

مطالعه سیستم های مونوریل و مترو و بررسی جایگاه هر کدام در حل مشکلات ترافیک شهر تهران

فاضل توتونچی^۱، حنا سادات بصّام تبار^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، استان تهران دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، استان تهران دانشکده عمران دانشگاه تهران

fazel_tootoonchy@yahoo.com

خلاصه

معضلات ترافیکی شهر تهران، به اندازه ای بحرانی شده است که برنامه ریزی و چاره اندیشی برای حل آن ها فوق العاده ضروری می باشد. اگر چه تا چندی پیش تعریض خیابان ها و احداث بزرگراه ها به عنوان راه حل رفع این معضلات به نظر می رسید، اما با توجه به روند تولید وسایل نقلیه موتوری و میزان واردات خودرو از یک بعد و عدم کارایی سیستم های حمل و نقل عمومی فعلی در بعد دیگر، پیش بینی می شود حجم تردد وسایل نقلیه در سطح شهر در سال های آتی به حدی برسد که حتی افزایش ظرفیت شبکه حمل و نقل نیز نتواند به حل این مشکل کمکی نماید. لذا در کنار راه حل فوق، بهتر است علاوه بر بهبود کیفیت ناوگان حمل و نقل عمومی موجود، با اعمال مدیریتی کارآمد، از توان سیستم های حمل و نقلی نظیر مونوریل و مترو، به صورت مکمل بهره مند شویم. هدف از این مطالعه مقایسه کیفی میان مونوریل و مترو و بیان ضرورت استفاده از مونوریل برای حل قسمتی از معضل ترافیک شهر تهران می باشد. با بررسی ویژگی های مشترک این دو سیستم، نظیر ایمنی، سازگاری با محیط زیست، ظرفیت حمل و نقل مناسب و کارآمدی از یک سو، و اشاره به برتری های مونوریل نسبت به مترو از سوی دیگر، دیده شد که دلایلی همچون سرعت ساخت بالا و هزینه احداث کم، توجیهی برای حضور مونوریل در کنار سایر سیستم های حمل و نقل موجود می باشد.

کلید واژه ها : حمل و نقل عمومی، مترو، مونوریل، هزینه ساخت

مقدمه

از مهمترین مسائل در مدیریت کلانشهر تهران، مسئله ترافیک و حمل و نقل آن می باشد که رابطه ای تنگاتنگ با جمعیت و توزیع آن در سطح شهر، و فعالیت های اقتصادی _ اجتماعی مردم دارد.

مشکلات ناشی از جابجایی مردم در سطح شهر به شکل تأخیر در زمان سفر، آلودگی های زیست محیطی خصوصاً آلودگی هوا و آلودگی صوتی، تصادفات و دشواری های دسترسی بین نقاط درون شهری بروز کرده و به موازات رشد جمعیت و افزایش مالکیت وسایل نقلیه شخصی، این مسئله شکل محسوس تری به ویژه در بعد اتلاف وقت و سرمایه به خود می گیرد.

اگرچه فعالیت هایی در جهت بهبود شرایط موجود و یا ایجاد امکانات جدید در شبکه های حمل و نقل فعلی صورت گرفته است، ولی به دلیل محدود بودن سطح معابر شهری و بافت سنتی این معابر به خصوص در مناطق مرکزی شهر تهران و همچنین محدودیت منابع مالی و اعتباری اختصاص یافته به توسعه این شبکه ها، با توجه به تولید غیر متعارف اتومبیل و موتورسیکلت، نیاز است تا تسهیلات جدید و ویژه ای در سیستم های حمل و نقل عمومی در نظر گرفته شود.

