایی شده ایستگاه مشخص شده است. محل ایستگاه اتوبوس، تاکسی و محل پارکینگ نیز همانند شکل ۳-۲ نمایش داده شده است.

شکل ۳-۲ : *نقشه ایستگاه* EXP B۰۱ *و تسهیلات حمل و نقلی موجود در محدوده ایستگاه*

برای آن‌که بتوان تسهیلات مناسبی برای ایستگاه مترو جدید پیشنهاد داد، ابتدا باید دید مناسبی نسبت به تسهیلات موجود در اطراف آن داشت. در واقع هدف مهم این بخش از آلبوم پیوست، این است که تمامی تسهیلات حمل و نقلی موجود در شعاع ۸۰۰ متری ایستگاه تعیین گردد. شایان ذکر است که با در نظر گرفتن این موارد، می‌توان پیشنهادهایی از قبیل، محل مناسب ایستگاه متروی جدید و تسهیلات جدید و مورد نیاز را با حداقل هزینه داد.

۲-۶-۳- کاربری‌های مهم ایستگاه

شناسایی کاربری‌های مهم در اطراف ایستگاه مترو، یکی از مهم‌ترین گام‌ها در تعیین گستره مکانی ایستگاه است. زیرا با شناسایی آن‌ها علاوه بر آن‌که نقاط مهم و کلیدی برای سرویس‌دهی، سرمایه‌گذاری یا ایجاد تسهیلات شناسایی می‌گردد، محدودیت‌ها و موانع موجود برای مکان‌یابی ایستگاه نیز شناخته خواهد شد. به عنوان مثال مجتمع‌های تجاری و تفریحی بزرگ ساخته شده یا در حال ساخت می‌توانند گزینه مناسبی برای سرویس‌دهی باشند. از طرفی دیگر کاربری‌هایی همچون پمپ بنزین، سفارت، باغ سفارت و محدوده‌های نظامی و سیاسی می‌توانند محدودیت‌هایی برای مکان‌یابی ایستگاه یا مسیر خط ایجاد نمایند. از این‌رو در این بخش از آلبوم، به بررسی کاربری‌های مهم اطراف ایستگاه‌ها و موقعیت آن‌ها پرداخته می‌شود. در شکل ۳-۳ کاربری‌های ایستگاه EXP B۰٤ بر روی پلان هوایی آن نمایش داده شده است. مطابق با این شکل مشخص می‌گردد، در نزدیکی ایستگاه EXP B۰٤ (شعاع ۸۰۰ متری) بیمارستان تامین اجتماعی شهریار، اداره ثبت اسناد و املاک، شهرک اداری تندگویان، دادگستری، شهربازی و سردخانه ترابری واقع شده‌است.

شکل ۳-۳ : *کاربری‌های مهم ایستگاه* EXP B۰٤

۳-۶-۳- بررسی کفایت معابر ایستگاه

ایستگاه‌های مترو تا حد امکان باید در معابری که دارای ظرفیت کافی هستند، جانمایی شوند. زیرا با بهره‌برداری از یک ایستگاه مترو، معمولاً به دلیل توقف تاکسی‌ها، اتوبوس‌ها و سواری‌های شخصی جهت پیاده یا سوار کردن مسافران و همچنین عبور مسافران مترو از عرض خیابان (در معابری که تسهیلات زیرگذر یا پل هوایی عابر پیاده ندارند)، باعث بروز اختلال در جریان ترافیک معابر اطراف آن و در نتیجه کاهش ظرفیت آن‌ها می‌شود. شایان ذکر است تحلیل اثر احداث و بهره‌برداری از یک ایستگاه مترو در شبکه معابر اطراف آن با استفاده از نرم افزارهای خردنگر در فاز دوم پروژه به تفصیل انجام خواهد شد. اما در این گزارش با استفاده از داده‌های موجود (خروجی‌های مدل کلان‌نگر شهر تهران)، ارزیابی اولیه‌ای از وضعیت شبکه معابر اطراف ایستگاه ارائه می‌گردد. لازم به ذکر است برای این منظور، *خروجی‌های* مدل کلان‌نگر شهر تهران با تقاضای سال ۱۴۲۰ و شبکه معابر خصوصی مصوب آن سال در دو حالت شبکه پایه همگانی و شبکه پایه همگانی به همراه خط جدید مترو غرب تهران مورد استفاده قرار خواهند گرفت. معابری که وضعیت آن‌ها در صورت بهره‌برداری از خط جدید، بر اساس شاخص t/t۰ در حالت سبز یا زرد قرار داشته باشند، ظرفیت لازم برای جانمایی ایستگاه را دارند اما معابری که در حالت قرمز قرار دارند، ظرفیت کافی برای جانمایی ایستگاه را نخواهند داشت و برای جانمایی ایستگاه در آن‌ها باید اصلاحات ترافیکی یا هندسی صورت گیرد. به عنوان نمونه وضعیت بلوار شهید کلهر جهت جانمایی ایستگاه مترو EXP B۰۷ در شکل ۳-۴ بررسی شده است که بر اساس آن مشخص می‌گردد این معبر برای جانمایی ایستگاه ظرفیت کافی را دارد.

شکل ۳-۴ : *پلان هوایی معابر اطراف ایستگاه* EXP B۰۷ *جهت بررسی کفایت آن‌ها*

۴-۶-۳- پیشنهاد ورودی‌های ایستگاه

ورودی‌های یک ایستگاه مترو یکی از مهم‌ترین اجزای آن است و در صورتی که به صورت صحیح و مناسبی جانمایی نگردند، می‌توانند تقاضای آن ایستگاه را به شدت تحت تأثیر خود قرار دهند. برای جانمایی ورودی‌های مناسب برای یک ایستگاه مترو باید به معیارهای مختلفی همچون تقاضای سفر ایستگاه، ظرفیت معابر، کاربری‌های پیرامون ایستگاه، اولویت دسترسی برای ربع‌های مختلف، یکپارچگی با حمل و نقل همگانی و شبه همگانی موجود و نزدیکی به فضاهای مناسب برای ایجاد تسهیلات جدید (پارکینگ دوچرخه، پارک سوار، پایانه تاکسی، اتوبوس و ...) توجه نمود. از این‌رو در این بخش از آلبوم ورودی‌های ایستگاه‌های خط متروی غرب استان تهران از منظر حمل و نقل و ترافیک جانمایی می‌شوند. به عنوان نمونه در شکل ۳-۵ نمونه‌ای از ورودی‌های پیشنهادی ایستگاه EXP B۰۱ نشان داده شده است.

شکل ۳-۵ : *پلان هوایی ورودی‌های پیشنهادی ایستگاه* EXP B۰۱

۵-۶-۳- پیشنهاد اولیه ایجاد تسهیلات در ایستگاه

در اطراف تعدادی از ایستگاه‌های متروی غرب استان تهران در حال حاضر تسهیلات حمل و نقل همگانی وجود دارد. بدیهی است در زمان انجام مطالعات بازنگری طرح جامع ریلی، برخی ایستگاه‌ها به نحوی جانمایی شده‌اند که در مجاورت تسهیلاتی همچون پایانه‌های اتوبوس معمولی یا تاکسی قرار گیرند تا یکپارچگی شبکه حمل و نقل همگانی تأمین گردد. همچنین برخی ایستگاه‌ها نیز در محل‌هایی جانمایی شده‌اند که بتوان در اطراف آن‌ها با ایجاد تسهیلات جدید به توسعه آن مناطق کمک نمود. در نهایت هدف از جانمایی برخی ایستگاه‌ها سرویس‌دهی به محدوده پیرامونی است که غالباً در اطراف آن‌ها تسهیلات خاص حمل و نقل (همانند پایانه اتوبوس معمولی، تاکسی یا اتوبوس تندرو) یا امکان ایجاد آن وجود ندارد. پیشنهاد ایجاد تسهیلات جدید برای هر یک از ایستگاه‌ها بر اساس مقیاس عملکردی و تسهیلات موجود و کاربری‌های اطراف آن ارائه می‌گردد. شایان ذکر است این موارد در کنار تسهیلات موجود قرار خواهند گرفت و جایگزین آن‌ها نخواهند شد. در شکل ۳-۶ بر روی نقشه هوایی محدوده ایستگاه، پیشنهادهای اولیه ایجاد تسهیلات برای ایستگاه EXP B۰۳ نمایش داده شده است.

شکل ۶-۳ : *پلان هوایی پیشنهاد اولیه ایجاد یا توسعه تسهیلات حمل و نقلی در محدوده ایستگاه* EXP B۰۳

۳-۷- پیشنهاد شیوه‌های دسترسی به ایستگاه‌ها (سواره، پیاده و دوچرخه)

مسافران هر ایستگاه مترو با توجه به حوزه نفوذ و مقیاس عملکردی آن، غالباً از یک شیوه برای دسترسی به ایستگاه استفاده می‌نمایند. بدیهی است هر چه مقیاس عملکردی آن از محلی به سمت فراشهری رود، شیوه دسترسی غالب مسافران از شیوه پیاده به سمت سواره نیل می‌نماید. شایان ذکر است که مقیاس عملکردی ایستگاه‌ها در گزارش بند دوم (تعیین حوزه نفوذ ایستگاه از منظر حمل و نقل و ترافیک) تعیین گردیده است.

حداقل شیوه‌های دسترسی به ایستگاه‌ها (سواره، پیاده و دوچرخه) که تسهیلات آن‌ها باید فراهم گردد، مطابق با نشریه ۷۷۷ سازمان برنامه و بودجه در شکل ۳-۷ آورده شده است [۵]. بر اساس این شکل مشخص می‌گردد در ایستگاه‌های محلی شیوه‌های عابرپیاده و دوچرخه در بین شیوه‌های مختلف دسترسی از اهمیت بیشتری برخوردار هستند و غالب مسافران با این شیوه‌ها به ایستگاه سفر خواهند کرد. در ایستگاه‌های فرامحلی شیوه‌های عابر پیاده، دوچرخه و سواری شخصی اهمیت بیشتری دارند. اما در ایستگاه‌های شهری و فرا شهری شیوه‌های سواره شامل سواری شخصی و حمل و نقل همگانی در بین شیوه‌های دسترسی از اهمیت بیشتری برخوردار هستند. شایان ذکر است ایستگاه‌های فراشهری دارای شیوه حمل و نقل همگانی برون شهری نیز می‌باشند.

شکل ۷-۳ : *دسته بندی شیوه‌های دسترسی به ایستگاه‌ها بر اساس مقیاس عملکردی [5]*

همانطور که در گزارش بند دو اشاره شد، تمامی ایستگاه‌های خط متروی غرب استان تهران دارای مقیاس عملکردی فراشهری هستند. بنابراین شیوه‌های سواره در این ایستگاه‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار هستند. به طورکلی در مباحث توسعه پایدار علاوه بر توجه به توسعه زیر ساخت‌های عام المنفعه، هزینه هر کیلومتر پیمایش سفر یک مسافر از طریق انواع شیوه‌های حمل و نقل (نه هزینه پیمایش یک وسیله) مبنای تصمیم‌گیری و انتخاب شیوه بهینه قرار می‌گیرد. به عنوان نمونه شاید در نگاه اول پُر

هزینه‌ترین سیستم از لحاظ عملکردی و ساخت تسهیلات، مترو است (هزینه به ازای هر کیلومتر پیمایش وسیله نقلیه) اما این شیوه قطعاً ارزان‌ترین شیوه حمل و نقل (هزینه به ازای هر کیلومتر پیمایش سفر یک مسافر) برای جابه‌جایی مسافر است [۸]. در جدول ۳-۷ هزینه شیوه‌های اصلی دسترسی به ایستگاه‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. هزینه‌ی پیمایش یک مسافر تا هر ایستگاه از شعاع یک کیلومتری محاسبه گردیده است. برای شیوه حمل و نقل همگانی از میانگین هزینه‌های شیوه سامانه اتوبوس تندرو، اتوبوس واحد و مینی‌بوس استفاده شده است. هم‌چنین برای سواری شخصی میانگین سواری شخصی و برای حمل و نقل شبه همگانی نیز میانگین مجموع هزینه‌های تاکسی و ون در نظر گرفته شده است. شایان ذکر است با توجه به سهم کم موتورسیکلت در شیوه‌های دسترسی به ایستگاه مترو، از محاسبات هزینه و مقایسه آن با سایر شیوه‌ها صرف نظر می‌گردد. بر اساس جدول ۳-۷ مشخص می‌گردد بیشترین هزینه سفر متعلق به سواری شخصی و کمترین آن متعلق به عابر پیاده است.

جدول ۷-۳ : *هزینه شیوه‌های اصلی دسترسی به ایستگاه*

شیوه	عابر پیاده	دوچرخه	سواری شخصی	حمل و نقل همگانی	حمل و نقل شبه همگانی
میانگین مجموع هزینه‌ها	۳۳۶۷	۳۴۵۵	۹۹۶۰	۴۱۹۹	۵۳۰۱

در ۰ شیوه‌های دسترسی به ایستگاه‌های مترو غرب تهران ارائه شده است. همانطور که پیشتر اشاره شد، مقیاس عملکردی تمامی ایستگاه‌ها فراشهری است. همانطور که در جدول مشخص شده است، در اطراف هیچ یک از ایستگاه‌ها تسهیلات دوچرخه وجود ندارد، از طرفی تمامی ایستگاه‌ها امکان دسترسی سواری شخصی را دارند. همچنین با توجه به اینکه در اطراف چهار ایستگاه کریدور ریلی غرب استان تهران خط عابر پیاده و پل عابر وجود ندارد، در صورت احداث ایستگاه در این محل‌ها لازم است تسهیلات دسترسی پیاده ایجاد شود.

