

## توسعه حمل و نقل ریل پایه: پویایی سیستم‌های مترو، کاربری زمین، معیارهای اجتماعی و اقتصادی

سحر حسن پور<sup>۱</sup>\*

۱- کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه پیام نور، اهواز، ایران، Sahar\_hassanpour@hotmail.com

### چکیده

در مواجهه با رشد انفجاری جمعیت شهری و شهرنشینی سریع، تقاضای جهانی برای تحرک شخصی به‌طور مداوم افزایش یافت. میل به آزادی مداوم حرکتی، موجب وابستگی شدید به وسایل حمل و نقل موتوری در بسیاری از نقاط جهان شد که نتیجه آن پیامدهای زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی بود. بر اساس این بحران‌ها، استراتژی حمل و نقل عمومی محور (TOD) به‌عنوان یک استراتژی موافق با توسعه پایدار در مقابل مشکلات برآمده از گسترش شهری، ترافیک جاده‌ای و گازهای گلخانه‌ای مورد توجه قرار گرفت. اصل کلیدی TOD، به‌منظور تسهیل توسعه فشرده برای ایجاد پیاده‌روی و دسترسی آسان به ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی است؛ یکی از حالت‌های استراتژی حمل و نقل محور، حمل و نقل ریل پایه (RTOD) است که اشاره به خطوط راه آهن سنگین و مترو دارد. این استراتژی برای شهرهایی که به‌سرعت در حال رشد فیزیکی هستند، مناسب است. مترو به‌عنوان پاک‌ترین، سالم‌ترین، سریع‌ترین، ایمن‌ترین و به‌طور کلی، کارآمدترین شبکه حمل و نقل، نقش انکارناپذیری در حل مسائل اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی ناشی از معضل ترافیک دارد. در شهرهای بزرگ و به‌ویژه کلان‌شهرها، استفاده از حمل و نقل عمومی بیشتر است؛ بنابراین، سیستم‌های حمل و نقل عمومی مانند مترو، باید به‌گونه‌ای برنامه‌ریزی و طراحی شوند که امکان ایجاد فرصت‌های رشد آتی شهر در آن‌ها دیده شود. شرایط مطلوب سرویس‌های خدماتی مانند وجود ایستگاه‌های قابل دسترس، پایانه‌های حمل و نقل و قیمت مناسب، موجب تمایل بیشتر مردم به استفاده از حمل و نقل عمومی و به‌ویژه مترو شده است. با توجه به اهمیت سیستم مترو، مقاله حاضر با هدف بررسی پویایی سیستم‌های مترو، معیارهای اجتماعی و اقتصادی سیستم مترو و توجه به ویژگی‌های کاربری زمین اطراف مترو انجام شده است. روش پژوهش مروری و توصیفی است و جمع‌آوری اطلاعات به روش کتابخانه‌ای انجام شد. پس از بررسی اهداف پژوهش، یک نتیجه‌گیری کلی از مباحث گفته شده صورت گرفت.

**واژه‌های کلیدی:** حمل و نقل ریلی، سیستم مترو، کاربری زمین، معیار اجتماعی، معیار اقتصادی.

### ۱- مقدمه

در مواجهه با رشد انفجاری جمعیت شهری و شهرنشینی سریع، تقاضای جهانی برای تحرک شخصی به‌طور مداوم افزایش یافته است. میل به آزادی مداوم حرکتی، منجر به وابستگی شدید به وسایل حمل و نقل موتوری در بسیاری از نقاط جهان شده است که نتیجه آن پیامدهای زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی بود. بر اساس این بحران‌ها، استراتژی حمل و نقل محور<sup>۱</sup> (TOD) به‌عنوان یک استراتژی موافق با توسعه پایدار در مقابل مشکلات برآمده از گسترش شهری، ترافیک جاده‌ای و گازهای گلخانه‌ای مورد توجه قرار گرفته است. اصل کلیدی TOD، در جهت تسهیل توسعه فشرده شهر، برای ایجاد پیاده‌روی و دسترسی آسان به ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی است؛ همچنین امکاناتی را برای کاهش وابستگی به خودرو شخصی و تشویق افراد به پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری در نظر دارد. TOD، انواع از حمل و نقل عمومی چون اتوبوس سریع، قطار سبک و سنگین را شامل می‌شود [1].

<sup>۱</sup> . Transit-Oriented Development (TOD)

اصطلاح توسعه حمل و نقل همگانی مدار (TOD) را ابتدا پیتر کالترپ، هانک دیتار و گلوریا اوهند در کتاب «شهرک حمل و نقلی جدید» در سال ۲۰۰۳ و ایجاد اجتماعات فشرده با قابلیت پیاده‌روی متمرکز در اطراف سامانه‌های ریلی با کیفیت بالا به کار بردند. مهم‌ترین اقدامات و پیشنهادهای این رویکرد عبارتند از: ۱- پایانه‌های ریلی، مشخصه اصلی برجسته مرکز شهر با حداکثر تقدم عابران پیاده، ۲- سامانه‌های حمل و نقل حمایتی جمع‌کننده (چرخ‌های دستی، تراموا و ...)، ۳- فضاهای پارکینگ کاهش یافته و مدیریت شده در حلقه پیاده‌ای اطراف پایانه‌ها [2]. TOD، اصول تعدادی از استراتژی‌های توسعه‌ای، چون رشد هوشمند، توسعه حمل و نقل مشترک، توسعه نو سنتی و توسعه حمل و نقل متمرکز را در بر دارد. بیشتر مطالعات TOD، بر مناطق حومه‌ای و سایت‌های سبز متمرکز شده است، جایی که سیستم حمل و نقل و توسعه کالبدی پا به پای هم پیش می‌روند؛ ولی در شهرهای بزرگ که سیستم‌های حمل و نقلی به خوبی توسعه یافته‌اند، به TOD توجه کافی مبذول نشده است. در این شهرها ایستگاه‌های حمل و نقل اغلب در مناطق با تراکم بالا مانند مراکز کسب و کار (CBDs) قرار گرفته است که و متقاضیان بسیاری برای سفر با وسایل نقلیه مرتبط با راه آهن وجود دارد. با این وجود، شهرهای سنتی تک مرکزی، بتدریج به کلان‌شهرهای چند مرکزی تبدیل می‌شوند؛ بدین ترتیب توسعه بزرگ مقیاس مسکونی، اداری و صنعتی در حومه‌ها و حاشیه شهرها، ساختار شهری را تغییر داد. این عوامل که با تغییر الگوی کاربری زمین، موجب دگرگونی عوامل اجتماعی، اقتصادی و رفتاری افراد شده، تأثیر قابل توجهی بر حمل و نقل مسافران داشته است [3]. تقاضا برای خدمات حمل و نقلی مبتنی بر راه آهن، به‌طور بالقوه می‌تواند موجب سرعت بیشتر و کاهش هزینه‌ها شود، با این وجود، محدودیت ظرفیت زیرساخت‌ها و موانع عملیاتی، منجر به فقدان خدمات حمل و نقل ریل پایه در شهرها شده است [4]؛ با وجود این، حمل و نقل ریلی درون شهری می‌تواند بر توسعه شهرها، جذب جمعیت و فعالیت در اطراف ایستگاه‌ها و به‌طبع، توسعه شهری، کاربری زمین شهری، کیفیت فضاهای شهری، ارزش زمین، دسترسی آسان به خدمات، راحتی و آسایش شهروندان در جابه‌جایی، سرویس‌دهی به اقشار مختلف جامعه، بهبود محیط زیست شهری، کاهش آلودگی‌ها و ... تأثیر مثبت داشته باشد [5]. هدف این پژوهش نیز بررسی سیستم متروی درون شهری، نقش متقابل کاربری زمین و سیستم‌های مترو و معیارهای اجتماعی-اقتصادی آن استوار است.