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران - سازه

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران - سازه

طبق تحقیقات صورت گرفته، تعداد وسایل نقلیه شماره گذاری شده در تهران در حال حاضر در حدود ۳۵۰۰۰۰۰ دستگاه است که از این تعداد حدوداً ۷۵٪ آن ها در طی روز فعال می باشد؛ و این در حالی است که ظرفیت شبکه حمل و نقل تهران در حدی پائین تر از سطح مورد نیاز جهت تردد این تعداد وسایل نقلیه می باشد. از طرفی، در شرایط کنونی، روزانه حدود ۱۵۰۰ خودرو و ۲۰۰۰ موتورسیکلت در تهران شماره گذاری می گردند. اگر این روند تولید را ثابت در نظر گرفته و از واردات خودرو نیز صرف نظر نمائیم، طی ۵ سال آینده تعداد حدود ۵۰۰۰۰۰۰ وسیله نقلیه به تعداد وسایلی که امروزه در حال ترددند افزوده خواهد شد. [۷] در مقایسه ظرفیت موجود شبکه حمل و نقل شهر با وضعیت تردد در ۵ سال آینده، با فرض اینکه نخواهیم در وضعیت موجود بهبودی ایجاد کنیم، ملاحظه می گردد حتی در صورتی که شرایط فعلی شبکه های دسترسی را نزدیک به سطح ایده آل در نظر بگیریم، نیاز است تا امکانات و تسهیلات شبکه حمل و نقل چند برابر گردد تا در ۵ سال آینده مشکلات جدیدی به معضلات کنونی افزوده نشود.

ولی با توجه به منابع و امکانات موجود، افزایش تسهیلات به این میزان طی ۵ سال، غیر ممکن بوده و لذا لازم است در سیاست گذاری های بخش حمل و نقل شهری بازنگری هایی صورت گیرد که به واسطه آن، سیستم حمل و نقل، پاسخگوی نیاز های آتی بوده و از قفل شدن جریان ترافیک در معابر شهری در سال های آینده جلوگیری کند.

نکته مورد توجه این است که هر کدام از سیستم های حمل و نقل عمومی نظیر مترو یا مونوریل، خصوصیات مربوط به خود را داشته و از آن جا که خصوصیات و شرایط هر یک در موقعیت های مختلف متفاوت است، بنابراین در انتخاب هر یک از آن ها، توجه به عواملی از قبیل ظرفیت حمل مسافر، حجم سرمایه گذاری، هزینه بهره برداری، مدت زمان ساخت و بهره برداری و ... ضروری می باشد. لذا برای انتخاب سیستم مناسب حمل و نقل می توان با توجه به حجم ترافیکی و میزان تقاضای سفر، اقدام به شناسایی کریدور های ترافیکی سطح شهر نموده و در خصوص راه اندازی سیستم متناسب با نیاز ترافیکی هر کدام تصمیمات لازم را اتخاذ نمود.

بررسی کریدورهای ترافیکی شهر تهران نشان می دهد که سیستم های اتوبوسرانی و تاکسیرانی در برنامه ریزی کریدور های با حجم تردد کم لحاظ گردیده و در مورد کریدورهای با حجم تردد زیاد نیز سیستم های حمل و نقل ریلی سریع السیر (مترو) احداث گردیده و در حال تکامل می باشند. ملاحظه می گردد که خلاء بین این دو سیستم یعنی کریدور های با حجم تردد متوسط محسوس می باشد؛ به طوریکه میزان تقاضای این کریدور ها از حد توانایی سیستم اتوبوسرانی و تاکسیرانی بیشتر بوده و ظرفیت مترو نیز فراتر از نیاز ترافیکی کریدور های با حجم تردد متوسط است. [۷] در این شرایط، ایجاد قطار سبک شهری در ناوگان حمل و نقل شهر تهران می تواند به عنوان یک راهکار مورد توجه قرار گیرد.

مونوریل

به شبکه قطارهای بالاتر از سطح زمین که دارای یک ریل بوده و واگن های آن عریض تر از مسیری هستند که روی آن حرکت می کنند، مونوریل گفته می شود. علاوه بر این که مونوریل ها می توانند در ارتفاع حرکت کنند، می توانند در سطوحی پایین تر از تراز زمین در درون تونل ها نیز قرار گیرند.