جدول ۸-۳ : *شیوه‌های دسترسی به ایستگاه‌های خط متروی غرب تهران*

ایستگاه	شیوه دسترسی به ایستگاه				
	عابر پیاده	دوچرخه	سواری شخصی	حمل‌ونقل	
				همگانی	شبه همگانی
EXP B۰۱	✓		✓	✓	✓
EXP B۰۲	✓		✓	✓	✓
EXP B۰۳	✓		✓	✓	✓
EXP B۰۳-۱	✓		✓	✓	
EXP B۰٤			✓	✓	✓
EXP B۰٥			✓		
EXP B۰٥-۱	✓		✓		
EXP B۰٥-۲	✓		✓	✓	✓
EXP B۰٥-۳	✓		✓		
EXP B۰٦	✓		✓		
EXP B۰٦-۱			✓		
EXP B۰۷	✓		✓	✓	✓
EXP B۰۷-۱	✓		✓	✓	✓
EXP B۰۷-۲	✓		✓	✓	✓
EXP B۰۷-۳	✓		✓	✓	✓
EXP B۰۷-٤	✓		✓	✓	✓
EXP B۰۸			✓		

۳-۸- پیشنهاد مقدماتی پارک سوار، پارک دوچرخه و پارکینگ‌ها در محدوده‌ی ایستگاه‌ها

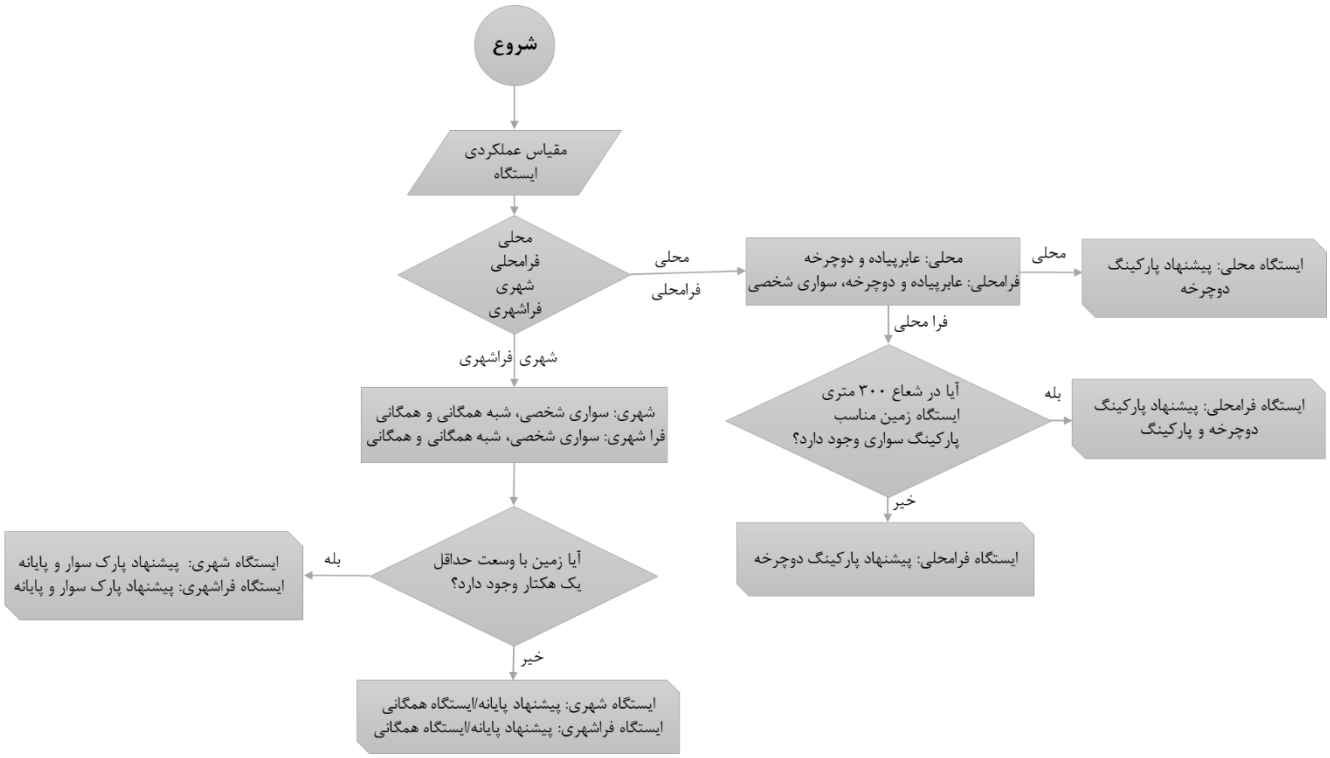
ایده اصلی برای احداث پارک سوارها، کاهش سفر با سواری شخصی و افزایش مطلوبیت استفاده از حمل و نقل همگانی در این محدوده است. منظور از پارک سوار، پارکینگ عمومی بزرگی است که در محل تلاقی سیستم حمل و نقل عمومی شهری و شبکه معابر شریانی شهر واقع می‌شوند تا تسهیلات لازم برای تغییر وسیله سفر را برای رانندگان وسایل نقلیه شخصی به حمل و نقل همگانی فراهم آورد.

دو نوع پارک سوار داخلی و دروازه‌ای قابل اجرا است. پارک سوارهایی که به منظور بهبود دسترسی ساکنان شهر به خطوط مترو شناسایی شده‌اند، درگروه پارک سوارهای داخلی قرار می‌گیرند. همچنین پارک سوارهای دروازه‌ای با هدف خدمت رسانی به افرادی که ساکن شهر تهران نیستند (عمدتاً ساکنان شهرها و شهرک‌های اقماری اطراف شهر)، و یا ساکنین شهر تهران که برای مقاصد کاری (به دلیل کاربری‌های صنعتی در محدوده غرب استان تهران) از خط مترو استفاده می‌کنند، ایجاد می‌شوند. این افراد می‌توانند

با خودروی شخصی خود تا دروازه‌های شهر آمده و پس از پارک خودرو در این اماکن به راحتی و آسودگی خاطر از خدمات حمل و نقل عمومی شهر تهران و حومه بهره‌مند شوند، که به اصطلاح پارک سوار دروازه‌ای گفته می‌شود.

به طورکلی می‌توان گفت که کاربر با پارک وسیله شخصی خود در پارک سوارها فاصله پیاده‌روی کمتری نسبت به پارکینگ‌های اطراف ایستگاه مترو تجربه می‌کند. لذا در صورت امکان تأمین پارک سوار در مجاورت ایستگاه‌های مترو، بخشی از سفرها به آن‌ها توسط وسیله نقلیه شخصی صورت می‌گیرد که این امر می‌تواند باعث بزرگ‌تر شدن حوزه نفوذ ایستگاه شود.

هم‌چنین در مورد پارکینگ نیز بسته به فضاهای موجود در اطراف ایستگاه مترو، می‌توان از پارکینگ‌های مکانیزه هوشمند طبقاتی یا پارکینگ‌های عمومی متناسب با شرایط تقاضای پارک در محدوده و ویژگی‌های بافت آن منطقه استفاده کرد. لازم به ذکر است که در بازدیدهای محلی، محل‌هایی که در شرایط فعلی دارای پارکینگ هستند و یا با توجه به شرایط زمین‌های اطراف امکان احداث پارکینگ و پارک سوار در آن‌ها وجود دارد شناسایی شده و در آلبوم پیوست نشان داده شده‌اند. به دلیل اینکه در حال حاضر در اطراف هیچ یک از پارکینگ‌های موجود در محدوده مورد مطالعه خطوط انبوه بر قرار ندارد، این محل‌ها در حال حاضر نقش پارکینگ دارند. اما با احداث ایستگاه مترو در مجاورت آنها، نقش آن‌ها به پارک سوار تبدیل می‌شود. جهت پیشنهاد مقدماتی پارک سوار، پارکینگ، پارک دوچرخه و سایر تسهیلات حمل و نقلی در اطراف ایستگاه‌های خط مترو غرب تهران، الگوریتم زیر که متناسب با مقیاس عملکردی ایستگاه است، پیشنهاد می‌گردد (شکل ۳-۸).



شکل ۸-۳ : *الگوریتم پیشنهاد پارکینگ دوچرخه، پارکینگ، پارک سوار و پایانه*

فصل ۴: تعیین گستره کریدور ریلی غرب استان تهران از منظر مطالعات ترافیک

مقدمه

براساس مصوبه یکصد و نود و یکمین شورای عالی هماهنگی ترافیک شهرهای کشور مورخ ۳ بهمن ۱۴۰۲ ، کریدور ریلی اکسپرس B با پوشش محدوده مورد مطالعه (مناطق حومه جنوب غرب تهران مانند شهرهای ملارد، اندیشه، شهریار، باغستان و قدس) به تصویب رسید. براساس ضابطه ۷۷۷ سازمان برنامه و بودجه کشور، کریدور پهنه‌ای از شهر است که برای عبور حمل و نقل همگانی در مقیاس مطالعات برنامه‌ریزی و حمل و نقل شهری و حومه پیشنهاد می‌گردد. شایان ذکر است که کریدور پس از انجام مطالعات شهری و ابنیه تبدیل به مسیر خواهد شد. همچنین براساس همین ضابطه به پهنه‌ای از شهر که مطالعات امکان‌سنجی در آن صورت می‌گیرد و جایگاه کریدور برای تحقق اهداف طرح جامع حمل و نقل در آن تدقیق می‌گردد، گستره کریدور ریلی اطلاق می‌شود.

در مطالعات حاضر با توجه به اطلاعات دریافتی کریدور متروی غرب استان تهران، ویژگی‌های اقتصادی-اجتماعی نواحی، کاربری‌ها، ویژگی‌های ترافیکی معابر و غیره بررسی خواهد شد تا با کمک آن و پس از انجام مطالعات شهری و ابنیه بتوان مسیر مناسبی برای عبور خط مترو غرب استان تهران پیشنهاد نمود، لذا برای نیل به این هدف، گزارش پیش‌رو در قالب بخش‌های زیر تدوین گردیده است:

- معرفی شاخص‌های مسیریابی.
- تعیین نقاط اجباری برای عبور کریدور.
- بررسی ویژگی‌های ترافیکی شبکه معابر در طول کریدور.
- بررسی ویژگی‌های ترافیکی تقاطع‌ها در طول کریدور.
- بررسی ویژگی‌های سایر خطوط حمل و نقل همگانی در طول کریدور.
- بررسی کفایت ظرفیت معابر برای عبور هم‌سطح خطوط.
- تدوین گستره کریدور ریلی با در نظر گرفتن برنامه‌ریزی حق تقدم عبور سامانه ریلی در معابر و تقاطع‌ها.

در ادامه‌ی گزارش به تفصیل هر یک از موارد ذکر شده بررسی خواهند شد.

۴-۱- معرفی شاخص‌های مسیریابی

افزایش روز افزون سفرهای درون‌شهری در پی توسعه نواحی شهری و افزایش جمعیت موجب شده که بسیاری از شهرهای جهان با مشکلاتی از قبیل ازدحام ترافیک، افزایش تأخیر در شبکه معابر، آلودگی صوتی، آلودگی هوا، افزایش مصرف سوخت و اتلاف وقت شهروندان روبه‌رو شوند. از این‌رو، ایجاد و توسعه سیستم حمل و نقل همگانی به منظور کاهش ازدحام ترافیک و تبعات آن، از اولویت‌های بسیار مهم در مدیریت شهری است.

از میان سیستم‌های حمل و نقل همگانی، مترو به دلیل ظرفیت زیاد و استفاده از سوخت پاک نسبت به سایر سیستم‌ها، در شهرهای بزرگ بیشتر مورد توجه مدیران و برنامه‌ریزان شهری قرار گرفته است. از جمله امتیازات و ویژگی‌های مترو می‌توان به سرعت و ظرفیت بالا، نظم و قابلیت اطمینان سیستم، منفک بودن از ترافیک سطحی، ایمنی، حداقل عوارض زیست‌محیطی و غیره اشاره کرد. برای رسیدن به حداکثر قابلیت‌های یاد شده، باید طراحی شبکه مترو و همچنین برنامه‌ریزی و مدیریت آن به بهترین نحو صورت گیرد. طراحی و برنامه‌ریزی سیستم حمل و نقل سریع انبوه‌بر، یک مسئله با روند پیچیده تصمیم‌گیری دارای اهداف و قیود چندگانه توأم با عدم اطمینان، پارامترهای غیر کمی و کاری طولانی مدت است [۹]

در طراحی شبکه مترو، مسئله اصلی مسیریابی خطوط و مکان‌یابی ایستگاه‌ها است. به طور معمول، روند طراحی شبکه با تحلیل ساختار شهر آغاز می‌شود. ساختار شهر شامل محل فعالیت‌های عمده اقتصادی، مراکز خرید تجاری مهم، مراکز صنعتی، مناطق تفریحی و توریستی، دانشگاه‌ها، بیمارستان‌ها، فرودگاه‌ها، ایستگاه‌های راه‌آهن، پایانه‌های اتوبوس، شبکه معابر خصوصی و سیستم حمل و نقل همگانی موجود است.

در مرحله‌ی بعد، برای مسیریابی خطوط شبکه، با توجه به مطالعات مبدأ- مقصد، کریدورهایی مشخص و پس از آن، سناریوهایی تولید و مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. ارزیابی سناریو با استفاده از معیارهایی همانند هزینه، امکانات فنی، سطح پوشش جمعیتی یا منطقه‌ای، بهره‌وری و کارآیی، میزان تأثیر بر کاربری زمین، تأثیر بر ترافیک، اثرات زیست‌محیطی، ایمنی و غیره صورت می‌گیرد. این روند به تکرار و ارزیابی نیاز دارد زیرا بعضی از سناریوها باید اصلاح شوند یا حتی گاهی، گزینه جدیدی به مجموعه اضافه می‌شود. در نهایت از بین مجموعه‌ی سناریوهای موجود، تعداد محدودی از سناریوها برگزیده شده و به دقت مورد بررسی و ارزیابی نهایی قرار می‌گیرند و بهترین گزینه انتخاب می‌شود.

طراحان سیستم‌های حمل و نقل همگانی معمولاً چندین هدف را برای مسیریابی خطوط مترو در نظر می‌گیرند که شامل موارد زیر می‌شود:

- سرویس‌دهی به مراکز اصلی شهر و فعالیت‌های موجود.
- دست‌یابی به حداقل زمان سفر.
- فراهم آوردن بیشترین پوشش جمعیتی یا منطقه‌ای.

- ایجاد حداکثر دسترسی به سیستم.
- جذب حداکثری مسافران.
- حداقل کردن هزینه‌های سیستم (طول کل شبکه، هزینه‌های تملک و غیره).
- سایر ملزومات (اهداف برنامه‌ریزی، ارتباط با الگوی کاربری زمین، توسعه اقتصادی، نیازهای جمعیتی و غیره).

با توجه به مطالب یاد شده در بالا، خروجی مطالعه بازنگری جامع ریلی تهران، مطالعات فرادست نظیر ضابطه شماره ۷۷۷ و نظرات کارشناسان فنی شاخص‌های مؤثر در مسیریابی خط مترو در ۵ شاخه اصلی شامل الگوی شبکه، تقاضای سفر، پوشش شبکه، محدودیت‌های فنی و هزینه در جدول ۴-۱ ارائه شده است.