## ۲- روش پژوهش

پژوهش حاضر با روشی توصیفی انجام شده است. شیوه گردآوری اطلاعات به‌طور عمده کتابخانه‌ای است که شامل کتاب‌ها و پژوهش‌های داخلی و خارجی است که پس از بررسی مباحث، یک نتیجه‌گیری کلی از این مباحث به عمل آمد.

## ۳- مفهوم حمل و نقل ریل پایه

انجمن حمل و نقل آمریکا (۲۰۰۹) توسعه حمل و نقل ریل پایه<sup>۲</sup> را به این صورت تعریف کرده است: «حالتیست از حمل و نقل که توسط خطوط راه آهن برقی که ظرفیت بالایی برای از بین بردن ترافیک سنگینی از خودروها دارد. این نوع حمل و نقل، با سرعت بالا و شتاب سریع موجب جابه‌جایی بسیاری از مسافران بر روی خطوط ریلی ثابت می‌شود». سیستم حمل و نقل ریلی، با ظرفیت بالای خود می‌تواند ۶۰۰۰۰ مسافر را در ساعت جابه‌جا کند، بدون این که به اندازه سایر حالت‌های حمل و نقل شهری به محیط زیست خسارت وارد آورد. طبق گزارش‌های انجمن بین‌المللی حمل و نقل عمومی (۲۰۰۷)، حمل و نقل ریلی فقط نیازمند یک خط آهنی مستقیم به عرض حدود ۹ متر است، در حالی که اتوبوس و خودروها، ۴ تا ۲۰ برابر بیشتر از این مقدار، فضا اشغال می‌کنند [1]. گفتنی است که حمل و نقل ریل پایه، چیزی حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد از ترافیک کالاهای و مسافر را مرتفع می‌سازد [6].

## ۴- طراحی اجزاء برای RTOD

برای توسعه حمل و نقل راه آهن گره زیرساخت‌هایی لازم است. برخی عناصر حمل و نقل ریل محور در جدول (۱) معرفی شده‌اند. به‌طور کلی می‌توان طراحی شهری برای حمل و نقل ریل پایه را در دو دسته تقسیم بندی کرد، ۱- طراحی برای محیط زیست شهری ساخته شده:

<sup>2</sup> . Rail-Based Transit-Oriented Development: RTOD

الگوی کاربری زمین، شبکه خیابان، فرم ساختمان و انواع مسکن؛ ۲- طراحی برای محیط زیست سفر: انواع گزینه‌های حمل و نقل، خدمات و در دسترس بودن پارکینگ [1].

جدول ۱: اجزاء اصلی طراحی برای RTOD [1]

توسعه حمل و نقل ریل محور (RTOD)	طراحی عناصر
الگوی استفاده از زمین‌های متراکم، متنوع و فشرده با قابلیت دسترسی بالا به ایستگاه‌های حمل و نقل ریلی است که به مشوق‌های بیشتری برای استفاده از راه آهن نیاز دارد.	الگوی کاربری زمین
مغازه‌های خرده‌فروشی خوشه‌بندی شده و خدمات واقع در مجاورت ایستگاه‌های حمل و نقل برای تسهیل سفرهای چند منظوره و ایجاد زندگی خیابانی جذاب.	نحوه قرار گیری کاربری زمین
فضاهای باز در مجاورت ایستگاه‌های حمل و نقل موجب ارائه مناطق انتظار راحت و آزاد برای کاربران می‌شود و به‌عنوان نقاط جمع‌آوری برای جامعه محلی عمل می‌کند.	فضای عمومی
خیابان‌های پیوسته و مکرر موجب افزایش بهره‌وری جریان حمل و نقل می‌شود و دسترسی‌های متعددی را به‌سوی ایستگاه‌های راه آهن میسر می‌سازد.	شبکه خیابان‌ها
تراکم متوسط به بالای ساختمان‌های مسکونی و تجاری، مناطق بیشتری را برای توسعه بالقوه راه آهن مسیر می‌سازد.	فرم ساختمان‌ها
وجود خانه‌های مقرون به‌صرفه در اطراف مراکز تجمع ایستگاه‌های راه آهن با ساختمان‌های بلند مرتبه که گزینه‌های انتخاب مسکن را برای شهروندان افزایش دهد.	انواع مسکن‌گزینی
سیستم حمل و نقل عمومی یکپارچه، مسیرهای دوچرخه‌سواری و مسیرهای عابر پیاده امن که موجب بهبود روابط دوستانه بین افراد می‌شود و گزینه‌های در دسترس را به‌طور عادلانه در اختیار شهروندان قرار می‌دهد.	گزینه‌های حمل و نقل
مدیریت حمل و نقل با کیفیت بالا در فراوانی، زمان سنجی، راحتی و امنیت	خدمات حمل و نقل
مسیرهای عابر پیاده با روشنایی خوب، مستقیم و راحت که مسیرهای دسترسی به خروجی‌ها و توقفگاه‌های چند گانه ایستگاه‌های حمل و نقل را امکان‌پذیر می‌سازد.	طراحی مسیر حمل و نقل
تنظیم و قیمت گذاری پارکینگ برای تضعیف استفاده از خودروی شخصی.	دسترسی به پارکینگ

## ۵- معیارهای اجرای RTOD

از آن‌جا که RTOD به‌عنوان یک الگوی جدید برای پایداری جوامع در کلان‌شهرهای خودکارگرا تبدیل شده است، اجرای موفقیت آمیز آن منوط به اندازه‌گیری امکان‌سنجی توسعه آن در شهر است. ابتدا به‌طور خلاصه معیارهای TOD معرفی شده‌اند (جدول ۲).