شکل ۱ - مونوریل

مونوریل را به لحاظ سازه ای می توان به سه دسته فولادی، بتن آرمه و یا ترکیبی از این دو تقسیم نمود. از جهت سرعت نیز به دو دسته درون شهری با سرعت کمتر از ۸۵ کیلومتر بر ساعت و برون شهری با سرعت بیشتر از ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت تقسیم می گردد. تقسیم بندی دیگری که برای مونوریل مطرح است به لحاظ منبع تأمین نیروی محرک آن هاست؛ که توسط موتور های دمنده هوا و یا میدان های مغناطیسی واگن ها از ریل فاصله گرفته و نیروی کشش لازم به وسیله موتور های الکتریکی و یا میدان های مغناطیسی دیگری ایجاد می شود. [۵] جدای از نوع سیستم مونوریل، تمامی آنها دارای یک سری ویژگی های مشابه می باشند که به آن ها خواهیم پرداخت .

ویژگی های مونوریل

چنانچه گفته شد نیروی کشش این سیستم به وسیله میدان های مغناطیسی ایجاد می شود و حرکت آن بر روی یک لایه نازک هوا صورت می گیرد، لذا هیچگونه لرزشی در واگن ها در حین حرکت احساس نمی شود. بنابر این تا حد مطلوب راحتی مسافران تأمین می گردد. این سیستم از ایمنی بالایی برخوردار است؛ چراکه مسیر های آن به صورت غیر هم سطح در فراز معابر شهری قرار دارد و امکان هیچگونه برخوردی بین این سیستم و سایر سیستم های حمل و نقل موجود نمی باشد. همچنین از آن جا که واگن های مونوریل عریض تر از ریل آن می باشد و ریل در شیار های عمیقی از بدنه قرار دارند ، بحث واژگونی مونوریل نیز منتفی است. به دلیل این که حرکت آن در ارتفاع صورت می گیرد و امکان حرکت در شیب های ملایم تا متوسط را نیز دارد، لذا برای احداث آن کمترین تغییرات در محیط زیست ایجاد می شود. در این صورت سازگاری سیستم با محیط اطراف بالا می رود. همچنین چه در حین ساخت و چه در زمان بهره برداری نیازمند انسداد معابر شهری و تعریض خیابان ها نخواهیم بود. حرکت سیستم مونوریل توسط چرخ های لاستیکی روی ریل های بتنی صورت می پذیرد؛ لذا از یک طرف آلودگی صوتی آن بسیار کم بوده و از سوی دیگر به دلیل انعطاف پذیری لاستیک ها، در هنگام ایستادن لرزش های کم تری به واگن ها وارد می شود. استفاده از چرخ لاستیکی امکان حرکت در شیب های تند را نیز فراهم می کند. به دلیل کم بودن عرض مسیر ، فضایی که از آسمان شهر اشغال می شود به حداقل رسیده، بنابراین چهره شهر را تاریک نمی کند. پس از وقوع حوادث قهریه مانند سیل، آتش سوزی و زلزله، این سیستم به دلیل حرکت در ارتفاع تنها شریان حیاتی در سطح شهر می باشد. اگر چه سرعت حرکت آن در حالت درون شهری به ۸۵ کیلومتر در ساعت محدود است، ولی این سرعت کم امکان ایجاد دید بهتر برای مسافران را فراهم می نماید. ظرفیت جابجایی آن نیز محدود بوده و بزرگترین مونوریل ها در حدود ۱۰۰۰۰ نفر را در ساعات اوج ترافیک جابجا می کنند. که در مقایسه با دیگر سیستم های ریلی به طور قابل ملاحظه ای کمتر است. [۵]



شکل ۲ - مونوریل

به دلیل استفاده از نیرو های الکتریکی و میدان های مغناطیسی در این سیستم، پارامتر هایی که در آلوده کردن هوا موثرند از آن سلب شده است. از طرفی به دلیل عدم استفاده از سوخت فسیلی، گرمای ناشی از احتراق به محیط منتقل نمی گردد. [۲]