جدول ۱-۴ : *شاخص‌های مؤثر در مسیریابی خطوط جدید قطار شهری تهران*

موضوع (شاخه)	شاخص
الگوی شبکه	○ موقعیت قرارگیری خط جدید نسبت به شبکه موجود مترو ○ امکان تبادل بین خطوط
تقاضای سفر	○ انطباق با الگوی سفرهای سال افق طرح ○ تعداد مسافر سوار شده روزانه ○ متوسط مدت زمان سفر ○ سهم سفر سیستم حمل و نقل همگانی ○ میزان انتقال تقاضا از خودروی شخصی به حمل و نقل همگانی ○ مسافر افزوده شده به ازای هر کیلومتر خط جدید
پوشش شبکه	○ میزان پوشش مراکز اصلی شهر و فعالیت‌های موجود ○ میزان پوشش جمعیت شاغل در محل شغل ○ میزان پوشش جمعیت ساکن ○ میزان پوشش جمعیت دانشجو
محدودیت‌های فنی	○ پل‌ها، تونل‌ها و تقاطع‌های غیر هم‌سطح ○ ساختمان‌ها و سازه‌های حساس و مهم ○ عبور مسیر از معابر با عرض کم ○ عبور مسیر از زیر بافت مسکونی
هزینه	○ هزینه‌های ساخت تونل و ایستگاه ○ هزینه‌های خرید ناوگان و تجهیزات ○ هزینه‌های تعمیر و نگهداری زیرساخت‌های عمرانی، ناوگان و تجهیزات

۱-۱-۴- الگوی شبکه

طراحی صحیح و بهینه شبکه خطوط مترو از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و مسئولین همواره با سؤالاتی همچون چه میزان طول و چه ساختار شبکه‌ای برای یک شهر مناسب است روبه‌رو بوده‌اند. یکی از عوامل مؤثر در طراحی خطوط جدید مترو، در نظر گرفتن الگوی خطوط مترو موجود و امکان تبادل بین خطوط در شبکه است. انواع خطوط ریلی شهری و مشخصات آن‌ها به شرح زیر است:

خطوط شعاعی یا عرضی: این نوع خطوط به منظور اتصال مناطق پیرامونی به مرکز شهر طراحی می‌شوند. به طور معمول در این نوع از خطوط، بیشترین حجم سفرها به سمت مناطق مرکزی شهر است.

خطوط قطری: این خطوط مناطق حومه شهر را به هم متصل کرده و از نواحی مرکزی شهر عبور می‌کند. دو سمت این خطوط در دو سمت مرکز شهر، باید از نظر حجم مسافر متعادل باشد. این خطوط نسبت به خطوط شعاعی ارجحیت دارند زیرا مناطق بیشتری را پوشش می‌دهند و توزیع مناسب‌تری در مرکز شهر دارند. خطوط قطری می‌توانند شکل‌های هندسی مختلفی داشته باشند. خطوط مستقیم یا مورب، خطوط L شکل که مسیر مستقیم کمتری دارند اما امکان تبادل بیشتری با سایر خطوط مترو دارند و خطوط U شکل، سه نوع متداول خطوط قطری می‌باشند.

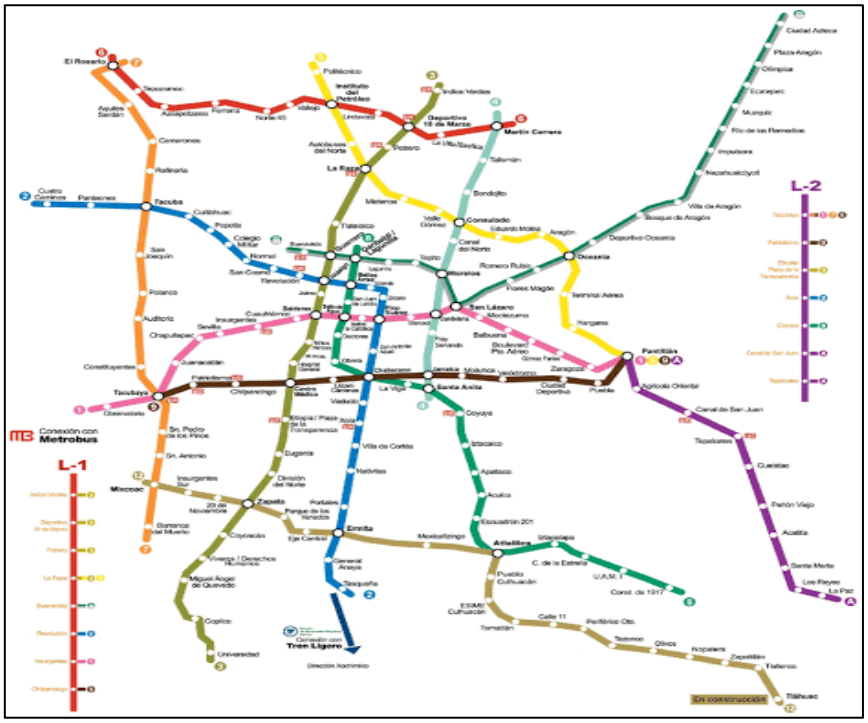
خطوط محیطی: این خطوط پیرامون مرکز شهر قرار دارند و گاهی کل محیط شهری را پوشش می‌دهند، خطوط شعاعی و قطری را قطع کرده و با آن‌ها یک شبکه یکپارچه تشکیل می‌دهند.

خطوط دایره‌ای: اغلب برای اتصال خطوط مترو شعاعی به خارج از منطقه مرکزی و سرویس‌دهی بیشتر به مناطق پیرامونی طراحی می‌شوند. این خطوط سه کارکرد اصلی دارند:

- ارتباط مستقیم بین مراکز با تراکم متوسط تا زیاد در اطراف شهر را برقرار می‌کنند.
- توزیع کننده‌های مناسبی برای خطوط ریلی منطقه‌ای و خطوط مترو شعاعی هستند.
- بسیاری از سفرهای حومه به حومه را امکان‌پذیر می‌سازند (شعاعی- دایره‌ای- شعاعی).

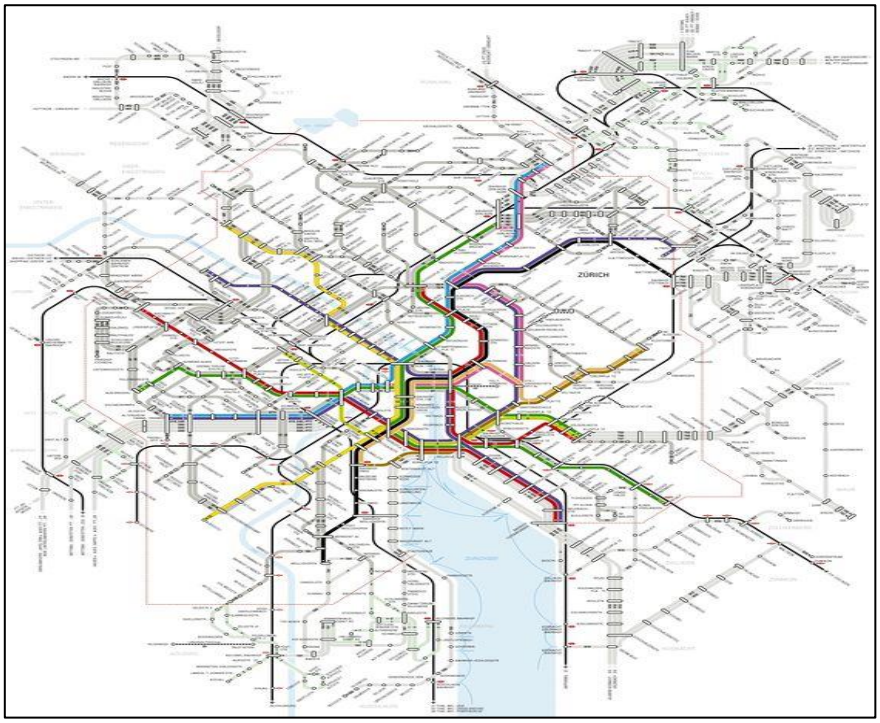
شبکه‌های مترو اغلب ترکیبی از این نوع خطوط هستند که با توجه به تغییرات مورد نیاز و به منظور سازگاری با بافت شهری و ویژگی‌های شبکه طراحی می‌شوند. خطوط نیمه دایره‌ای، خطوط شعاعی + نیمه دایره‌ای، خطوط دایره‌ای داخلی، خطوط دایره‌ای بیرونی و غیره، نمونه‌هایی از شبکه‌های ترکیبی خطوط مترو هستند. الگوهای مختلف خطوط مترو در شبکه‌های مترو ایجاد شده است تا هم حداکثر سطح پوشش و هم حداکثر قابلیت تبادل خطوط را فراهم کند. این الگوها به شرایط محلی (شرایط جغرافیایی، شکل شهر و غیره) نیز بستگی دارند و با هدف ایجاد حداکثر تأثیرات و پوشش شبکه طراحی می‌شوند. بر این اساس و با بررسی انواع خطوط مترو، ساختار شبکه مترو شهرهای جهان در ۶ دسته به شرح زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

- شبکه شطرنجی: در این ساختار، خطوط با توزیعی تقریباً یکنواخت به صورت شبکه‌ای شهر را پوشش می‌دهند (شکل ۴-۱).
- شبکه ستاره‌ای: در این ساختار، خطوط شبکه یکدیگر را در محدوده مرکزی شهر قطع می‌کنند و طرحی شبیه به یک ستاره را ایجاد می‌کنند (شکل ۴-۲).
- شبکه نیمه ستاره‌ای: در این ساختار نیز خطوط در یک محدوده یکدیگر را قطع می‌کنند اما محل تلاقی در یک سمت شهر قرار می‌گیرد و طرح کلی شبیه یک نیم ستاره می‌شود (شکل ۴-۳).
- ساختار متراکم: در این ساختار، خطوط به صورت بسیار متراکم و در هم فرو رفته، به‌خصوص در قسمت‌های اصلی شهر هستند (شکل ۴-۴).
- شبکه خطی: شهرهایی با این ساختار شبکه مترو، دارای یک یا دو خط هستند که از یک سوی شهر به سوی دیگر آن کشیده می‌شوند (شکل ۴-۵).
- شبکه چرخ[۱]: در این ساختار، شبکه از یک یا چند خط حلقه‌ای به همراه چند خط قطری تشکیل شده است (شکل ۴-۶).



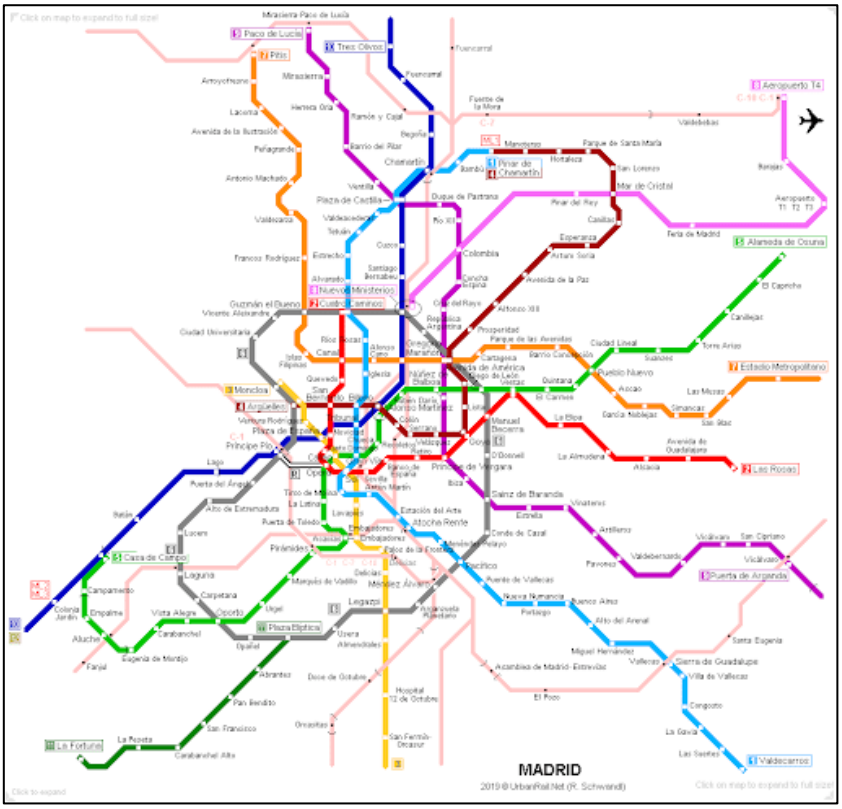
شکل ۱-۴ : *ساختار شطرنجی شبکه مترو (مکزیکوسیتی)*

[۱] Cartwheel



شکل ۲-۴ : *ساختار ستاره‌ای شبکه مترو (زوریخ)*

شکل ۳-۴ : *ساختار نیمه ستاره‌ای شبکه مترو (بوداپست)*



شکل ۴-۴ : *ساختار متراکم شبکه مترو (مادرید)*

شکل ۴-۵ : *ساختار خطی شبکه مترو (کاراکاس)*

شکل ۶-۴ : *ساختار شبکه مترو چرخ (سن پترزبورگ[۱])*

بنابراین خط ریلی غرب استان تهران که بخشی از خط ریلی اکسپرس B است، جزو خطوط قطری محسوب می‌شود که مناطق حومه شهر را به هم متصل کرده و از نواحی مرکزی شهر عبور می‌کند. در واقع بر طبق مصوبه ۱۹۱، این خط از شهرهای غرب استان تهران (ملارد، اندیشه، شهریار و شهر قدس) عبور می‌کند تا این شهرها را از طریق اکسپرس B و تبادل با خطوط متروی تهران به مرکز شهر و سپس به شرق تهران متصل نماید.

قابلیت تبادل بین خطوط مترو، دومین شاخص اصلی در طراحی خطوط جدید از دیدگاه ساختار شبکه است. برای دستیابی به یکپارچگی بین خطوط مختلف مترو، باید انتقال بین خطوط آسان و کارآمد بوده تا تأخیر ناشی از انتقال و نارضایتی مسافر به حداقل برسد. با ایجاد قابلیت تبادل بین خطوط مترو، گزینه‌های مسیریابی بیشتر متناسب با نیازهای مسافران و انعطاف‌پذیری بیشتر شبکه در صورت ایجاد اختلال از طریق ایجاد مسیرهای جایگزین فراهم می‌شود. از سوی دیگر، ایجاد قابلیت تبادل بین خطوط مترو، موجب بهینه‌سازی زمان سفر و متعادل کردن تعداد مسافر در خطوط مختلف شده و عامل اصلی ارتقای بهره‌وری شبکه است. در هر ایستگاه تبادلی، سهولت انجام تبادل

[۱] Saint Petersburg

(وضوح، زمان مورد نیاز برای انجام تبادل و غیره) یک عامل کلیدی برای انجام تبادل است. امکان تبادل با سایر شیوه‌های حمل و نقل و خطوط تغذیه کننده نیز مهم است. علاوه‌بر تبادلات داخلی شبکه مترو، اتصال آن به شبکه‌های دیگر حمل و نقل (اتوبوس، تاکسی و غیره) برای داشتن یک شبکه حمل و نقل ریلی انبوه کارآمد و یکپارچه در سطح کلان‌شهرها بسیار مهم است.

با توجه به مطالب ارائه شده در این بخش، در موضوع مربوط به الگوی شبکه، مهم‌ترین شاخص‌های مورد نظر درخصوص مسیریابی خطوط جدید قطار شهری تهران به شرح زیر است:

- موقعیت قرارگیری خط جدید نسبت به شبکه موجود مترو.
- امکان تبادل بین خطوط.