جدول ۲: معیارهای توصیفی اجرای TOD [1]

۱- ایستگاه و پارکینگ	۹- افزایش تحرک و محیط	۱۷- اختلاط مراکز تجاری	۲۵- سبک زندگی، حمل و نقل و انتخاب مسکن
۲- تجدید حیات محله	۱۰- حمایت از دسترسی بالا	۱۸- شاخص مکان خرده‌فروشی	۲۶- الگوهای کارآمد کاربری زمین منطقه‌ای
۳- امنیت عمومی	۱۱- استقرار بدون واکنش	۱۹- فرهنگ بازار منطقه‌ای	۲۷- تعداد و جایگاه ایستگاه‌های TOD
۴- تجلیل عمومی	۱۲- ارزش باز پس‌گیری	۲۰- انعطاف‌پذیری در منطقه‌بندی	۲۸- کیفیت و تکنولوژی حمل و نقل
۵- الگوی خیابان	۱۳- ترجیح نوع مسکن	۲۱- تراکم سکونت و اشتغال	۲۹- گزینه زندگی و کار حومه‌نشینی محیطی
۶- پیاده‌روی دوستانه	۱۴- بازگشت مالی بازار	۲۲- الگوهای فعالیت مصرف‌کننده	۳۰- کاهش احتقان ترافیک و مشکلات محیطی
۷- رفتار سفر	۱۵- سیاست‌های دولت	۲۳- استفاده از حمل و نقل عمومی	۳۱- بهبود کاربری زمین و الگوهای رشد شهری
۸- قابلیت زیست	۱۶- بهره‌وری محل سکونت	۲۴- سیستم کار و عملیات	۳۲- انواع انتخاب مکان سکونت افراد

برای به‌وجود آمدن شاخص‌ها باید در تمامی علوم، روند خلق آن را طی کرد تا بتوان به شاخص‌های همه‌گیر دست یافت [7]. در جدول (۳) شاخص‌هایی برای ارزیابی سیستم حمل و نقل ریلی معرفی شده‌اند که تا حدودی بیشتر جوانب را مدنظر دارند.

### جدول ۳: شاخص‌های ارزیابی سیستم برای توسعه پایدار حمل و نقل ریلی (RTOD) [8]

شاخص‌های اصلی	شاخص‌های فرعی
توسعه	۱- تراکم شبکه، ۲- حجم مسافر، ۳- رضایت ساکنان از سفر، ۴- متوسط ضریب جابه‌جایی، ۵- پوشش منطقه
اقتصاد	۱- نرخ هزینه‌های درآمد، ۲- مزایای مسافر، ۳- مزایای جایگزینی برای حمل و نقل عمومی، ۴- مزایای کاهش تصادف‌ها، ۵- کمک به اقتصاد شهر
محیط زیست	۱- کاهش سالانه آلودگی محیط زیست، ۲- حفاظت از منابع طبیعی، ۳- سطح نظارت بر اثرات زیست‌محیطی، ۴- سطح کنترل آلودگی محیط زیست
جامعه	۱- اثر بر برنامه‌ریزی شهری، ۲- تراکم جمعیت شهری، ۳- تولید ناخالص داخلی
مدیریت	۱- مدیریت ایمنی عملیات، ۲- مدیریت تعمیر و نگهداری خودرو، ۳- سطح سیستم مدیریت عملیاتی، ۴- توانایی تصمیم‌گیری عملی

### ۶- امتیازها و محدودیت‌های اجرای RTOD

از نظر شهرسازی سیستم حمل و نقل ریلی دارای تأثیرات قابل توجهی است که به‌طور مختصر به آن‌ها اشاره می‌شود:

- ۱- آزاد کردن کاربری‌های شهری از برخی کاربری‌های نامتجانس.
  - ۲- کمک به سامان‌دهی ترکیب و نحوه استقرار کاربری‌های مختلف شهری در ارتباط با سازمان‌دهی فضا.
  - ۳- ایجاد تنوع در منظر شهری و بهبود و نوسازی سیمای شهری.
  - ۴- ایجاد همگونی در سیستم کاربری زمین و توزیع بهینه خدمات شهری.
  - ۵- ایجاد فضای عمومی شهری.
  - ۶- تقویت ساختار و استخوان‌بندی کالبدی فضای شهری با ایجاد مراکز خاص در ایستگاه‌ها، جهت فراهم کردن فضای عمومی و توزیع بهینه خدمات شهری.
  - ۷- نوسازی بافت‌های شهری و تجمیع بافت‌های کوچک فرسوده.
  - ۸- جلوگیری از تخریب بافت‌های باارزش شهری.
  - ۹- فراهم کردن توانایی‌هایی برای برنامه‌ریزی توسعه و کاربری زمین در اطراف خود (توسعه مجتمع‌های ایستگاهی در اطراف ایستگاه‌های مترو، شامل مجتمع‌های ویژه‌ای با کاربری‌های مختلف تجاری، اداری، خدماتی، تفریحی، آموزشی و مسکونی).
- همچنین ایجاد شبکه‌های حمل و نقل جدید و یا تحول در مسیرهای موجود، آثار مثبت و منفی بر روی ارزش زمین‌های شهری بر جای می‌گذارد. احداث خیابان‌های جدید و ایستگاه‌های وسایل نقلیه عمومی باعث افزایش قابل توجه قیمت زمین در مجاورت آن‌ها می‌شود. این افزایش به‌ویژه برای کاربری‌های تجاری و خدماتی که دسترسی بهتر باعث افزایش کارایی اقتصادی آن‌ها می‌شود، ملموس‌تر و قابل توجه‌تر است. در بعضی مواقع نیز سیستم‌های حمل و نقل به‌دلیل عوارضی چون سر و صدا، آلودگی و ازدحام و شلوغی، ممکن است آثار منفی بر روی قیمت زمین (به‌ویژه کاربری مسکونی) داشته باشند. تأثیرات اجتماعی سیستم ریلی را می‌توان شامل افزایش امنیت شبانه به‌دلیل حضور افراد نگهبان و روشنایی، شادابی شهروندان و در نتیجه بازده بیشتر آن‌ها، استفاده تمامی اقشار جامعه از آن، ظهور گروه‌های جدید اجتماعی ناشی از فعالیت سیستم ریلی در حوزه نفوذ ایستگاه و ایجاد ناامنی و یا سلب آرامش (تأثیر منفی) و ... بر شمرد [5].

### ۷- سیستم‌های مترو

حمل و نقل عمومی کارآمد، همیشه یک عامل بسیار مهم در کیفیت زندگی و رقابت در شهرها و مناطق بوده است. حمل و نقل عمومی ریل پایه، ستون فقرات سیستم حمل و نقل مدرن است که ویژگی ذاتی آن راه مستقیم منحصراً به‌فرد، هدایت خودکار و نیروی محرکه الکتریکی است و می‌تواند تعداد زیادی مسافر را با سرعت بالا و به‌طور راحت و ایمن جابه‌جا کند [9]. مترو یکی از حالت‌های حمل و نقل ریلی است که عملکرد آن از بقیه سیستم‌های حمل و نقل، چه ریلی و چه جاده‌ای جداست. در ایجاد خطوط مترو، عوامل توپوگرافی نقش تعیین‌کننده‌ای دارد [10]. چنین سیستمی، به‌عنوان شبکه پایه حمل و نقل، وظیفه جابه‌جایی در کریدورهای مهم شبکه را بر عهده دارند. احداث و توسعه این سیستم، یکی از راهکارهای اصلی برنامه‌ریزی در جهت حمل و نقل و توسعه شهری پایدار است. در کشورهای اروپایی، توسعه این

سیستم به اواخر قرن ۱۹ و اوایل قرن ۲۰ بر می‌گردد. مترو لندن در سال ۱۸۶۳ و در پاریس و برلن در سال‌های ۱۹۰۲ و ۱۹۰۴ اولین خطوط دایر شد؛ اما در جهان سوم این امر با تأخیر صورت گرفته است، برای مثال مترو پکن در سال ۱۹۶۹ احداث شد. قطار پر سرعت زیرزمینی و قطار پر سرعت شهری از نظر سرعت و ظرفیت، کارآمدترین وسایل نقلیه عمومی به شمار می‌آیند. این دو سیستم قادرند در مدت زمان کوتاهی تعداد زیادی مسافر را به مقاصد به نسبت دوری انتقال دهند. به خاطر همین می‌توان آن‌ها را به معنای واقعی کلمه «وسیله نقلیه» نامید. مترو بر خلاف قطار پر سرعت شهری، عملکردش برقراری ارتباط در داخل محدوده شهر است و این وظیفه را به‌طور معمول در طول محورهای اصلی شهر انجام می‌دهد، در محورهایی که تعداد زیادی مسافر برای این سیستم وجود دارد. این محورها را می‌توان به شاخه‌های ظرفیت و متعددی تقسیم کرد، ولی به خاطر هزینه زیاد سرمایه‌گذاری برای احداث مسیرها، تأمین نیروی مورد نیاز، هزینه زیاد نگهداری وسیله نقلیه و تأسیسات مربوط به آن، این کار مقرون به صرفه نبوده و انجام نمی‌شود.