هزینه ساخت آن در مقایسه با سایر سیستم های حمل و نقل ریلی پایین تر است؛ چراکه در احداث مسیر آن تنها نیازمند به ساخت تیرها و ستون هایی هستیم که ریل روی آن قرار دارد. در این صورت علاوه بر پایین بودن هزینه ساخت، تملک اراضی نیز تنها محدود به خرید فضای ایستگاه ها و پایه ستون ها می شود. همچنین نیاز به حفر تونل نداشته لذا حجم عملیات خاکی آن بسیار پایین است. به دلیل امکان استفاده از قطعات پیش ساخته در احداث خط مونوریل، سرعت اجرا بالا می رود؛ لذا برگشت سرمایه زودتر رخ می دهد. [۱] به دلیل اینکه طراحی و ساخت مسیر حرکت مونوریل با توجه به توان نیروهای متخصص داخلی در کشور امکان پذیر است، لذا در این بخش ما را از وابستگی به کشورهای دیگر بی نیاز می کند که این امر خود در کاهش هزینه ها موثر است.

مترو

به شبکه قطار های سریع السیر که دارای دو ریل بوده و امکان حرکت در زیر یا روی زمین فراهم است و از ظرفیت بالای حمل و نقل برخوردارند، مترو گفته می شود. [۳]



شکل ۳ - مترو

ویژگی های مترو

از آن جا که حرکت شبکه های متروی درون شهری درون تونل ها در زیر زمین می باشد، لذا آرامش محیط اطراف را بر هم نزده و محیط اطراف متأثر از سر و صدای ناشی از حرکت واگن ها نخواهد بود. [۱۰] مترو دارای بیشترین ظرفیت حمل و نقل عمومی در مقایسه با سایر سیستم های حمل و نقل است. بر اساس آمار موجود در ساعات اوج ترافیک مترو قادر به جابجایی ۱۰ هزار تا ۳۰ هزار نفر در ساعت می باشد. در صورتی که تسهیلات ارائه شده در این سیستم در حد مطلوب بوده و گستردگی آن در حدی باشد که بتواند نیاز ترافیکی شهروندان را پاسخ گوید و همچنین شبکه تغذیه کننده اتوبوسرانی نیز شرایط دسترسی به ایستگاه های مترو را فراهم سازد، این سیستم قابلیت پذیرش ظرفیت بالای مسافری را خواهد داشت. سرعت متوسط حرکت مترو در حدود ۳۵ تا ۶۰ کیلومتر بر ساعت بوده و سرعت ماکزیمم آن به ۸۰ تا ۱۴۰ کیلومتر بر ساعت نیز می رسد. [۳]



شکل ۴ - مترو

با توجه به عملیات کنترل و سیگنالیینگ دقیقی که صورت می پذیرد، با احتساب زمان سفر ها و توقف ها از یک سو اتلاف وقت ها به حداقل کاهش یافته و مصرف سوخت نیز به حداقل می رسد و از سوی دیگر یک حرکت منظم زمان بندی شده، قانونمند، راحت و ایمن شکل می گیرد. [۶] به دلیل اینکه احداث خطوط مترو در بافت قدیمی شهر ها در درون زمین صورت می پذیرد، بنابراین نیاز به تخریب این بناها نمی باشد. احداث مترو علاوه بر کاهش آلودگی های زیست محیطی ناشی از تردد وسایل نقلیه موتوری، نیاز به ساخت بزرگراه ها را نیز کاهش داده و از سرازیر شدن بخش هنگفتی از سرمایه های داخلی به سمت ساخت و گسترش بزرگراه ها جلوگیری می کند. [۸] از دیگر ویژگی های این سیستم این است که به گسترش شهر جهت داده و از رشد بی رویه و ناخواسته آن جلوگیری می کند. بدین معنی که فرصت مناسبی را جهت گسترش حمل و نقل عمومی در کنار توسعه زمین فراهم می آورد. با افتتاح مترو تهران، دیده شده است که تا حدی از توسعه ساختمان های شهری آن کاسته شده و شاخص رشد و توسعه اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی افزایش یافته که این امر به واسطه امکان ایجاد رابطه با شهرک های اطراف شهر میسر گردیده است. [۹]