۲-۱-۴- تقاضای سفر

شبکه‌های حمل و نقل در کلان‌شهرها برای آنکه بتوانند به تقاضای مسافران پاسخگو باشند، باید دارای ویژگی‌هایی همچون بیشینه پوشش، زمان سفر مطلوب، دسترسی مناسب و ظرفیت کافی باشند. همچنین شایان ذکر است، علاوه‌بر جنبه‌های عملکردی فوق، در طراحی شبکه حمل و نقل همگانی باید جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و زیست‌محیطی نیز در نظر گرفته شود.

هدف اصلی سیستم‌های حمل و نقل همگانی، جابه‌جایی انبوه مسافران در ساعات اوج ترافیک غالباً با اهداف کاری و تحصیلی است. از این‌رو، برای رسیدن به این هدف مهم، نوع سیستم حمل و نقل همگانی که برای یک منطقه یا شهر انتخاب می‌شود باید ظرفیت کافی برای جابه‌جایی مسافران را داشته باشد و همچنین مسیریابی خطوط این سیستم نیز تا حد امکان نزدیک به خطوط تمایل سفر شهر باشد.

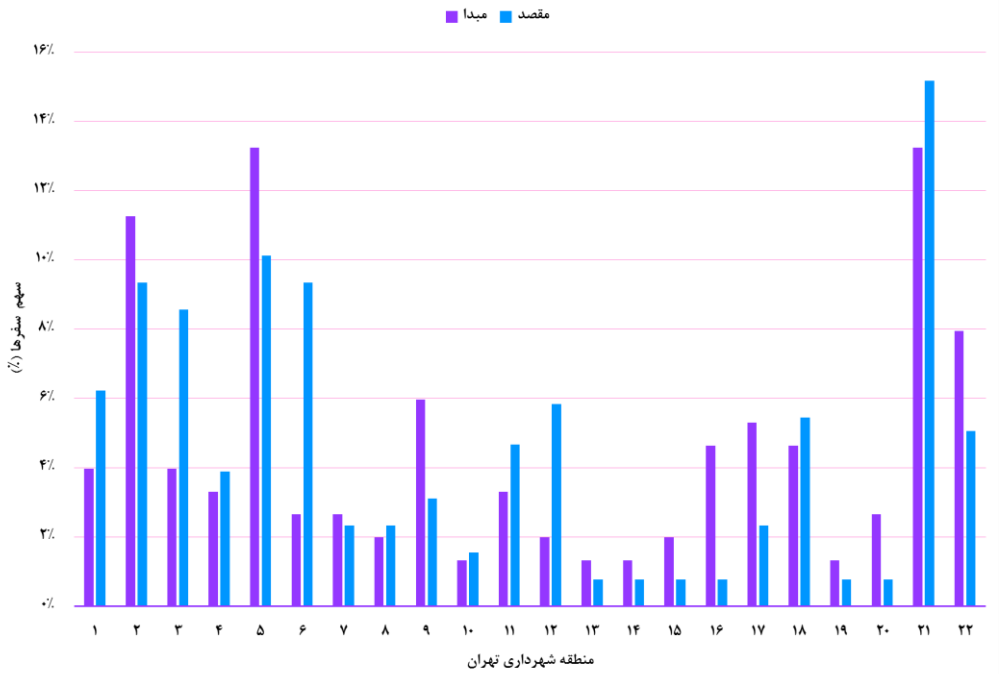
سهم سفرهای تولید و جذب شده مناطق تهران از کل سفرهای مجموعه شهرهای غرب استان تهران-تهران از اطلاعات دروازه‌ای برداشت شده و مدل کلان‌نگر شهر تهران به ترتیب در جدول ۴-۲ و شکل ۴-۷ و نیز جدول ۴-۳ و شکل ۴-۸ نمایش داده شده است. همانطور که از جداول و نمودارها قابل برداشت است، بیشترین سفر تولید شده مربوط به مناطق ۲، ۵ و ۲۱ و بیشترین سفر جذب شده مربوط به مناطق ۲۱، ۹، ۵ و ۲ است. همچنین میزان جذب و تولید سفر مناطق شهر تهران از شهرهای غرب استان تهران به ترتیب در شکل ۴-۹ و شکل ۴-۱۰ نمایش داده شده است. مناطقی که پررنگ‌تر نشان داده اند، دارای جذب یا تولید سفر بیشتری هستند.

جدول ۲-۴ *سهم سفرهای تولید و جذب شده مناطق تهران از کل سفرهای مجموعه شهرهای غرب استان تهران-تهران از اطلاعات دروازه‌ای برداشت شده*

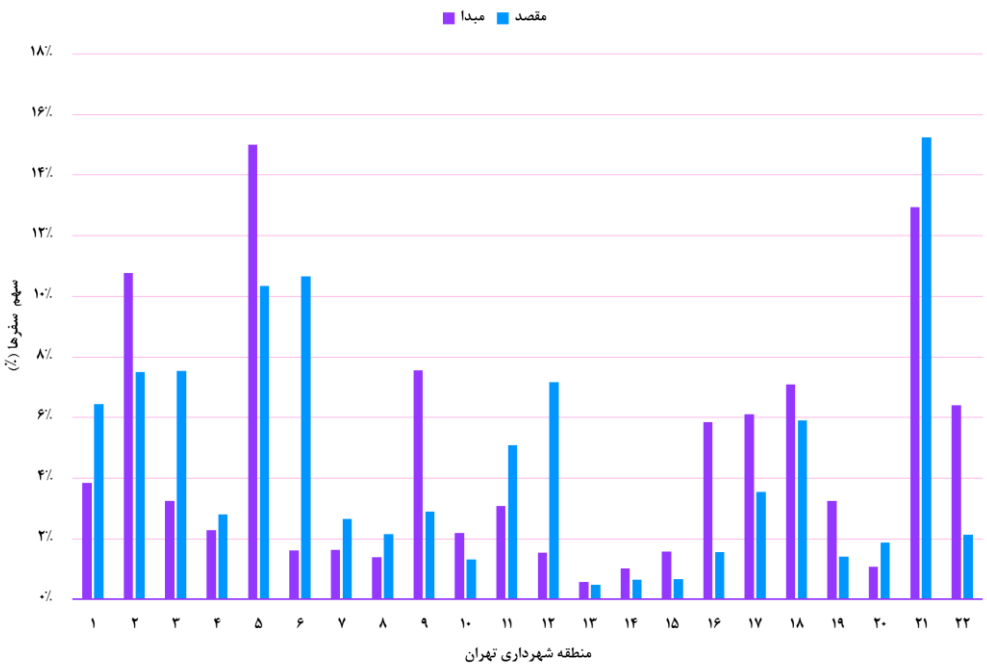
منطقه	مبدا	مقصد	سهم مبدا	سهم مقصد
۱	۶	۱۶	٪۳/۹۷	٪۶/۲۳
۲	۱۷	۲۴	٪۱۱/۲۶	٪۹/۳۴
۳	۶	۲۲	٪۳/۹۷	٪۸/۵۶
۴	۵	۱۰	٪۳/۳۱	٪۳/۸۹
۵	۲۰	۲۶	٪۱۳/۲۵	٪۱۰/۱۲
۶	۴	۲۴	٪۲/۶۵	٪۹/۳۴
۷	۴	۶	٪۲/۶۵	٪۲/۳۳
۸	۳	۶	٪۱/۹۹	٪۲/۳۳
۹	۹	۸	٪۵/۹۶	٪۳/۱۱
۱۰	۲	۴	٪۱/۳۲	٪۱/۵۶
۱۱	۵	۱۲	٪۳/۳۱	٪۴/۶۷
۱۲	۳	۱۵	٪۱/۹۹	٪۵/۸۴
۱۳	۲	۲	٪۱,۳۲	٪۰,۷۸
۱۴	۲	۲	٪۱/۳۲	٪۰/۷۸
۱۵	۳	۲	٪۱/۹۹	٪۰/۷۸
۱۶	۷	۲	٪۴/۶۴	٪۰/۷۸
۱۷	۸	۶	٪۵/۳۰	٪۲/۳۳
۱۸	۷	۱۴	٪۴/۶۴	٪۵/۴۵
۱۹	۲	۲	٪۱/۳۲	٪۰/۷۸
۲۰	۴	۲	٪۲/۶۵	٪۰/۷۸
۲۱	۲۰	۳۹	٪۱۳/۲۵	٪۱۵/۱۸
۲۲	۱۲	۱۳	٪۷/۹۵	٪۵/۰۶
جمع	**۱۵۱**	**۲۵۷**	**٪۱۰۰**	**٪۱۰۰**

جدول ۳-۴ *سهم سفرهای تولید و جذب شده مناطق تهران از کل سفرهای مجموعه شهرهای غرب استان تهران-تهران از مدل کلان‌نگر تهران*

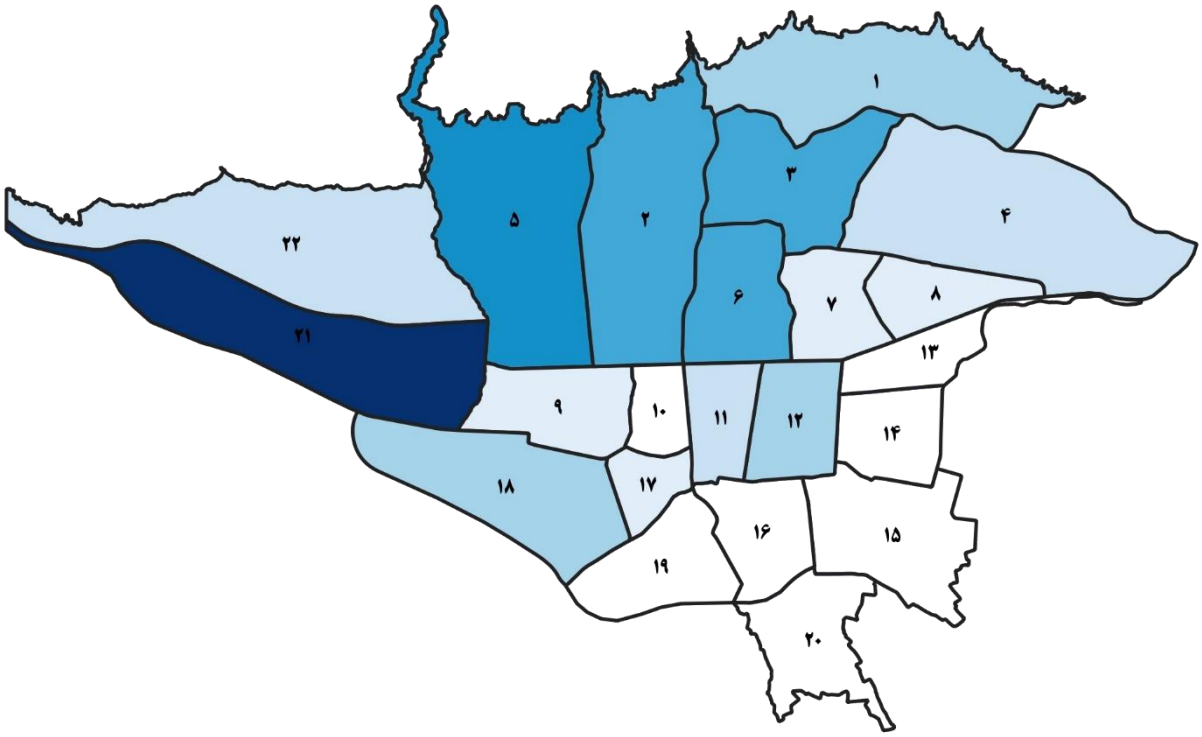
منطقه	مبدا	مقصد	سهم مبدا	سهم مقصد
۱	۹۰۷	۴۱۷۶	٪۳/۸۴	٪۶/۴۴
۲	۲۵۴۱	۴۸۵۵	٪۱۰/۷۷	٪۷/۴۹
۳	۷۶۸	۴۸۸۷	٪۳/۲۵	٪۷/۵۴
۴	۵۳۷	۱۸۲۰	٪۲/۲۸	٪۲/۸۱
۵	۳۵۴۰	۶۷۰۶	٪۱۵	٪۱۰/۳۵
۶	۳۷۹	۶۹۰۵	٪۱/۶۱	٪۱۰/۶۵
۷	۳۸۴	۱۷۱۷	٪۱/۶۳	٪۲/۶۵
۸	۳۳۰	۱۳۹۱	٪۱/۴۰	٪۲/۱۵
۹	۱۷۸۵	۱۸۷۵	٪۷/۵۶	٪۲/۸۹
۱۰	۵۱۸	۸۵۶	٪۲/۱۹	٪۱/۳۲
۱۱	۷۲۸	۳۲۹۷	٪۳/۰۸	٪۵/۰۹
۱۲	۳۶۴	۴۶۴۹	٪۱/۵۴	٪۷/۱۷
۱۳	۱۳۵	۳۰۵	٪۰/۵۷	٪۰/۴۷
۱۴	۲۳۹	۴۱۴	٪۱/۰۱	٪۰/۶۴
۱۵	۳۷۱	۴۳۷	٪۱/۵۷	٪۰/۶۷
۱۶	۱۳۷۹	۱۰۱۳	٪۵/۸۴	٪۱/۵۶
۱۷	۱۴۴۳	۲۲۹۴	٪۶/۱۱	٪۳/۵۴
۱۸	۱۶۷۳	۳۸۱۹	٪۷/۰۹	٪۵/۸۹
۱۹	۷۶۵	۹۱۴	٪۳/۲۴	٪۱/۴۱
۲۰	۲۵۲	۱۲۱۳	٪۱/۰۷	٪۱/۸۷
۲۱	۳۰۵۶	۹۸۷۹	٪۱۲/۹۵	٪۱۵/۲۴
۲۲	۱۵۱۰	۱۳۸۶	٪۶/۴۰	٪۲/۱۴