فرم‌های مختلفی برای شبکه مترو می‌توان تصور کرد که به عواملی مانند موقعیت جغرافیایی شهر، توپوگرافی زمین، فرم شهر و سایر شرایط موجود که تأثیرگذارند بستگی دارد؛ با این حال، باید سعی شود تا در یک شبکه بسته، تا حد امکان مسافران برای رسیدن به مقاصد خود، کمتر وسیله نقلیه و مسیر خود را تعویض کنند. به خاطر همین، فرم «مثالی» شکل به‌عنوان فرم اصلی و پایه‌ای برای شبکه مناسب‌تر است، چون نه تنها فقط با یک‌بار سوار شدن به قطار، به هر مقصدی می‌توان رسید، بلکه چنین فرمی سطوح بزرگی را پوشش خواهد داد؛ در ضمن باید به این نکته نیز توجه داشت که سیستم مترو نمی‌تواند به‌تنهایی پاسخگوی کلیه نیازهای حمل و نقل یک شهر باشد، بلکه باید توسط سایر سیستم‌های مسافران مانند اتوبوس، مینی بوس، ون و ... تقویت و تکمیل شود. یکی از صفات برجسته سیستم مترو، مسیرهای آن است که مجزا و مستقل از سایر سیستم‌های حمل و نقل شهری است. حداکثر شیب مسیر برای حرکت این نوع قطار پر سرعت، نباید از ۷ درصد بیشتر باشد. سرعت قطارها بین ۷۰ تا ۸۰ کیلومتر در ساعت بوده و در موارد استثنایی تا ۱۰۰ کیلومتر در ساعت می‌رسند. برای استفاده مطلوب از بیش‌ترین سرعت و کوتاه‌ترین زمان جابجایی، نباید فاصله ایستگاه‌ها از ۵۰۰ متر کمتر باشد. به‌طور متوسط، فاصله ایستگاه‌ها از ۷۵۰ تا ۱۰۰۰ متر بوده و شعاع دسترسی ایستگاه‌ها برای مسافران، ۱۰۰۰ متر است که برابر با ۱۰ دقیقه پیاده‌روی است [11].

در امر برنامه‌ریزی برای احداث مترو، عواملی چون شکل شهر و نحوه توزیع مبادی و مقاصد سفرها و جمعیت دخیل‌اند. برای نمونه، سیستم‌های مترو برای شهرهایی که در حاشیه سواحل دریاها مانند دریای خزر یا خلیج فارس، قرار گرفته‌اند و دارای کشیدگی خطی بوده و یک کریدور فشرده سفرساز را تشکیل می‌دهند و یا شهرهایی که در طول محورهای خاصی تقاضای سفر بیشتری دارند (مانند شهر اصفهان) مناسب است. این شهرها ممکن است جمعیت زیادی نداشته باشند، ولی تقاضای سفر در آن‌ها در ساعت‌های اوج در یک کریدور به ۲۰۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰ می‌رسد [12].

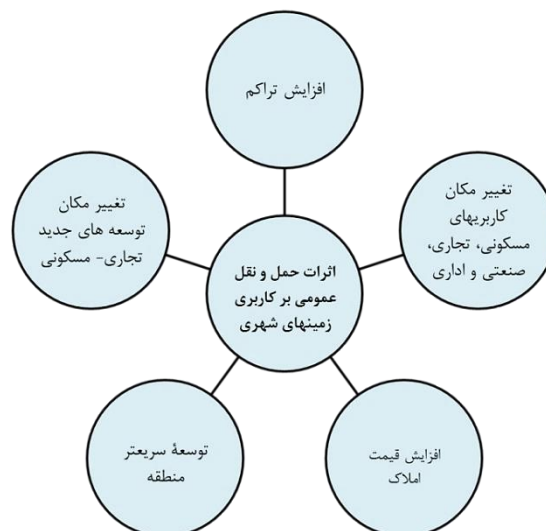
## ۸- امتیازها و محدودیت‌های سیستم‌های مترو

مترو به‌عنوان یکی از سیستم‌های ریلی دارای امتیازها و صرفه‌جویی‌هایی است که گسترش آن را در کلان‌شهرهای بزرگ بسیار کارآمد ساخته است. این صرفه‌جویی‌ها بدون ذکر ارقام مربوطه شامل صرفه‌جویی در وقت، در مصرف بنزین، در هزینه‌های درمانی ناشی از آلودگی‌های هوا، در پاکسازی آلودگی هوا، در هزینه پرداخت خسارت تصادف‌ها و در هزینه استهلاک و لوازم یدکی خودروست. سیستم‌های ریلی سنگینی چون مترو، بیش از سیستم‌های سبک می‌توانند از پس مشکلات حمل و نقل شهری برآیند. یکی از مزیت‌های مهم سیستم ریلی به‌ویژه مترو، بازده بالای آن در طول زمانی طولانی است. برخی بازدهی مستمر آن را تا ۵۰ سال برآورد کرده‌اند. میزان استهلاک واگن‌های آن نیز نسبت به سایر سیستم‌ها بسیار ناچیز است. تونل‌های مترو نیز تا مدت‌های طولانی قابل استفاده بوده و حتی می‌توان در صورت لزوم کاربری آن را تغییر داد. در زمان حمله‌های هوایی در جنگ‌ها، حتی حمله‌های میکروبی و اتمی از آن‌ها می‌توان به‌عنوان پناهگاه استفاده کرد [12]. سیستم‌های مترو با توجه به برخورداری از پتانسل‌های حمل و نقل سریع، یکی از نقاط جاذب جمعیت و سفر هستند و هر ایستگاه با توجه به مکان استقرار خود؛ جمعیت را از فواصل مختلف به سمت خود می‌کشاند. بر اساس این، ایستگاه‌های مترو تأثیر به‌سزایی بر محیط اطراف خود می‌گذارند که می‌تواند به بهبود دسترسی و تغییر در الگوی کاربری زمین منجر شود و در نمونه‌های موفق با ایجاد مجتمع‌های ایستگاهی ضمن ایجاد فضای مناسب شهری برای حضور شهروندان، وضعیت اقتصادی را بهبود بخشیده و در عین حال در بهبود کیفیت زندگی مؤثر واقع شوند [13]. سیستم مترو به‌رغم این مزایا، دچار نقصان‌های بزرگی است، زیرا احداث آن‌ها به‌ویژه در شهرهای بزرگ مستلزم هزینه‌های گزافی است. این امر باعث

شده است که در کشورهای جهان سوم بدان کمتر پرداخته شود، زیرا این دولت‌ها اغلب به طرح‌هایی که منافع دولت‌های بعدی را تأمین سازد، توجه ندارند. لازم به اشاره است که نرخ بازگشت سرمایه در مورد احداث خطوط مترو به عوامل مختلفی بستگی دارد از جمله درآمد مالی مناسب شهروندان و بالا بودن ارزش وقت آن‌ها و بالا بودن حجم مسافر جابه‌جا شده، کم شدن هزینه‌های ساخت مترو و اتمام دوره احداث مترو در زمان معین و در نتیجه کاهش تأخیر ساخت، مجموعه عواملی هستند که باعث کاهش دوره اقتصادی بازگشت سرمایه مربوط به احداث خطوط مترو می‌شوند [14].