عوامل موثر در هزینه احداث پروژه های حمل و نقل ریلی

پارامتر های بسیاری در میزان هزینه احداث خطوط ریلی درون شهری باید مد نظر قرار گیرد که در زیر به برخی از آن ها اشاره شده است: ظرفیت جابجایی مسافر : بدیهی است که با افزایش میزان تقاضا، ملزم به توسعه شبکه خواهیم بود. اگرچه توسعه هر سیستم حمل و نقلی با افزایش هزینه روبروست، اما اگر زمینه های توسعه آن در طراحی های اولیه دیده شده باشد، توسعه آن با هزینه کمتری صورت می پذیرد. [۴] سرعت : افزایش سرعت از یک طرف نیروی محرک مورد نیاز را بیشتر کرده، و از سوی دیگر در تعیین تعداد و فاصله ایستگاه ها تأثیر گذار است. [۵] طول مسیر : بر خلاف آنچه تصور می شود، افزایش طول مسیر منجر به افزایش تصاعدی هزینه ها نخواهد شد؛ زیرا افزایش طول مسیر، تنها هزینه های توسعه آن را شامل می شود و هزینه اولیه احداث سیستم های ریلی تقریباً ثابت و مشخص است. [۵] سیستم تأمین انرژی: با انتخاب نوع سیستم ریلی و حتی در نظر گرفتن یک مدل خاص از هر نوع به دلیل تفاوت در میزان و نحوه تأمین انرژی حرکتی، هزینه بخش تأمین نیروی محرک متغیر است. کنترل و سیگنالیینگ : طبق بررسی های انجام شده و تجارب حاصل از سیستم های ریلی قبلی در داخل و خارج از کشور، این پارامتر بیشترین هزینه را به سیستم تحمیل می کند. چراکه به دلیل نبودن نیروی ماهر داخلی در تولید و نصب تجهیزات لازم، ناگزیر به بهره گیری از توان نیرو های خارجی هستیم. توانایی ساخت توسط نیرو های متخصص داخلی : به طور کلی نبود نیروی متخصص در داخل کشور چه در بخش مطالعاتی و طراحی و چه در بخش اجرا، ما را به سمت بهره گیری از مشاوران و پیمانکاران خارجی سوق می دهد. هزینه تمام شده این قست ها در صورتی که از نیروی متخصصین داخلی استفاده شود به طور قابل ملاحظه ای پایین تر است. از طرف دیگر استفاده از نیرو های خارجی تبعات سیاسی - اجتماعی خاص خود را نیز به همراه دارد.

تملك اراضی : محل ایستگاه ها و خطوط ریلی ای که در سطح زمین حرکت می کنند باید در مالکیت پروژه قرار گیرند. هرچه وسعت ایستگاه ها بیشتر باشد، هزینه های این قسمت بالاتر می رود. [۵]

توپوگرافی و عوارض زمین : در توزیع خطوط شبکه های ریلی توجه به توپوگرافی زمین و تأثیرگذاری سیستم ریلی بر آن حائز اهمیت است. اینکه برای توسعه شبکه نیازمند به مقابله با عوارض زمین باشیم یا خیر، در میزان هزینه ها بسیار مؤثر می باشد. همچنین مسائل زیست محیطی را نیز نباید فراموش کرد. [۱]

تورم و مسائل اقتصادی : با توجه به تورم موجود و نوسانات اقتصادی در کشور، هرچه زمان بهره برداری به تعویق افتد، هزینه ها به طور تصاعدی افزوده شده و چه بسا به دلیل طولانی شدن دوره ساخت، پروژه از حیز انتفاع خارج می شود و حتی ممکن است دیگر جوابگوی نیاز های ترافیکی در دوره طرح نباشد.

تعیین هزینه بلیط

قبل از تعیین هزینه بلیط باید منابعی که در دوره بهره برداری به نحوی در تأمین مالی مؤثرند شناسایی شوند. این منابع به اختصار در ذیل آمده است :

- ❖ یارانه های دولتی؛
- ❖ فروش بلیط؛
- ❖ پذیرش آگهی و بیلبورد های تبلیغاتی: ایستگاه های مترو و مونوریل و پایه های مونوریل محل مناسبی برای نصب آگهی می باشد.
- ❖ فروش یا اجاره زمین های مجاور: این زمین ها به دلیل احداث سیستم ریلی رونق اقتصادی پیدا می کنند و به نحوی دارای موقعیت تجاری و اداری می گردند.