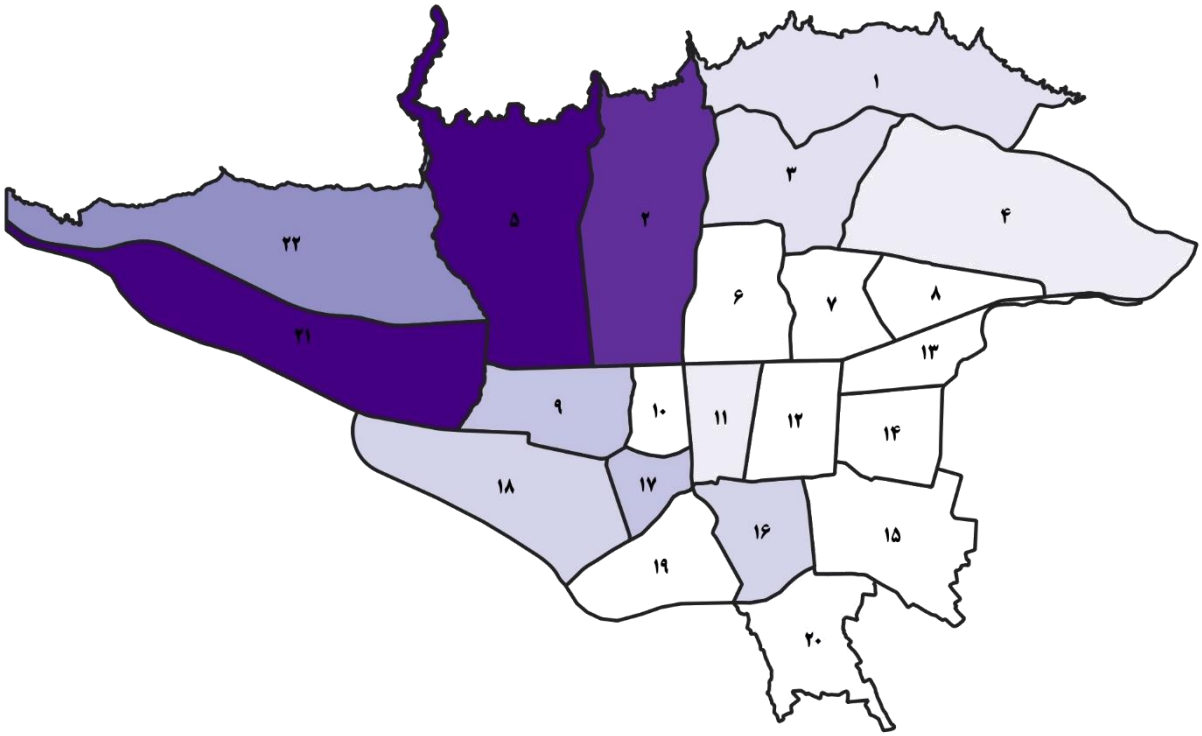
شکل ۴-۷ *سهم سفرهای تولید و جذب شده مناطق تهران از کل سفرهای مجموعه شهرهای غرب استان تهران-تهران از اطلاعات دروازه‌ای برداشت شده*



شکل ۴-۸ *سهم سفرهای تولید و جذب شده مناطق تهران از کل سفرهای مجموعه شهرهای غرب استان تهران-تهران از مدل کلان‌نگر تهران*



شکل ۹-۴ *میزان جذب سفر مناطق شهر تهران از شهرهای غرب استان تهران*



شکل ۱۰-۴ *میزان سفر تولید شده از مناطق شهر تهران به شهرهای غرب استان تهران*

برنامه‌ریزی دقیق و ایجاد یک سیستم حمل و نقل همگانی مناسب، زمانی ممکن می‌شود که تقاضای سیستم با دقت قابل قبولی تعیین شده باشد. به طور کلی، میزان تقاضای سفر و الگوی انجام سفرهای هر شهر، تابعی از ساختار شهر و کاربری زمین است. تعداد مسافرانی که بین دو یا چند خط در ایستگاه‌های سیستم‌های حمل و نقل همگانی جابه‌جا می‌شوند، به عنوان تقاضای سیستم‌های حمل و نقل همگانی در نظر گرفته می‌شوند. هرچه یک شبکه حمل و نقل همگانی، مسافر بیشتری جابه‌جا کند، می‌تواند از منظر اقتصادی نیز به صرفه‌تر باشد و منافعش افزایش یابد (به دلیل آنکه تقاضا تقریباً ثابت است و با افزایش تعداد مسافران همگانی، تعداد مسافران شبکه خصوصی کاهش یافته و به تبع آن شاخص‌هایی همچون مصرف سوخت، تولید آلاینده‌ها و زمان سفر شبکه خصوصی بهبود یابد). مهم‌ترین عوامل در جذب مسافر سیستم‌های حمل و نقل همگانی به شرح زیر است:

- میزان پوشش شبکه.
- سرفاصله زمانی سرویس‌دهی.
- زمان سفر.
- انطباق خطوط شبکه با خطوط تمایل سفر.
- تبادل راحت مسافر بین خطوط مختلف سیستم حمل و نقل همگانی.

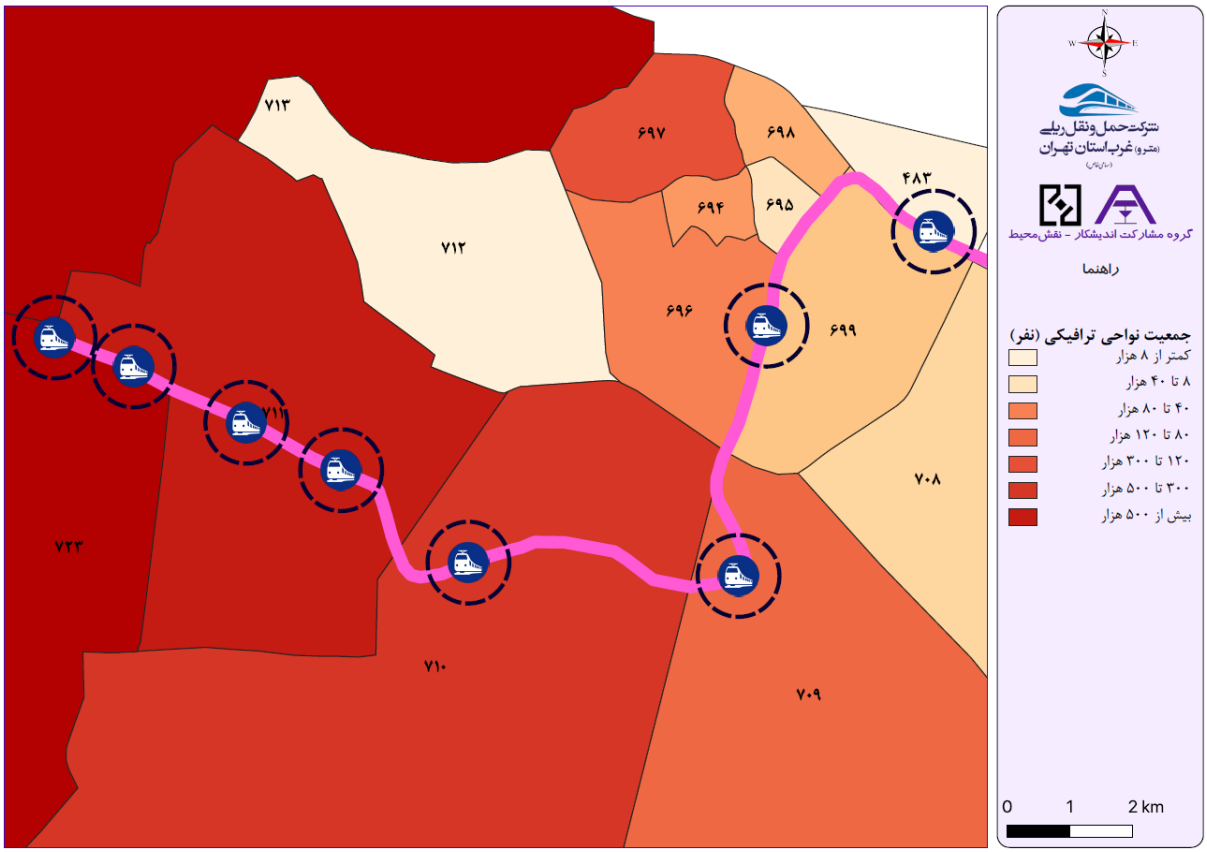
بر این اساس، به منظور مسیریابی مناسب خطوط مترو از جنبه تقاضای سفر، ضمن تعریف شاخص‌های مرتبط، سناریوهای مختلف از نظر این شاخص‌ها مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته و سناریویی که بیشترین تقاضای سفر را پوشش می‌دهد به عنوان سناریو برتر از این منظر انتخاب می‌شود. با توجه به مطالب ارائه شده در این بخش، در موضوع مربوط به تقاضای سفر، مهم‌ترین شاخص‌های مورد نظر در خصوص مسیریابی خطوط جدید ریلی به شرح زیر است:

- انطباق با الگوی سفر افق طرح.
- تعداد مسافر سوار شده روزانه.
- متوسط مدت زمان سفر.
- سهم سفر سیستم حمل و نقل همگانی.
- میزان تغییر شیوه سفر از خودروی شخصی به حمل و نقل همگانی.
- تعداد سفر افزوده شده به ازای هر کیلومتر خط جدید.

۳-۱-۴- پوشش شبکه

پوشش مترو، یکی از عوامل اصلی ارزیابی کارایی شبکه است. در وضع موجود، شهرهای غرب استان تهران فاقد پوشش ریلی هستند. این در حالی است که حمل و نقل همگانی (به خصوص حمل و نقل همگانی برون شهری) نیز در این شهرها بسیار محدود بوده و تنها دو پایانه اتوبوسرانی یکی در اندیشه و دیگری در شهر قدس موجود است.

در شکل ۴-۱۱ جمعیت شهرهای غرب استان تهران به تفکیک نواحی ترافیکی به تصویر کشیده شده است. براساس این شکل مشخص می‌گردد که در سال ۱۴۲۰ شهرهای مارلیک، اندیشه و شهریار جمعیت زیادی را در خود جای خواهند داد. در حالی که این شهرها در حال حاضر فاقد پوشش ریلی و خطوط انبوه بر بوده و با راه‌اندازی کریدور ریلی غرب استان تهران، جمعیت زیادی از این نواحی مسکونی و صنعتی پوشش داده خواهد شد.



شکل ۴-۱۱ : *جمعیت شهرهای غرب استان تهران در سال ۱۴۲۰ به تفکیک نواحی ترافیکی و موقعیت قرارگیری کریدور ریلی غرب استان تهران (گزینه مصوب)*

با توجه به مطالب ارائه شده در این بخش، در موضوع مربوط به پوشش شبکه، مهم‌ترین شاخص‌های مورد نظر درخصوص مسیریابی خطوط جدید قطار شهری تهران به شرح زیر است:

- میزان پوشش مراکز اصلی شهر و فعالیت‌های موجود.
- میزان پوشش جمعیت ساکن.

۴-۱-۴- محدودیت‌های فنی

ایجاد فضاهای زیرزمینی و حفاری تونل در زیر مناطق شهری به خصوص در نواحی که دارای سازه‌هایی متراکم با بافت فرسوده و غیرمهندسی هستند، حتی با استفاده از ماشین‌آلات حفاری پیشرفته، می‌تواند با چالش‌هایی همراه باشد. از مشکلاتی که در اجرای تونل‌های شهری می‌توان به آن‌ها اشاره نمود، محدودیت در انتخاب روش اجرا براساس شرایط زمین است که به‌کارگیری دستگاه حفاری مکانیزه را در بسیاری از موارد اجتناب ناپذیر می‌نماید و لازمه آن سرمایه‌گذاری سنگین جهت تأمین دستگاه است. تأمین فضاهای کارگاهی در مناطق شهری، امکان حمل و جابه‌جایی مواد و مصالح حفاری و تجهیزات مورد نیاز از دیگر مشکلات و محدودیت‌های تونل‌سازی شهری است. علاوه‌بر موارد ذکر شده، می‌توان از مواردی همچون تأثیر تونل و ساختمان‌های سطحی و زیرسطحی بر یکدیگر در شرایط نشست زمین، مشکلات عبور از مجاورت ایستگاه‌ها و تونل‌های مترو اجرا شده، عبور از محدوده قنات‌ها، گسل‌ها و تونل‌های انتقال آب و فاضلاب به عنوان مشکلات احداث تونل و ایستگاه در محدوده‌های شهری نام برد. مراحل مطالعات طراحی و اجرای تونل‌های خطوط مترو به شرح زیر است:

- بررسی وضعیت ژئوتکنیکی مسیر ایجاد تونل و امکان اجرای تونل براساس شرایط ژئوتکنیکی و محدودیت‌های اجرایی.
- بررسی تداخل مسیر تونل با عوارض روزمینی و زیرزمینی (بزرگراه، پایه پل‌ها، تونل‌های انتقال آب، فاضلاب و مترو).
- عمق تونل براساس اهداف اجرای آن و همچنین توجه به تأثیر اجرای تونل بر وضعیت ساختمان‌های ایجاد شده.
- طراحی پلان مسیر و خط پروژه.

همان‌طور که اشاره شد، یکی از مهم‌ترین مشکلات در زمان اجرا و بهره‌برداری تونل‌های مترو، برخورد آن‌ها با موانع روسطحی و زیرسطحی همانند عبور از زیر پی ساختمان‌های بلند، پل‌ها، مناطق مسکونی با تراکم زیاد، خیابان‌های اصلی شهری، تونل‌های شبکه معابر خصوصی و شبکه همگانی، تونل‌های انتقال آب، تونل‌های فاضلاب، تونل‌های انتقال کابل برق، تونل‌های دیگر خطوط مترو، زیرگذرها و غیره است. عبور از مجاورت این گونه سازه‌ها در زمان اجرا ممکن

است با ایجاد ناپایداری این سازه‌ها همراه باشد. در زمان بهره‌برداری از تونل‌های مترو، نشست عوارض سطحی ذکر شده که می‌تواند ناشی از عواملی مانند زهکش نمودن آب به داخل تونل و تغییر وضعیت تنش‌ها باشد، مشکلات جدی در پایداری سازه تونل ایجاد کرده و همچنین ممکن است باعث نشست سازه‌های سطحی ذکر شده شود. این مشکلات برای تونل‌های متروی مجاور و تونل‌های هدایت آب، زمانی حادتر می‌شود که هر گونه حادثه‌ای مانند زلزله و غیره که باعث تخریب تونل‌های هدایت آب و مترو شده، آب‌های درون این تونل‌ها به داخل تونل مترو هدایت شده که با توجه به وجود کابل‌های برق فشار قوی در تونل‌های مترو، کنترل حوادث و خطرات احتمالی آن مشکل‌تر می‌شود. بر این اساس لازم است انتخاب مسیر خطوط تونل‌های مترو براساس فاصله مناسب از موانع روسطحی و زیرسطحی، رعایت موارد ایمنی و دیگر خطرات احتمالی انجام شود، ضمن اینکه در صورت نیاز بهسازی زمین نیز انجام گیرد.

احداث مسیرهای مترو در زیر معابر موجود، به دلیل عدم نیاز به تملک، هزینه سرمایه‌گذاری کمتری دارد و از این نظر مطلوب خواهد بود، ولی با توجه به عرض مورد نیاز تونل‌های مترو و در نظر گرفتن این موضوع که عبور خطوط مترو از زیر معابر کم عرض، موجب ایجاد نشست‌های غیرمتقارن در ساختمان‌های واقع در سطح زمین می‌شود، ضرورت رعایت عبور از معابری با حداقل عرض حس می‌گردد و عبور مسیر مترو از زیر معابر کم عرض پیشنهاد نمی‌شود.