## ۹- سیستم‌های مترو و کاربری زمین

اصطلاح و مفهوم کاربری زمین، ابتدا در کشورهای توسعه یافته، به‌منظور نظارت دولت‌ها بر نحوه استفاده از زمین و حفظ حقوق مالکیت مطرح شد، ولی با گسترش شهرنشینی و تحول در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، ابعاد و محتوای آن روز به روز بیشتر شده و شکل جدیدی به خود گرفت. امروزه با توجه به رشد نابه‌سامان کالبدی شهرها و عدم تعادل در کاربری‌های موجود و از طرفی نیاز به ارتقای کیفی شهرنشینی، تعادل بخشی و ساماندهی و بهینه‌گزینی کاربری‌های زمین شهرها از اهمیت بسیار زیادی برخوردار شده است [15]. برنامه‌ریزی کاربری زمین شهری، مجموعه‌ای از فعالیت‌های هدفمند است که محیط مصنوع را سامان می‌بخشد و در حد مقدور، خواسته‌ها و نیازهای جوامع شهری را در استفاده از اراضی فراهم می‌آورد [16]. رابطه بین حمل و نقل و کاربری زمین، موضوع مطالعات نظری و عملی بسیاری از پژوهشگران بوده است. سرورو و کوکلمن، در بررسی‌های خود به این نتیجه رسیده‌اند که تراکم‌های بالاتر به همراه کاربری مختلط و طراحی محله، میزان مالکیت خودرو، میزان سفر و مسافت رفت و آمد را کاهش داده و در مقابل، سفر غیرخودرویی را افزایش داده است. هندی، خاطر نشان کرد که حمل و نقل همگانی سریعی چون مترو، هم اثر «مولد» و هم «بازتوزیع» بر کاربری زمین و رشد منطقه‌ای داشته است. بررسی اثر ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی در ۶ شهر در طی سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۰ به‌وسیله بوم‌اسنو و کان، نشان می‌دهد که اثرات قطار شهری بر استفاده از حمل و نقل همگانی، تراکم جمعیت و ارزش مسکن در شهرهای متراکمی چون بوستون و واشینگتن، بیشتر از شهرهای کم تراکمی چون بوفالو و سن‌خوزه بوده است. هنسن، نشان داد که قابلیت دسترسی مطلوب، احتمال توسعه را افزایش می‌دهد که تمرکز چشمگیر توسعه در نزدیکی ایستگاه‌های مترو در واشینگتن و پورتلند، علتی برای تأیید گفته اوست. نلسون و سانچز گزارش داده‌اند که در آتلانتا، در پیرامون ایستگاه‌های مترو، اشتغال و تراکم جمعیت افزایش یافته است. شن و همکاران، نشان داده‌اند که ایستگاه‌های راه آهن سریع در آتوچا، نقشی برجسته در تغییر پوشش زمین در این منطقه داشته‌اند. وانگ و همکاران نیز نشان دادند که به ازای هر کیلومتر افزایش فاصله از ایستگاه مترو، قیمت زمین ۲۴۶ ین در متر مربع کاهش پیدا کرده است [15] (شکل ۱).



شکل ۱: نقش حمل و نقل همگانی بر کاربری زمین شهری [15]

## ۱-۹- کاربری‌های مناسب اطراف ایستگاه‌های مترو

در اطراف ایستگاه‌های مترو باید اختلاطی از کاربری‌هایی چون مسکونی، اداری، تجاری، فعالیت‌های اجتماعی و تفریح و سرگرمی در فواصلی با دسترسی پیاده از یک ایستگاه حمل و نقل (۵۰۰ متر معادل ۵ تا ۱۰ دقیقه پیاده‌روی) بکار گرفته شود. در این صورت، محیطی چند عملکردی با فضاهای اجتماعی اندیشمندانه طراحی شده و فضاهای باز به‌وجود می‌آید که در کنار واحدهای همسایگی پویایی که مردم در آن می‌توانند زندگی، کار و تفریح کنند، ترکیب متعادل مطلوبی را شکل می‌دهد. چنین محیطی که معمولاً از نظر اندازه و به هم فشرده است و به صورت پیاده طراحی می‌شود، می‌تواند ضمن دسترسی آسان به خدمات، اداره‌ها و شبکه‌های متنوع، ارائه‌کننده‌ی گزینه‌های متنوع مسکن نیز باشد. برخی از امیتازها و قابلیت‌هایی که از تجمع کاربری‌ها در مجتمع‌های ایستگاهی حمل و نقل عمومی، به‌ویژه مترو، حاصل می‌شود، به‌صورت زیر هستند:

- ۱- ترکیب جالبی از مسکن، کار، تفریح، آموزش و سرویس‌های خدماتی را پدید می‌آورند که این عملکردهای مکمل، هر منطقه‌ای را غنی و بسیار مناسب می‌گرداند و تنوع بیشتری را در اختیار شهروندان قرار می‌دهد.
- ۲- تشویق عملکردهایی که فعالیت پیاده به‌وجود می‌آورند، به‌ویژه در طبقه همکف چون فروشگاه‌ها، اداره‌ها، واحدهای پذیرایی.
- ۳- امکان جذب مسافران کاربری‌های جاذب سفر، از جمله سفرهایی که به مراکز فرهنگی و اجتماعی که به‌عنوان مقصد عمل می‌کنند، (چون کتابخانه، تئاتر، موزه، مراکز تفریحی و ...) وجود خواهد داشت.
- ۴- تشویق به ترکیب انواع مسکن (خانه‌های ویلایی، آپارتمان‌ها و ...).
- ۵- حفظ و حمایت از روابط همسایگی محکم و پایدار (در ایستگاه‌های با عملکرد محلی).
- ۶- امکان ایجاد فضاهای باز (پارک‌ها) و فضاهای عمومی در مجاورت ایستگاه‌ها.
- ۷- ترغیب فعالیت‌های ۲۴ ساعته در همه‌ی لبه‌های باز و فضاهای عمومی برای حفظ امنیت و قابلیت زیست.

سکونت دائمی افراد در محدوده حوزه نفوذ ایستگاه‌های مترو، تقاضای دائمی برای استفاده از خدمات موجود را حفظ کرده و نظارت‌های اجتماعی و هویت محلی را ارتقاء می‌دهد و در مجموع، ضریب امنیت فضای محدوده را در کلیه ساعات شبانه‌روز افزایش می‌دهد، این امر می‌تواند به‌شکل ایجاد کاربری‌های خاص شبانه‌روزی (اورژانس، داروخانه شبانه‌روزی و ...) نیز صورت پذیرد. میزان و نحوه تأمین پارکینگ در پیرامون ایستگاه‌ها نیز به موقعیت آنها در عرصه شهر بستگی دارد، به‌گونه‌ای که ایستگاه‌هایی که مبدأ سفر هستند، به پارکینگ بیشتری نیاز دارند. در این ایستگاه‌ها، در صورت مهیا بودن شرایط لازم، امکان ایجاد پارک‌سوار نیز وجود دارد. تمرکز کاربری‌ها در بالاترین حد تراکم در مجاورت ایستگاه‌های حمل و نقل، به تدریج از حرکت‌های توسعه‌ای در نقاط دیگر می‌کاهد و یک حس مرکزی شهری در این ایستگاه‌ها به‌وجود می‌آورد. طبیعی است که توسعه تجاری بیشترین شدت و قدرت را در این مرکز خواهد داشت، با وجود این، کمترین تراکم مسکونی در حوزه نفوذ ایستگاه‌ها (۵۰۰ متر)، حدود ۲۵ تا ۳۰ واحد برای هر ۴۰۰۰ متر مربع و اختصاص بیش از ۳۰٪ سطح به این کاربری است. همچنین توصیه می‌شود که ساختمان‌های چند عملکردی و غیرمسکونی، در فاصله‌ای به شعاع ۵۰۰ متری ایستگاه، سطح اشغال حداکثر ۷۵٪ را رعایت کنند که این عدد در فاصله ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متری ایستگاه، ۵۰٪ خواهد بود. این کاهش در توده ساختمان، امکان تأمین فضای بیشتری را برای ایجاد فضاهای باز و پیاده‌شهری را فراهم می‌کند. روشن است که تحقق ضوابط و پیشنهادها بالا به نوع و سطح کارکردی ایستگاه و بررسی مسائل مختلف اجتماعی و فرهنگی در پیرامون آن بستگی دارد [16]. در تحقیقی که به‌وسیله استیرینگ‌هام و آنترم (۱۹۸۲) انجام شد، دریافت شد که بیشتر مردم تمایل دارند، ۱۵۰ متر پیاده‌روی کنند، ۴۰٪ علاقه دارند، ۳۰۰ متر پیاده‌روش کنند و فقط ۱۰٪ از مردم تمایل دارند، ۸۰۰ متر پیاده‌روی کنند و نتیجه‌گیری نهایی این که می‌توان با ایجاد فضاهای شهری متنوع و کردورهای پیاده‌روی مفرح، فاصله پیاده‌روی را گسترش داد. در سان‌فرانسیسکو، نیز تراکم ناحیه مجاور و نزدیک به ایستگاه، بیشتر از بقیه متغیرها حائز اهمیت بوده است و مجاور بودن با ایستگاه‌ها، مهمترین عامل تعیین‌کننده احتمال استفاده ساکنین از حمل و نقل ریلی است [17].

## ۱۰- معیارهای اجتماعی و اقتصادی سیستم‌های مترو

آلبورت (۱۹۹۰) نرخ بازگشت سرمایه مترو را برای ۱۳ شهر (قاهره، کلکته، هنگ‌کنگ، مانیل، مکزیکوسیتی، پورتو، الگره، پوسان، ریودوژانیرو، سانتیاگو، ساوپائولو، سئول، سنگاپور، تونس) در کشورهای در حال توسعه بررسی کرد و نتیجه گرفت که تنها در ۱۰ شهر، نرخ

اقتصادی بازگشت سرمایه بیش از ۱۰٪ بوده است. بر اساس این، آلپورت پیشنهاد کرد که سیستم‌های مترو به احتمال زیاد از لحاظ اقتصادی در شهرهای با بیش از ۵ میلیون نفر و با درآمد سرانه بالای ۱۸۰۰ دلار آمریکا مناسب است. البته پیشنهاد آلپورت خالی از اشکال نیست چون دارای محدودیت زمانی و مکانی است و تنها در مورد شهرهای کشورهای در حال توسعه‌ای چون شهرهای آسیایی و آمریکایی جنوبی در سال‌های ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۰ است. معیارهای «سطح درآمد شهر» و «اندازه جمعیت» به‌عنوان دو معیار اصلی در بررسی ویژگی‌های اجتماعی و اقتصادی هستند که نقش بسیار مهمی در حمایت از حمل و نقل ریلی - از لحاظ اجتماعی و اقتصادی - دارند. در دسترس بودن سیستم مترو می‌تواند دسترسی شهرها را در رابطه با افزایش سرعت دست‌یابی به مناطق اطراف محقق سازد و جذابیت زیادی را برای شهر به‌عنوان مکانی برای کار و زندگی فراهم سازد و منجر به رشد سریع جمعیت و فعالیت‌ها در شهر شود. با وجود این، یک رابطه علت و معلولی نسبتاً پیچیده بین حمل و نقل ریلی با تغییرات توسعه وجود دارد. به‌طور معمول، حمل و نقل ریلی نقش مهمی در حمایت از سیاست عدم تمرکز دولت در سطح منطقه بازی می‌کند. از سوی دیگر، توسعه حمل و نقل ریلی ممکن است به‌عنوان ابزار برنامه‌ریزی برای آسان‌سازی چگالش در ایستگاه‌های حومه در نظر گرفته شود [1]. دوفنی و فیشر، در بررسی‌های خود به این نتیجه رسیده‌اند که مناطق با تراکم بالاتر، سرانه مسافت‌های طی شده با خودرو را کاهش می‌دهند. از سوی دیگر، دسترسی آسانی که به‌واسطه حمل و نقل عمومی فراهم می‌شود، موجبات افزایش تراکم و نیز افزایش قیمت زمین‌های مجاور می‌شود. در مراحل بعد، مراکز تجاری در امتداد بزرگراه‌ها و کریدورهای حمل و نقل عمومی گسترش یافته و زیربخش‌های جدیدی مانند خرده‌فروشی‌ها، انبارها و بنگاه‌های املاک ایجاد می‌شود و پس از به‌وجود آمدن سیستم‌های حمل و نقل جدید در گره‌ها، تجمع پیدا می‌کنند. زیرساخت‌های حمل و نقل، زمین‌های قابل توسعه را گسترش داده و باعث افزایش قیمت املاک می‌شوند. این امر در حالی است که اثر افزایش قیمت آبی و سریع رخ می‌دهد، ولی تغییرات کاربری زمین، به‌طور بلندمدت عملی می‌شوند [15].

بعد اجتماعی سیستم مترو بیشتر در ایستگاه‌های آن رخ می‌دهد. در ایستگاه‌های مترو، فعالیت جمعی و فردی و تعاملات اجتماعی زیادی روی می‌دهد که امروزه به‌عنوان یکی از فضاهای عمومی شهری معاصر به ساختار شهرها اضافه شده و سبب تغییرات زیادی نیز شده است. از جمله ابعاد مهم این‌گونه فضاها، بعد اجتماعی است که بدون وجود آن، این فضای شهری معنای خود را از دست خواهد داد و قادر به امکان برقراری تعاملات اجتماعی نیست [18]. جدول (۴) معیارهای اجتماعی ایستگاه‌های مترو را معرفی کرده است.