با توجه به مطالب ارائه شده در این بخش، در موضوع مربوط به محدودیت‌های فنی، مهم‌ترین شاخص‌های مورد نظر در خصوص مسیریابی خطوط جدید قطار شهری تهران به شرح زیر است:

- عبور مسیر مترو از زیر پل‌ها، تونل‌ها و تقاطع‌های غیر هم‌سطح.
- عبور مسیر مترو از زیر ساختمان‌ها و سازه‌های حساس و مهم.
- عبور مسیر مترو از زیر معابر کم عرض.
- عبور مسیر مترو از زیر بافت مسکونی.

۵-۱-۴- هزینه

یکی از عوامل مهم در انتخاب و مسیریابی سیستم‌های حمل و نقل همگانی، هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه و مخارج تعمیر و نگهداری این سیستم‌ها است، زیرا بدون تأمین بودجه، اجرای هیچ طرحی امکان‌پذیر نخواهد بود. هزینه‌های سیستم مترو شامل هزینه‌های سرمایه‌گذاری، عملیاتی و بهره‌برداری است. هزینه سرمایه‌گذاری سیستم‌های حمل و نقل همگانی، تابعی از حریم یا حق تقدم مسیر[1]، زیرساخت‌های مورد نیاز سیستم مانند تونل و ویژگی‌های ایستگاه (ابعاد، پیچیدگی، تجهیزات و غیره)، طول کل شبکه، میزان تملک مورد نیاز و غیره است. هزینه‌های عملیاتی و

[1] Right-of-Way

بهره‌برداری مترو نیز به چند بخش تفکیک می‌شود که شامل هزینه‌های خرید ناوگان، تجهیزات، تعمیر و نگهداری آن‌ها و زیرساخت‌های عمرانی، هزینه‌های جاری کارکنان و بیمه، برق و غیره است.

با توجه به مطالب ارائه شده در این بخش، در موضوع مربوط به هزینه‌ها، مهم‌ترین شاخص‌های مورد نظر در خصوص مسیریابی خط جدید مترو غرب تهران به شرح زیر است:

- هزینه‌های ساخت تونل و ایستگاه.
- هزینه‌های خرید تجهیزات و ناوگان.
- هزینه‌های تعمیر و نگهداری ناوگان، تجهیزات و زیرساخت‌های عمرانی.

۴-۲- تعیین نقاط اجباری برای عبور کریدور

در گزارش‌های پیشین و همچنین در بخش قبل گزارش پیش‌رو مواردی همچون طراحی الگوی شبکه خطوط قطارهای شهری، امکان تبادل ایستگاه‌های خطوط مترو با یکدیگر، شناسایی بهترین گزینه‌ها برای پوشش تقاضای سفر در سطح شهر تهران و مناطق حومه‌ای با در نظر گرفتن پوشش شبکه، محدودیت‌های فنی موجود و هزینه‌های مورد نیاز برای احداث خطوط مترو به تفصیل مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت.

در گزارش پیش‌رو تلاش خواهد شد که براساس اطلاعات و تحلیل‌های صورت گرفته نسبت به جانمایی و تدقیق کریدورهای خط متروی غرب استان تهران اقدام شود. براساس بررسی‌های اولیه صورت گرفته، کریدور خط مترو غرب تهران نسبت به وضعیت مصوب می‌تواند در بازه ۵۰۰ متری از طرفین خط بدون نیاز به اخذ مصوب جدید، جابه‌جایی داشته باشد. مهم‌ترین مرحله طراحی پروژه‌های مختلف زیربنایی در زمینه شریان‌های حمل و نقل زمینی مانند راه و راه آهن، تعیین کریدور اولیه مسیر است. نکته اصلی در طرح کریدور مسیر، عبور نکردن آن از مناطق صعب‌العبور و حفاظت شده است. بدین منظور در گام اول برای تدقیق محل کریدور باید نقاط و محدوده‌های اجباری برای عبور، عدم عبور (به دلایل فنی، کاربری‌های خاص و حساس و غیره) یا نقاط پیشنهادی برای عبور خط مترو تعیین گردد.

بنابراین در این بخش نقاط اجباری خط مترو غرب استان تهران براساس مطالعات مصوب پیشین، دیدگاه‌های کارشناسی مطرح شده در بازدیدهای میدانی، نظرات کارفرمای محترم و ناظران پروژه و بررسی‌های فنی تعیین گردیده است. به طور کلی می‌توان گفت این نقاط براساس دسته‌بندی زیر قابل تفکیک هستند:

- نقطه شروع و پایان اجباری کریدور مترو غرب تهران.
- نقاط تبادلی با سایر خطوط مترو و قطارهای حومه‌ای.
- نقاط پر تقاضا یا دارای کاربری خاص.
- محدوده‌های اجباری عدم عبور کریدور مترو غرب تهران.
- نقاط پیشنهادی با بیش از یک تسهیلات حمل و نقل همگانی و پارکینگ.

که در ادامه هر دسته از نقاط اجباری و پیشنهادی عبور و عدم عبور به تفصیل بررسی شده است.

۱-۲-۴- نقطه شروع و پایان اجباری کریدور مترو غرب تهران

نقطه شروع و پایان مترو غرب استان تهران طراحی شده براساس پیش فرض‌های اساسی جهت حفظ الگوی شبکه و پیوستگی خطوط مترو به یک‌دیگر، پوشش تقاضای سفر و سایر پارامترها در مطالعات و اسناد فرادست تعیین شده‌اند. تغییر مکان این نقاط به نحوی که پیوستگی خطوط یا الگوی شبکه را تغییر ندهد، نیاز به بررسی و تحلیل شاخص‌های ارزیابی کل شبکه ریلی و همگانی دارد. لذا توصیه می‌گردد حتی‌الامکان برای تدقیق و بررسی کریدور در جابه‌جایی این نقاط احتیاط بیشتری مدنظر قرار گیرد و این نقاط ترجیحاً جابه‌جا نگردند.

کریدور ریلی محدوده غرب استان تهران در ایستگاه ابتدایی خود (سه راه مارلیک) با خط ۲ متروی کرج و در نقطه انتهایی خود (ایستگاه ملکی) با خط حومه ای تهران هشتگرد و خط ۱۰ مترو تهران تبادل داشته و این دو نقطه، نقاط شروع و پایان اجباری کریدور را تشکیل می‌دهند.

۲-۲-۴- نقاط تبادلی با سایر خطوط مترو و حومه‌ای

نقاط تبادلی با سایر خطوط مترو و قطارهای حومه‌ای از دسته نقاطی هستند که تغییر یا حذف آن‌ها میزان تقاضای سفر در کریدور را مورد چالش قرار می‌دهد. حذف این نقاط سبب تغییر در شکل، استخوان‌بندی شبکه و الگوی سفر مسافران خواهد شد. همچنین میزان تقاضا در سایر خطوط را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد، لذا حفظ این نقاط سبب حفظ پیوستگی شبکه خطوط مترو به یکدیگر می‌گردد. با توجه به اینکه کریدور ریلی غرب استان تهران تنها در نقاط ابتدایی و انتهایی خود با سایر خطوط مترو تبادل دارد، تنها دو ایستگاه ابتدایی و انتهایی آن شامل این بند می‌شوند.

۳-۲-۴- نقاط پر تقاضا یا با کاربری خاص

نقاط پر تقاضا یا دارای کاربری خاص نقاطی هستند که تقاضای سفر آن‌ها تغییرات چشم‌گیری در شبکه ایجاد می‌کنند. با توجه به مسیر پیشنهادی خط ریلی غرب استان تهران، سه کاربری دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس، استادیوم شهدای شهر قدس و بیمارستان تامین اجتماعی شهریار به ترتیب در اطراف ایستگاه‌های EXP B۰۸ و EXP B۰٤ جزء نقاط پرتقاضا در محدوده این ایستگاه ها به شمار می آیند.

۴-۲-۴- محدوده‌های اجباری عدم عبور کریدور مترو غرب استان تهران

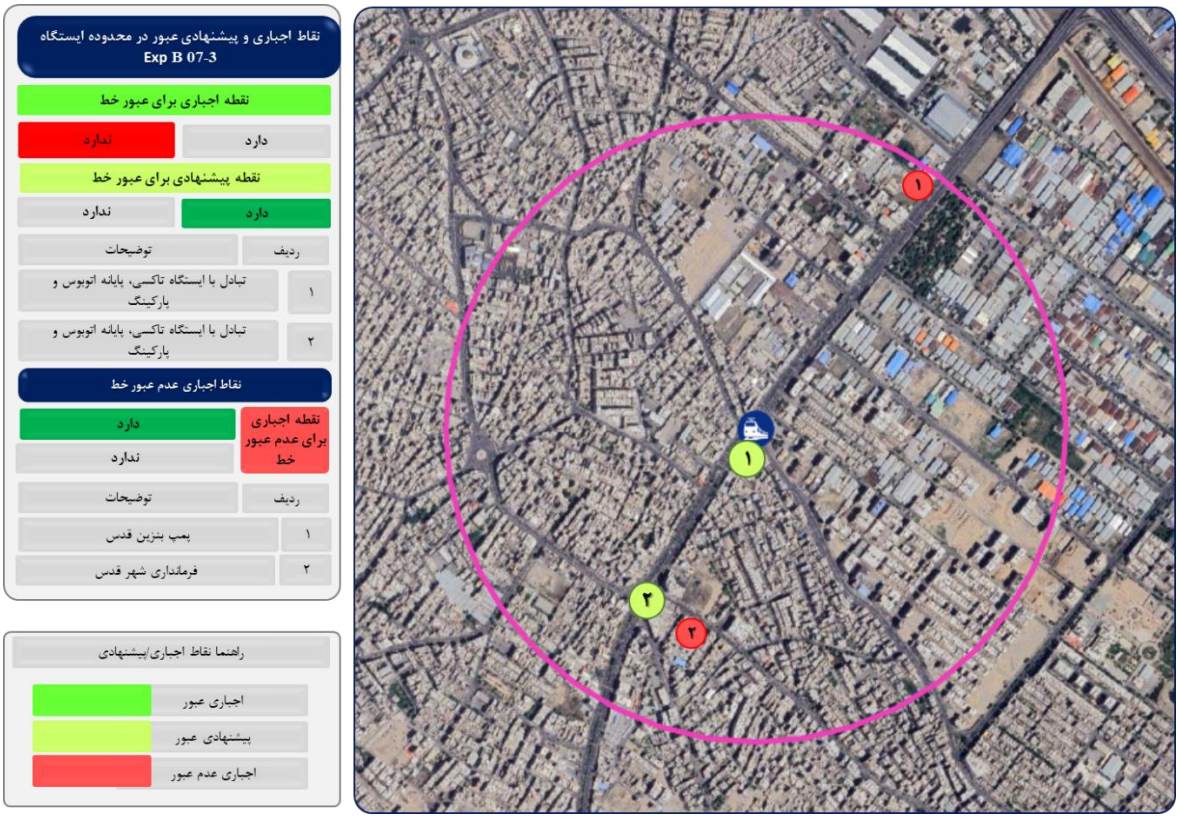
موضوع عدم عبور خطوط مترو از برخی محدوده‌ها، یک امر اجتناب ناپذیر است. عبور کریدور مترو از زیر محدوده‌های نظامی و تاریخی باعث ایجاد وقفه‌های غیر ضروری (به دلیل انجام هماهنگی‌های لازم با ارگان‌های مربوطه) در روند احداث پروژه می‌گردد. با توجه به اینکه محدوده‌های نظامی اصولاً تأثیر آن‌چنانی در جذب مسافر ندارند لذا توصیه می‌گردد که کریدورهای مترو با فاصله مناسب از محدوده‌های نظامی عبور نمایند. در محدوده‌های تاریخی علی رغم وجود تقاضای مسافر، به دلیل رو به رو شدن با سازمان میراث فرهنگی توصیه می‌گردد حداقل فاصله برای احداث و بهره‌برداری کریدور لحاظ شود. همچنین محل پمپ‌های گاز و بنزین و نیز معادن موجود در محدوده مورد مطالعه نیز به عنوان نقاط اجباری عدم عبور درنظر گرفته می‌شوند. لذا در طول خط متروی غرب استان تهران بعضی محدوده‌ها در اطراف کریدور موجود است که به عنوان محدوده اجباری عدم عبور خط از آن محدوده در نظر گرفته شده‌اند، که در جدول ۴-۴ به آن‌ها اشاره گردیده است.

جدول ۴-۴ : *محدوده‌های اجباری عدم عبور کریدور*

ردیف	محدوده ایستگاه	محدوده‌های عدم عبور کریدور
۱	EXP B۰۱	پمپ بنزین در بلوار هفت تیر، جایگاه گاز در تقاطع رسول اکرم و بلوار بیات
۲	EXP B۰۲	پمپ گاز و بنزین در بهاره شرقی، پمپ بنزین و جایگاه گاز در خیابان درختی، کلانتری در بلوار یاس شمالی
۳	EXP B۰۳	جایگاه سوخت در بلوار آزادی، مرکز مخابرات در بلوار آزادی
۴	EXP B۰۳-۱	پمپ گاز در بلوار آزادی و بلوار شهیدان اینانلو، پمپ بنزین در بلوار شهیدان اینانلو
۵	EXP B۰٤	شورای هماهنگی مبارزه با مواد مخدر، گزینش نیروی انتظامی و فرماندهی دژبان کل ناجا در ضلع غربی بلوار دولت و پرستار، اداره گاز شهریار، پلیس آگاهی و اداره مبارزه با مواد مخدر در ضلع شرقی بلوار دولت، دادگستری، دادسرای نظامی و اداره آب و فاضلاب شهریار در شمال جاده شهریار و جایگاه سوخت در بلوار کلهر
۶	EXP B۰۵	ستاد اجرایی فرمان حضرت امام در شمال بلوار طباطبایی و پلیس فتا در شرق بلوار شهید درخشان

ردیف	محدوده ایستگاه	محدوده‌های عدم عبور کریدور
۷	EXP B۰۵-۱	کلانتری ۱۱ مرکزی در بلوار نواب صفوی
۸	EXP B۰۵-۲	پلیس فتا شهریار در بلوار شهید درخشان و ستاد اجرایی فرمان امام ره شهریار
۹	EXP B۰۵-۳	پلیس فتا شهریار در بلوار شهید درخشان و ستاد اجرایی فرمان امام ره شهریار
۱۰	EXP B۰٦	موتور آب در شمال روستای بابا سلمان
۱۱	EXP B۰٦-۱	پمپ گاز در ضلع شرقی بلوار کلهر و سپاه شهرستان قدس در شرق بلوار کلهر
۱۲	EXP B۰۷	پمپ بنزین و گاز در غرب و پلیس آگاهی در شرق بلوار کلهر
۱۳	EXP B۰۷-۱	پمپ گاز در ضلع شرقی بلوار کلهر و سپاه شهرستان قدس در شرق بلوار کلهر
۱۴	EXP B۰۷-۲	پلیس امنیت شهر قدس در ضلع شرقی بلوار کلهر
۱۵	EXP B۰۷-۳	پمپ بنزین قدس در ضلع غربی بلوار انقلاب،فرمانداری شهر قدس
۱۶	EXP B۰۷-٤	کلانتری ۱۱ شهر قدس در بلوار انقلاب،پایگاه بسیج شهید ابراهیم هادی،پمپ بنزین در بلوار انقلاب
۱۶	EXP B۰۸	-

همانطور که در جدول مشاهده می‌شود، در اطراف ایستگاه EXP B۰٤ و EXP B۰۷ تعداد زیادی محدوده اجباری عدم عبور کریدور وجود دارد که در جانمایی کریدور باید در نظر گرفته شوند. محدوده های پیشنهادی، اجباری عبور و عدم عبور در آلبوم پیوست ارائه شده است. نمونه‌ای از آن در اطراف ایستگاه EXP B۰۷-۳ در شکل ۴-۱۲ به تصویر کشیده شده است.