جدول ۴: معیارهای اجتماعی سیستم متروی شهری [18]

معیارهای اصلی	شاخص‌ها
امنیت و ایمنی	۱- ایمنی سواره در برابر پیاده و برعکس، ۲- وجود مسیرهای مختص پیاده و سواره، ۳- کیفیت کف‌سازی، ۴- میزان نظارت، ۵- کیفیت روشنایی، ۶- تعداد تقاضای پنهان، ۷- امنیت فضا برای زنان و کودکان و سالمندان.
جذابیت و سرزندگی	کالبدی- بصری ۱- میزان پاکیزگی فضا، ۲- آسایش اقلیمی، ۳- کیفیت کالبدی (کف، بدنه، جزئیات)، ۴- کیفیت فضاهای سبز، ۵- کیفیت عناصر، ۶- کیفیت دید، ۷- کیفیت نقاط ابتدا و انتها.
	عملکردی ۸- تعداد فعالیت‌های مزاحم، ۹- مدت زمان توقف مسافران، ۱۰- حضور عنصر سوم، ۱۱- کیفیت و تعداد کاربری‌های تجاری و ...، ۱۲- وجود فعالیت‌های هنری و فرهنگی، ۱۳- کیفیت فعالیت‌های دستفروشان، ۱۴- کاربری‌های فعال در شب.
دسترسی و عدالت	۱- کیفیت دسترسی به انواع خدمات ایستگاهی و مدهای حرکت، ۲- حق انتخاب برای تمام افراد، ۳- وجود تمهیدات کالبدی لازم برای معلولین، ۴- امکان فعالیت گروه‌های سنی و جنسی متنوع، ۵- خوانایی و مسیریابی.
مشارکت و نظارت	۱- نحوه نگهداری از فضا به‌وسیله مسئولین، ۲- میزان نظم واحدهای فعال، ۳- تعداد نهادهای غیردولتی فعال، ۴- میزان و کیفیت برگزاری مراسم، ۵- میزان مشارکت مسافران و ... در نگهداری از فضا.
آموزش و سلامت	۱- امکان دسترسی به اینترنت، کتاب و ...، ۲- کیفیت ارائه اطلاعات درمانی و بهداشتی، ۳- کیفیت ارائه اطلاعات فرهنگی و آموزشی، ۴- امکان حضوریت در گروه‌های فرهنگی و ...، ۵- وجود درمانگاه و اورژانس.
هویت	۱- استفاده از کاربری‌های مرتبط با عملکرد ایستگاه، ۲- احترام به بستر محلی، ۳- وجود عناصر فرهنگی - تاریخی - هنری، ۴- استفاده از عناصر شاخص مرتبط با ماهیت ایستگاه.



تأثیر سیستم‌های حمل و نقل در بهینه‌سازی هزینه‌ها، زمان سفر، سرعت جابجایی، ایمنی و سطح خدمات ارائه شده، سبب شده است تا نگرش‌های گذشته نسبت به حمل و نقل تغییر یابد و به حمل و نقل به‌عنوان یک بخش اقتصادی - خدماتی مهم نگریده شود. بخش حمل و نقل ریلی، با توجه به مزایای زیاد این حالت حمل و نقل مانند حمل انبوه مسافر و کالا، صرفه‌جویی در انرژی، ایمنی بیشتر و هزینه‌های اجتماعی کمتر باید در حمل و نقل امروزی، جای شایسته خود را پیدا کند [19]. معیارهای اقتصادی سیستم مترو را می‌توان این‌گونه بر شمرد: ۱- تعداد سفرهای انجام شده (میلیون سفر)، ۲- تعداد ایستگاه‌های بهره‌برداری شده، ۳- کیلومتر- مسافر جابجا شده، ۴- زمان صرفه‌جویی شده در وقت مسافری در هر مسافرت با مترو (دقیقه)، ۵- مقدار صرفه‌جویی در مصرف سوخت (بنزین یا گازوئیل در هر میلیون لیتر)، ۶- کاهش اتلاف وقت مسافری (میلیون ساعت)، ۷- مقدار گازهای آلاینده هوا در هر هزار تن (CO, NOX, SO, 2PM, 10HC, CO2) [20].

## ۱۱- نتیجه‌گیری

امروزه با گسترش فیزیکی شهرها و رشد پراکنده شهرنشینی، ایجاد زیرساخت‌های حمل و نقل برای خدمات رسانی به افراد گسترش یافته است که این امر منجر به استفاده زیاد شهروندان از وسایل نقلیه شخصی شده است، این امر موجب هدر رفت زمان قابل توجه، افزایش استفاده از سوخت‌های تجدیدناپذیر، آلودگی صوتی و هوا، کاهش تحرک، کاهش تعاملات اجتماعی، عدم مشارکت شهروندان در مسائل اجتماعی و شهری، بروز بیماری‌های تنفسی و ... شده است. این موارد دلیلی بر عدم پایداری توسعه شهری چه از لحاظ اجتماعی و زیست‌محیطی و چه از لحاظ اقتصادی است. با توجه به نقش و اهمیت سیستم‌های ریلی در افزایش تراکم جمعیت (که خود از اصول رشد هوشمند و شهر فشرده است)، کاهش آلودگی هوا و صوتی، کاهش زمان‌های اتلاف شده افراد و نقش بسیار مهمی که در تعاملات اجتماعی (زمینه‌ای برای تبادل نظر و ایجاد روحیه مشارکت‌های اجتماعی و ...) دارد، ایجاد آن در شهرهای متوسط و بزرگ و کلان‌شهرها گام بلندی برای رسیدن به توسعه پایدار شهری خواهد بود. با وجود این موارد، ایجاد گزینه‌های حمل و نقل مترو در برخی شهرها مقرون به صرفه نبوده و نیاز است تا به سایر گزینه‌های حمل و نقل ریلی چون مونوریل یا مونوریل آویزان، LRT، قطار هوایی یا حتی اتوبوس‌های پرسرعت (BRT) نیز توجه کافی مبذول شود و با در نظر گرفتن همه جوانب اقدام به ایجاد یک یا چند حالت سیستم حمل و نقل عمومی در شهر مورد نظر کرد. عدم توجه به اصول و ضوابط و عدم بهره‌گیری از دانش کارشناسان مختلف در رشته‌های متعدد، می‌تواند خسارت‌های مالی و زمانی زیادی را به بار آورد که نمونه آن را می‌توان در طرح ایجاد مترو شهر اهواز مشاهده کرد. با توجه به مباحث این مقاله چنین پیشنهاد می‌شود:

- ۱- در تصمیم‌گیری برای ایجاد مترو در یک شهر، باید موارد زیادی را مدنظر قرار داد، از جمله: نوع خاک، شیب زمین، وضعیت آب‌های زیر زمینی، وجود گسل، نوع اقلیم، میزان امنیت اجتماعی، میزان تحصیلات، مرزی بودن یا نبودن شهر، ایمنی و پدافند غیرعامل، سطح فرهنگی جامعه، وضعیت مالی ساکنان، نوع پراکنده‌گی مراکز اشتغال، نوع پراکنده‌گی مراکز جاذب سفر و ...
- ۲- استفاده از کارشناسان علوم مختلف چون جغرافیا، شهرسازی، عمران، معماری، حمل و نقل، هواشناسی، آب شناسی، زمین شناسی، مردم شناسی، جامعه شناسی، علوم نظامی، اقتصاد، مدیریت، حفاری، مکانیک سیالات و جامدات و ...
- ۳- نظارت مسئولان محلی بر قیمت زمین‌های اطراف ایستگاه‌های مترو، به این خاطر که افراد بیشتری توانایی برای تدارک واحد مسکونی را در جوار ایستگاه‌های مترو داشته باشند و بتوانند به راحتی از خدمات آن بهره‌مند شوند.
- ۴- محدود کردن عبور و مرور خودروی شخصی در مراکز شهری و در اطراف ایستگاه‌های مترو برای ایجاد آرامش بیشتر و امنیت بالاتر.
- ۵- استفاده از راهروهای سرپوشیده در مناطقی که آب و هوای خیلی گرم یا سرد یا بارش فراوانی دارند. تا بدین وسیله افراد با آسودگی خاطر از مراکز جاذب سفر به ایستگاه‌های مترو دسترسی داشته باشند.
- ۶- طرح وام‌های کم بهره و سیاست‌های تشویقی برای تبدیل واحدهای مسکونی کم ارتفاع به واحدهای مسکونی چند طبقه برای تأمین مسکن افراد با درآمد متوسط یا کم درآمد.
- ۷- برنامه‌ریزی و اجرای طرح‌های آموزش شهروندی برای آگاه‌سازی ایشان از امتیازهای استفاده از مترو یا وسایل حمل و نقل همگانی و همچنین مضرات استفاده از خودروی شخصی.
- ۸- اجرای طرح‌های جریمه نقدی برای استفاده‌کنندگان از پارکینگ و استفاده از سوخت‌های تجدیدناپذیر.
- ۹- تمرکز مراکز جاذب سفر و اشتغال (در حد امکان) در نقاطی خاص و ایجاد ایستگاه مترو زیرزمینی برای دسترسی آسان به آنها.

## مراجع

- [1] Cheng hon ting A. Understanding Rail-based Transit-oriented Development: The Dynamics of Metro Systems, Population and Income Growth. University of Hong Kong. China. 2010.
- [۲] کاشانی جو، خ، مفیدی شمیرانی، م. سیر تحول نظریه‌های مرتبط با حمل و نقل درون شهری. نشریه هویت شهر، سال سوم، شماره چهارم، صص ۱۴-۳، تهران، ۱۳۸۸.
- [3] Loo B, Chen C, Chan E. Rail-based transit-oriented development: Lessons from New York City and Hong. Journal of Landscape and Urban Planning, China, 18(10): 1-12, 2010.
- [4] Lindholm M. A sustainable perspective on urban freight transport: Factors affecting local authorities in the planning procedures. Journal of Procedia Social and Behavioral Sciences, (2): 6205-6216, 2010.
- [۵] نورالهی، ح، برکیور، ن. ارزیابی آثار احداث سیستم ریلی درون-شهری بر کیفیت محیط شهری مطالعه موردی: خط یک قطار شهری مشهد. نشریه مهندسی حمل و نقل، سال پنجم، شماره سوم، صص ۴۱۲-۳۹۳، تهران، ۱۳۹۳.
- [6] Gupta S. Land, Water and Air Transport (www.publishyourarticles.net, 2013).
- [۷] کاظمیان، غ، رسولی، ا، رفیع پور، س. مزیت‌های حمل و نقل ریلی درون شهری نسبت به جاده‌ای، بر اساس رویکرد توسعه پایدار، مطالعه موردی: خط ۴ متروی تهران. نشریه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال ششم، شماره بیست و سوم، صص ۹۴-۷۷، مردشت، ۱۳۹۴.
- [8] Hou R, Bai F, Zhu J. Research on Sustainable Development Evaluation of Urban Rail Transit Investment Project Based on Rough Set. Journal of Applied Mechanics and Materials, Switzerland; (97): 596-600, 2011.
- [9] Zhang Y. Coherent Network Optimizing of Rail-Based Urban Mass Transit. Journal of Discrete Dynamics in Nature and Society, Hindawi; (10): 1-9, 2012.
- [10] UITP. A common position of European Public Transport Operators (4th ed.). Brussels: Advancing Oublic Transport; 2014.
- [۱۱] قریب، ف. شبکه ارتباطی در طراحی شهری، انتشارات علمی دانشگاه تهران، ۱۳۹۳.
- [۱۲] امینی نژاد، ر، افتخاری، ق. مقدمه‌ای بر برنامه‌ریزی حمل و نقل شهری، انتشارات علمی دانشگاه پیام نور، ۱۳۹۰.
- [۱۳] ذبیحی، ح، عبدالله، ب. ارزیابی و تعیین نقش مجتمع ایستگاهی دروازه دولت با رویکرد توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی (TOD). نشریه فصلنامه مدیریت شهری، سال هشتم، شماره بیست و ششم، صص ۳۰-۱۹، سنندج، ۱۳۹۵.
- [۱۴] شاهی، ج، نادران، ع، جمالزاده، ع. حمل و نقل نوین در شهرها، انتشارات سازمان شهرداریها و دهیاریهای کشور، ۱۳۹۰.
- [۱۵] مجیدی خامنه، ب، محمدیان مصمم، ح، ضرغامی، س، غفوری، ی. ارزیابی اثرات توسعه حمل و نقل عمومی (مترو و BRT) بر کاربری زمین شهری (نمونه موردی: منطقه ۷ شهرداری تهران). نشریه پژوهش‌های دانش زمین، سال هفتم، شماره بیست و هفتم، صص ۶۴-۴۴، تهران، ۱۳۹۵.
- [۱۶] پورمحمدی، م. برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، انتشارات سمت، ۱۳۹۱.
- [۱۷] اقدس وطن خواه، م، قریب، ف. بررسی اثرات کاربری زمین و توسعه شهری بر حمل و نقل سریع همگانی. نشریه علوم و تکنولوژی محیط زیست، سال یازدهم، شماره سوم، صص ۲۶۸-۲۴۹، تهران، ۱۳۸۸.
- [۱۸] خلیقی، ن، پورجعفر، م، بمانیان، م. سنجش ابعاد اجتماعی فضای جمعی ایستگاه‌های پایانه‌ای مترو، نمونه موردی: ایستگاه پایانه‌ای مترو شهید سلطانی کرج. نشریه هنرهای زیبا، سال هفدهم، شماره سوم، صص ۲۸-۱۷، تهران، ۱۳۹۱.
- [۱۹] سیفی پور، ر، بیات، م. بررسی عوامل مؤثر بر توسعه حمل بار در راه آهن با رویکرد اقتصادسنجی. کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، صص ۱۴-۱، تهران، ۱۳۹۱.
- [۲۰] معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران، عملکرد شرکت بهره‌برداری مترو، ۱۳۹۱.