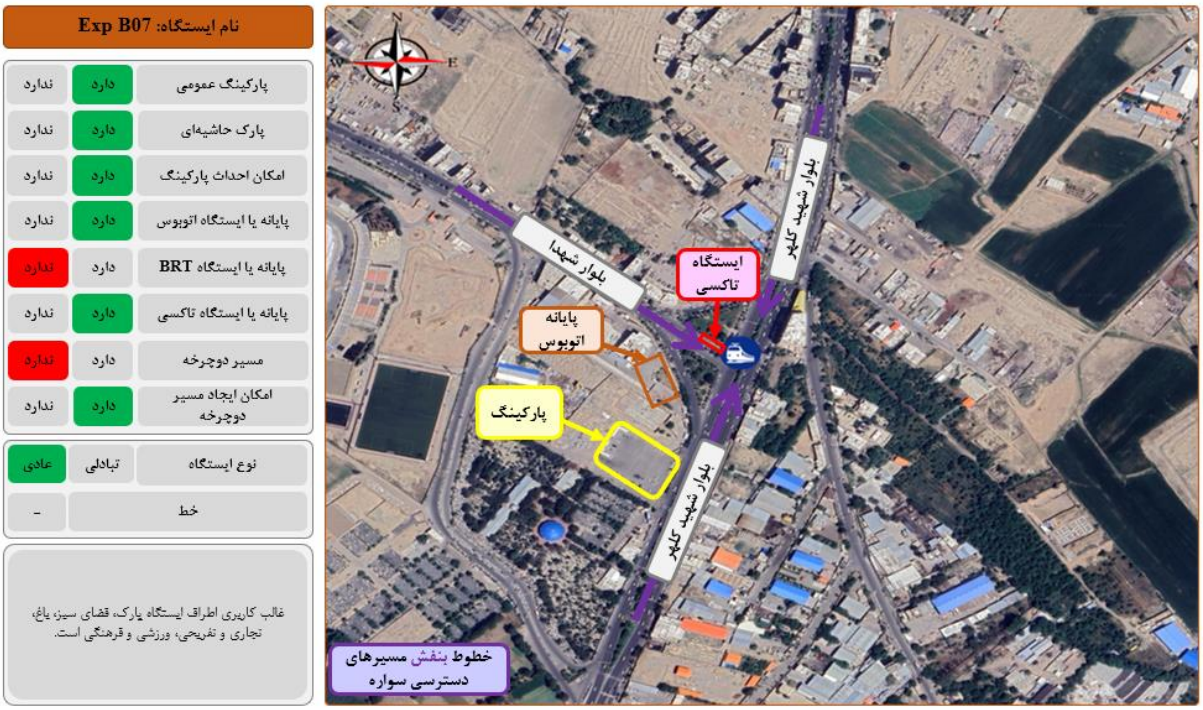


شکل ۱۲-۴ *نقاط پیشنهادی و اجباری عبور و عدم عبور در محدوده ایستگاه EXP B07-3*

۵-۲-۴- نقاط پیشنهادی عبور با بیش از یک تسهیلات حمل و نقل همگانی یا پارکینگ

عبور از نقاطی که دارای بیش از یک تسهیلات حمل و نقل همگانی یا دارای پارکینگ/پارک‌سوار هستند، سبب خواهد شد که تبادلات لازم جهت دسترسی مسافران مترو با سایر شیوه‌های حمل و نقلی به سهولت صورت پذیرد. به طور مثال کریدور متروی غرب استان تهران ایستگاه EXP B۰۷ با داشتن پایانه اتوبوس، ایستگاه تاکسی و پارکینگ یکی از نقاط پیشنهادی عبور خواهد بود (شکل ۴-۱۳).

در جدول ۴-۵ نقاط پیشنهادی موجود برای عبور کریدور متروی غرب استان تهران با بیش از یک تسهیلات حمل و نقل همگانی یا پارکینگ ارائه شده است، که از بین ۸ ایستگاه مصوب، ۵ ایستگاه به عنوان نقاط پیشنهادی عبور کریدور لحاظ شده است.



شکل ۱۳-۴ : *نقطه پیشنهادی عبور کریدور مترو در ایستگاه EXP B07*

جدول ۴-۵ : *نقاط پیشنهادی با بیش از یک تسهیلات حمل و نقل همگانی یا پارکینگ*

ردیف	محدوده ایستگاه	تسهیلات موجود
۱	EXP B۰۱	ایستگاه اتوبوس، تاکسی و پارکینگ
۲	EXP B۰۲	ایستگاه اتوبوس و تاکسی
۳	EXP B۰۳	پایانه اتوبوس و ایستگاه اتوبوس و تاکسی
۴	EXP B۰۳-۱	ایستگاه اتوبوس
۵	EXP B۰۴	ایستگاه اتوبوس، تاکسی و پارکینگ
۶	EXP B۰۵	پارکینگ
۷	EXP B۰۵-۱	پارکینگ
۸	EXP B۰۵-۲	ایستگاه اتوبوس، تاکسی و پارکینگ
۹	EXP B۰۵-۳	پارکینگ
۱۰	EXP B۰۶	-
۱۱	EXP B۰۶-۱	پارکینگ
۱۲	EXP B۰۷	پایانه اتوبوس، ایستگاه تاکسی و پارکینگ
۱۳	EXP B۰۷-۱	ایستگاه اتوبوس، تاکسی و پارکینگ
۱۴	EXP B۰۷-۲	ایستگاه اتوبوس، تاکسی و پارکینگ
۱۵	EXP B۰۷-۳	ایستگاه اتوبوس، تاکسی و پارکینگ
۱۶	EXP B۰۷-۴	ایستگاه اتوبوس، تاکسی و پارکینگ
۱۷	EXP B۰۸	-

۶-۲-۴- جمع‌بندی نقاط اجباری عبور و عدم عبور در محدوده ایستگاه‌ها

با توجه به توضیحات بخش‌های پیشین که در آن‌ها نقاط اجباری شروع و پایان خط، تبادلی و پر تقاضا، محدوده‌های اجباری عدم عبور کریدور و نقاط پیشنهادی عبور بررسی گردیدند، در این بخش به جمع‌بندی مباحث ارائه شده پرداخته شده است. از این‌رو در جدول ۴-۶ ایستگاه‌های خط متروی غرب استان تهران که دارای نقاط اجباری عبور، عدم عبور کریدور و پیشنهادی هستند، آورده شده است.

جدول ۶-۴ : *نقاط و محدوده‌های اجباری عبور و عدم عبور کریدور*

ردیف	ایستگاه	نقطه اجباری عبور کریدور	محدوده اجباری عدم عبور کریدور	نقاط پیشنهادی
۱	EXP B01	✓	✓	✓
۲	EXP B02		✓	✓
۳	EXP B03		✓	✓
۴	EXP B03-1		✓	✓
۵	EXP B04		✓	✓
۶	EXP B05		✓	
۷	EXP B05-1		✓	✓
۸	EXP B05-2		✓	✓
۹	EXP B05-3		✓	✓
۱۰	EXP B06		✓	
۱۱	EXP B06-1		✓	✓
۱۲	EXP B07		✓	✓
۱۳	EXP B07-1		✓	✓
۱۴	EXP B07-2		✓	✓
۱۵	EXP B07-3		✓	✓
۱۶	EXP B07-4		✓	✓
۱۷	EXP B08	✓		✓

همانطور که پیشتر اشاره شد، ایستگاه‌های ابتدایی و انتهایی کریدور ریلی غرب استان تهران، نقاط اجباری عبور کریدور هستند. چرا که نقطه ابتدایی (ایستگاه سه راه مارلیک) تبادل این خط را با خط ۲ متروی کرج و ایستگاه انتهایی (ملکی) تبادل این خط را با خط حومه‌ای تهران-هشتگرد و خط ۱۰ متروی تهران برقرار می‌کند.

از طرف دیگر، شهرک صنعتی سیمین دشت در شمال ملارد، شهرک صدف و دانشگاه پیام نور واحد شهریار در جنوب خیابان استاد شهریار، شهرک صنعتی گلگون در جنوب بزرگراه متوسلیان و دانشگاه آزاد شهر قدس در جنوب جاده تهران-شهریار نقاط پیشنهادی عبور کریدور به دلیل پتانسیل بالای تولید و جذب سفر هستند.

۳-۴- بررسی ویژگی‌های ترافیکی شبکه معابر در طول کریدور

یکی از الزامات اصلی جهت بررسی نوع عبور سیستم ریلی در سطح شهر از لحاظ عبور زیرزمینی یا روزمینی، بررسی ویژگی‌های ترافیکی معابر است. برای این منظور وجود ظرفیت کافی در معابر و تقاطع‌ها در طول کریدور عبوری سیستم ریلی امری حیاتی است. به طور مثال در صورتی که وضعیت حرکت وسایل نقلیه از لحاظ (زمان سفر به زمان سفر آزاد) که از جمله شاخص‌های کارایی معبر است، قرمز یا زرد باشند امکان عبور هم‌سطح برای سیستم ریلی وجود ندارد (زیرا در صورت عبور هم‌سطح بخشی از عرض معبر به مترو اختصاص خواهد یافت و ظرفیت معبر به دلیل کاهش عرض، کاهش خواهد یافت و وضعیت آن بدتر خواهد شد). همچنین قرارگیری ایستگاه‌های سیستم ریلی زیرزمینی در معابر با وضعیت کند و بحرانی (> ۲) به دلیل احتمال ایجاد اختلال بیشتر توسط سوار یا پیاده شدن مسافران در محدوده ایستگاه توصیه نمی‌گردد. لذا وضعیت ترافیکی معابر و تقاطع‌ها، عامل تعیین کننده در مورد نوع عبور سیستم ریلی از سطح یا زیرزمین و همچنین جانمایی مکان ایستگاه خواهد بود. باید این نکته را مد نظر داشت که امکان احداث ایستگاه‌ها نیز در معابر زرد و قرمز بدون انجام اصلاحاتی که منجر به بهبود وضعیت عبور و مرور شود امکان پذیر نیست. ایجاد یک ایستگاه مترو جدید می‌تواند موجب افزایش تردد در معابر اطراف ایستگاه به منظور دسترسی به آن و نیز توقف تاکسی‌های گردشی و خودروهای شخصی در مقابل ایستگاه برای سوار یا پیاده کردن مسافران شود. همچنین، تردد مسافران مترو از معابر و تقاطع‌ها نیز می‌تواند باعث ایجاد تأخیر در این معابر گردد.

به دلیل ملاحظات اجرایی و قانونی و مشورت با مراجع ذی‌ربط در محدوده مورد مطالعه، امکان عبور همسطح کریدور ریلی غرب استان تهران وجود ندارد. لذا در ادامه گزارش و در بخش آلبوم کریدور خط مترو غرب تهران به تفصیل ویژگی‌های ترافیکی معابر در طول کریدور و در قالب ۳ قطعه بررسی شده است.

۴-۴- بررسی ویژگی‌های ترافیکی تقاطع‌ها در طول کریدور

همان‌طور که در گزارش‌های پیشین اشاره شده در مدل کلان‌نگر تهران وضعیت تقاطع‌ها در تهران وابسته به معابر منتهی به آن است. لذا در بررسی ویژگی‌های ترافیکی تقاطع‌ها به بررسی ویژگی‌های ترافیکی معابر منتهی به آن نیز، توجه می‌گردد. ویژگی‌های ترافیکی تقاطع‌ها در طول کریدور اهمیت ویژه‌ای در تعیین وضعیت نوع ایستگاه‌های مترو

و محل قرارگیری آن دارد. همچنین وضعیت تقاطع‌ها در صورت عبور هم‌سطح یا در ارتفاع سیستم ریلی، تغییرات شدیدی خواهد داشت. با توجه به اینکه احداث پایه پل‌های سیستم ریلی یا روسازی سیستم ریلی در سطح سواره‌رو باعث اشغال بخشی از سطح سواره‌رو در تقاطع‌ها خواهد شد، در صورت نیاز به عبور سیستم ریلی از تقاطع‌ها، بعد از ایجاد تغییرات باید وضعیت کفایت آن‌ها مدل‌سازی گردد.

۴-۵- بررسی ویژگی‌های سایر خطوط حمل و نقل همگانی در طول کریدور

برنامه‌ریزی حمل و نقل همگانی در طرح جامع توسعه شهری دارای جایگاه ویژه‌ای است. این جایگاه به لحاظ بهره‌وری بهینه از امکانات موجود و پوشش مناسب تقاضای فعلی حاصل گردیده است [۱۰]. از جمله فواید استفاده از حمل و نقل همگانی می‌توان به کاهش تراکم ترافیک، مصرف سوخت، هزینه‌ها و زمان سفر، ایجاد فرصت‌های اقتصادی و حفظ محیط‌زیست اشاره نمود.

سامانه حمل و نقل همگانی براساس تقسیم بندی صورت گرفته شامل سه دسته اصلی انبوه‌بر، نیمه انبوه‌بر و پایه است. سامانه حمل و نقل همگانی انبوه‌بر شامل مترو، سامانه حمل و نقل همگانی نیمه انبوه‌بر شامل قطار سبک شهری[۱]، اتوبوس تندرو[۲] و مونوریل و سامانه حمل و نقل همگانی پایه شامل اتوبوس عادی و تراموا می‌گردد [۱۱]، که در این بخش از گزارش با درنظرگیری اطلاعات در دست مشاور، مبدأ و مقصد هر خط، نرخ کرایه، طول مسیر، تعداد ناوگان فعال در هر خط، مسیر رفت و برگشت، و نیز خروجی‌های مدل کلان‌نگر تهران با تقاضا و شبکه معابر مصوب سال ۱۴۲۰، به بررسی ویژگی‌های خطوط اتوبوس موجود در مسیر موازی و عمود بر خط متروی غرب استان تهران پرداخته شده است.

خطوط اتوبوسرانی محدوده مورد مطالعه شامل دو خط اتوبوس در شهر قدس به مقصد آزادی و آذری، یک خط اتوبوس شهریار-آزادی، اندیشه-آزادی و مارلیک-آزادی است. اطلاعات مربوط به خطوط اتوبوسرانی محدوده مورد مطالعه براساس داده‌های شهرداری‌ها، مرکز آمار ایران و خروجی مدلسازی در جدول ۴-۷ خلاصه شده است. . شاخص‌های ترافیکی در نظر گرفته شده برای بررسی خطوط همگانی، به شرح زیر است:

- سرعت (کیلومتر بر ساعت): متوسط سرعت اتوبوس‌های یک خط که طی یک ساعت اوج صبح از یک مبدأ به سمت مقصد مشخصی حرکت می‌کنند.
- تقاضای ساعت اوج صبح (مسافر): تعداد مسافری که در ساعت اوج صبح با استفاده از یک خط مشخص اتوبوس جابه‌جا شده‌اند.

---

[۱] LRT
[۲] BRT

- مسافر کیلومتر: مجموع مسافت طی شده تمام مسافرانی که برای جابه‌جایی از خط اتوبوسرانی مد نظر استفاده می‌کنند.
- مسافر ساعت: مجموع زمان سفر مسافرانی که برای جابه‌جایی از خط اتوبوسرانی مد نظر استفاده می‌کنند.
- متوسط مسافت پیمایش شده مسافران (کیلومتر): از تقسیم مسافر کیلومتر بر تقاضای ساعت اوج صبح هر خط اتوبوس به دست می‌آید.
- متوسط زمان سفر در ساعت اوج و غیر اوج (دقیقه): از تقسیم مسافت پیموده شده بر متوسط سرعت ساعت اوج و غیر اوج.

جدول ۷-۴ *اطلاعات خطوط اتوبوسرانی محدوده مورد مطالعه*

مبدا	مقصد	نرخ کرایه(ریال)	طول مسیر(کیلومتر)	تعداد ناوگان فعال	سرعت متوسط (کیلومتر بر ساعت)		زمان اوج (دقیقه)	زمان غیر اوج (دقیقه)	تعداد مسافر سوار شده در ساعت اوج صبح	مسافر-کیلومتر	مسافر-ساعت	متوسط ضریب استفاده از وسیله
					در زمان اوج	در زمان غیر اوج						
میدان قدس	پایانه آزادی	۹۰۰۰	۲۳	۹۸	۲۳	۳۹	۶۰	۳۵	۶۵۴۱	۱۰۷۷۵۱	۷۴۷۹	۲.۷۸
میدان قدس	سه راه آذری	۹۰۰۰	۲۷		۲۳	۵۴	۷۰	۳۰	۱۵۲۴	۳۰۵۳۲	۱۵۶۱	۰.۹۶
شهریار	پایانه آزادی	۹۰۰۰	۳۵	۸۵	۲۱	۴۲	۱۰۰	۵۰				
فاز سه اندیشه	پایانه آزادی	۱۰۰۰۰	۳۵	۹۲	۲۳	۵۳	۹۰	۴۰	۳۷۵۱	۹۸۷۶۸	۵۵۰۴	۴.۵۵
مارلیک	پایانه آزادی	۹۰۰۰	۳۶	۱۷۲	۲۱	۳۹	۱۰۵	۵۵				

در ادامه به منظور بررسی ویژگی‌های ترافیکی خطوط اتوبوس موجود در طول کریدور متروی غرب استان تهران، کریدور به ۳ قطعه تقسیم شده که اطلاعاتی از قبیل نام، ایستگاه شروع و پایان، تعداد ایستگاه و طول هر قطعه در جدول ۴-۸ ارائه گردیده است. براساس این نتایج می‌توان گفت بیشترین تعداد ایستگاه متعلق به قطعه ۱ و بیشترین طول متعلق به قطعه ۲ است.

جدول ۴-۸ *: مشخصات کلی قطعه‌های کریدور ریلی غرب استان تهران*

نام قطعه	ایستگاه شروع	ایستگاه پایان	تعداد ایستگاه	طول (کیلومتر)
Seg۰۱	EXP B۰۱	EXP B۰٤	۴	۵,۱۲۴
Seg۰۲	EXP B۰٤	EXP B۰٦	۲	۷,۹۸۰
Seg۰۳	EXP B۰٦	EXP B۰۸	۲	۷,۷۳۲

شایان ذکر است برای بررسی ویژگی خطوط اتوبوس موجود در طول کریدور متروی غرب استان تهران، پس از تقسیم کریدور به ۳ قطعه که مشخصات آن در جدول ۴-۸ ذکر شد، اطراف هر قطعه بافری به شعاع ۱۰۰۰ متری آن در نظر گرفته شده و با استفاده از اطلاعات شرکت واحد اتوبوسرانی تهران، خطوطی که مبدأ یا مقصدشان در بافر هر قطعه قرار دارد یا مسیرشان از آن عبور می‌کنند، شناسایی گردید. مبدا، مقصد و طول همپوشانی هر یک از خطوط اتوبوس در بافر ۱۰۰۰ متری سه قطعه کریدور ریلی غرب استان تهران در جدول ۴-۹ نشان داده شده است. در جدول مشاهده می‌شود که در اطراف قطعه دوم این مسیر هیچ مسیر اتوبوسی قرار نداشته و قطعه سوم بیشترین طول همپوشانی را با خطوط و ایستگاه‌های اتوبوس دارد.

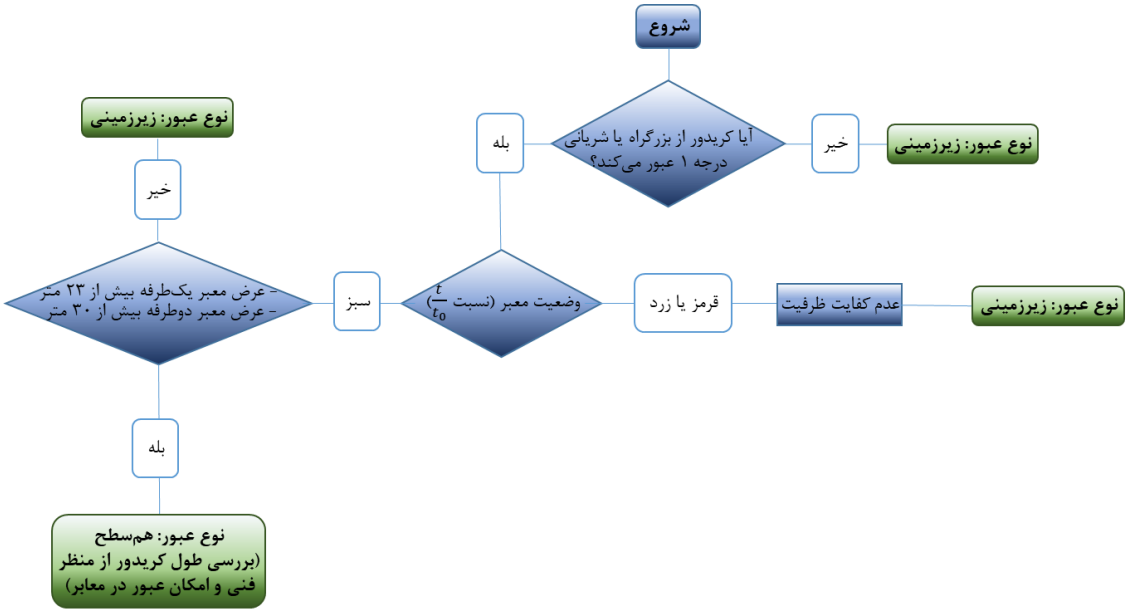
جدول ۴-۹ *مشخصات خطوط اتوبوس در بافر ۱۰۰۰ متری قطعه‌ها*

نام قطعه	خط	طول خط (کیلومتر)	مجموع طول همپوشانی(کیلومتر)
Seg۰۱	مارلیک-آزادی	۷.۴۹	۱۰.۱۳۰
	اندیشه-آزادی	۲.۶۴	
Seg۰۲	-	-	-
Seg۰۳	مارلیک-آزادی	۲.۱۲	۱۳.۶۴۰
	اندیشه-آزادی	۲.۱۲	
	قدس-آزادی	۴.۷	
	قدس-آذری	۴.۷	

۶-۴- بررسی کفایت ظرفیت معابر برای عبور هم‌سطح خطوط

یکی از ملزومات مهم برای عبور هم‌سطح خطوط ریلی، وجود ظرفیت کافی در معابر و تقاطع‌های اطراف ایستگاه است به گونه‌ای که بتوان در آن‌ها، ورودی‌های مورد نیاز برای ایستگاه را به شکلی تعبیه نمود که تردد وسایل نقلیه در سطح خدمت قابل قبولی صورت گیرد. به طور کلی، معابری که تردد وسایل نقلیه در آن‌ها به سختی و با تأخیر نسبتاً زیاد صورت می‌گیرد، بدون انجام اصلاحات مورد نیاز نمی‌توانند برای عبور هم‌سطح خطوط مورد استفاده قرار گیرند. لذا پس از شناسایی کریدور و معابر موجود در بافرهای اطراف ایستگاه نیاز است، محل عبور کریدور مشخص شود. به عنوان مثال، آیا کریدور از بزرگراه یا شریانی درجه ۱ عبور می‌کند یا خیر، در صورت عدم عبور کریدور از بزرگراه یا شریانی، نوع عبور حتماً باید به صورت زیرزمینی باشد. اگر کریدور از بزرگراه یا شریانی درجه یک عبور کند باید وضعیت معبر در خروجی‌های مدل کلان‌نگر تهران بررسی و وضعیت کریدور از لحاظ بررسی شود. در صورتی که این شاخص کند و بحرانی یا مناسب باشد (رنگ قرمز یا زرد در خروجی کلان‌نگر) باز هم نوع عبور سیستم ریلی الزاماً زیرزمینی خواهد بود. در صورتی که این شاخص سبز باشد معبر باید از منظر مشخصات فیزیکی مورد بررسی قرار گیرد و حداقل عرض معبر در معابر یک‌طرفه جهت عبور هم‌سطح مترو باید ۲۳ متر و در معابر دوطرفه ۳۰ متر باشد. در صورت عدم وجود چنین مشخصاتی باز هم عبور غیر هم‌سطح، بهترین گزینه ممکن است. در صورت وجود معابر با مشخصات فوق باز هم باید امکان جابه‌جایی این سیستم ریلی بین کریدورهای مختلف و جابه‌جایی بین سیستم ریلی در سطح و زیرزمین از لحاظ فنی بررسی گردد. در شکل ۴-۱۴ فلوچارت انتخاب نوع عبور سیستم ریلی براساس ویژگی‌های ترافیکی و فیزیکی معبر ارائه شده است.

لازم به دکر است که با بررسی‌های انجام گرفته توسط این مهندسان مشاور و مشورت با مراجع ذیصلاح، امکان عبور همسطح در محدوده کریدور ریلی غرب استان تهران به دلیل محدودیت‌های فنی و قانونی ممکن نیست.



شکل ۱۴-۴ : *فلوچارت انتخاب نوع عبور سیستم ریلی براساس ویژگی‌های ترافیکی و فیزیکی معبر*

۴-۷- تدوین گستره کریدور ریلی با در نظر گرفتن برنامه‌ریزی حق تقدم عبور سامانه ریلی در معابر و تقاطع‌ها

در صورتی که معبر مناسب جهت عبور همسطح از منظر شاخص زمان سفر به زمان سفر آزاد پیشنهاد گردد لازم است معبر از نظر مشخصات فیزیکی مورد بررسی قرار گیرد و حداقل عرض معبر در معابر یک‌طرفه جهت عبور هم‌سطح مترو و در معابر دوطرفه رعایت شود. لازم به ذکر است که با بررسی‌های انجام گرفته توسط این مهندسان مشاور و مشورت با مراجع ذیصلاح، عبور همسطح در محدوده کریدور ریلی غرب استان تهران به دلیل محدودیت‌های فنی و قانونی ممکن نیست.

مراجع

[۱] Zi-jia Wang, Feng Chen, Tian-kun Xu, "Interchange between Metro and Other Modes: Access Distance and Catchment Area", *Journal of Urban Planning and Development*, جلد ۱۴۲, شماره ۴, ۲۰۱۶.

[۲] S. a. S. S. Durmisevic, "A systematic quality assessment of underground space-public transport stations", *Cities*, جلد ۱۸, pp. ۱۳-۲۳, ۲۰۰۱.

[۳] P. Calthorpe, "The next American metropolis: Ecology, community and the American dream," USA: Princeton Architectural Press, ۱۹۹۳.

[۴] A. Farkas, "Route/ Site Selection of Urban Transportation Facilities: An Integrated GIS/ MCDM Approach," Budapest Tech, Keleti Faculty of Economics, ۲۰۰۹.

[۵] "ضابطه ۷۷۷ شرح خدمات مطالعات تفصیلی حمل و نقل همگانی و امکان‌سنجی حمل و نقل ریلی شهری و حومه," سازمان برنامه و بودجه کشور, ۱۳۹۸.

[۶] ت. م. م. ره‌شهر, "طراحی مدل تعیین نرخ سفرسازی (Trip Generation) فعالیت¬های مختلف زمینی در تهران," مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران, مرداد ۱۳۹۲.

[۷] "بازبینی و به‌روزرسانی برنامه‌ها (ماکروها) در مدل حمل و نقل شهر تهران," معاونت مطالعات و برنامه‌ریزی سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران., ۱۳۹۸.

[۸] "تعیین هزینه سفر با هریک از شیوه¬های حمل و نقل در شهر تهران (معاونت و سازمان حمل و نقل ترافیک شهر تهران)," ۱۳۹۱, p. ۱۶۱.

[۹] J. A. M. F. A. Gilbert Laporte a, "Optimization Methods for the Planning of Rapid Transit Systems", *European Journal of Operational Research*, جلد ۱۲۲, شماره ۱, pp. ۱-۱۰, ۲۰۰۰.

[۱۰] ا. علیرضا, "حمل و نقل عمومی و تاثیر آن بر مناسب سازی شبکه حمل و نقل شهری," در *همایش ملی مناسب سازی محیط شهری تهران*, ۱۳۸۵.

[۱۱] R. VUCHIC, "Urban Transit: Operation, Planning, and Economics," John, ۲۰۰۶.

مشـــاوران اندیشـــکار

تاسیس ۱۳۵۵

تهران – سعادت آباد – خیابان علامه طباطبایی-
کوچه شهید قدیری (۳۰ غربی) – پلاک ۳

www.andishkar.com

info@andishkar.com

(۰۲۱) ۸۸ ۶۸۰ ۲۲۴ – ۸۸ ۶۹۰ ۴۲۸

(۰۲۱) ۸۸ ۶۹۰ ۴۳۳