از طرفی در تعیین مبلغ بلیط نیز باید به مسائل زیر توجه شود:

- ❖ هزینه های احداث سیستم؛
- ❖ هزینه های دوره بهره برداری ، تعمیرات و نگهداری؛
- ❖ زمان ساخت و زمان برگشت سرمایه؛
- ❖ میزان درآمد های مالی حاصل از منابع اشاره شده در بالا؛
- ❖ رقابت با سایر سیستم های حمل و نقل برای جذب مسافر بیشتر.

ملاحظه گردید که سیستم مونوریل به دلیل ویژگی های خاص خود ، از سرعت ساخت بالایی برخوردار است. همچنین هزینه های ساخت آن با توجه به تجارب حاصل در کشور های دیگر، چیزی در حدود ۲۰٪ هزینه احداث دیگر سیستم های ریلی مانند مترو است. [۵] لذا پیش بینی می شود در صورت استفاده یکسان از یارانه های دولتی برای سیستم های مختلف ریلی، هزینه بلیط سیستم مونوریل به مراتب کمتر از مترو باشد .

مونوریل یا مترو

دیده شد که سرعت و ظرفیت جابجایی مسافر در سیستم مترو به مراتب بیشتر از مونوریل است. اما این مسئله نباید به این تصمیم منجر گردد که سیستم مونوریل را از شبکه حمل و نقل عمومی حذف کرده و سیستم مترو را جایگزین آن نمود. چراکه در این صورت در کریدور های با حجم ترافیکی متوسط، نه تنها بخش قابل ملاحظه ای از ظرفیت مترو به هدر می رود، بلکه هزینه های ساخت بسیار بالایی به دلیل حفر تونل ها و احداث خطوط مترو باید پرداخت شود. از طرف دیگر امکان تداخل زیر ساخت های شهری همچون شبکه آب و فاضلاب ، برق و ... با خطوط مترو موجود می باشد که ممکن است توسعه این سیستم را متوقف و یا مسیر آن را به طور کلی تغییر دهد.

در بخش ساخت نیز نباید فراموش شود که با داشتن دید منطقی نسبت به توان نیروهای متخصص چه در بخش طراحی و چه در بخش اجرا، امکان ساخت مسیر مترو بدون استفاده از مهارت متخصصین خارجی امکان پذیر نمی باشد. اگرچه به تازگی موفق به ساخت دستگاه های حفار تونل (TBM) در داخل کشور شده ایم، اما هنوز به مرحله بهره برداری نرسیده است.

لذا نمی توان با نگاهی سطحی به معایب و مزایای هر سیستم، آن را به طور کلی از گردونه رقابت خارج کرد؛ بلکه لازم است با انجام مطالعات در سطحی گسترده و اعمال سیاست گذاری های مناسب در بخش حمل و نقل از ترکیب سیستم های حمل و نقل عمومی، یک مجموعه هماهنگ، یکپارچه، منظم و ایمن فراهم آورده تا علاوه بر کاهش اثرات منفی زیست محیطی بتوان نیاز حمل و نقل شهرها را در سطحی مطلوب برآورده ساخت و از بروز معضلات ترافیکی و تبعات منفی آن در چهره شهر و اذهان عمومی جلوگیری نمود.

نتیجه گیری

برنامه ریزی صحیح در زمینه اطلاع رسانی و فرهنگ سازی برای استفاده از سیستم های ریلی در کنار ویژگی های منحصر به فرد آن ها در مقایسه با دیگر سیستم های حمل و نقل عمومی در کلانشهر ها، باعث افزایش گرایش به استفاده از این سیستم ها می شود؛ که به دنبال خود اثرات مثبتی از جمله کاهش آلودگی، صرفه جویی در سوخت فسیلی، افزایش ایمنی، کاهش تلفات و ... دارد.

همچنین تأمین امکانات رفاهی بیشتر در سطحی مطلوب تر، و برقراری سیاست مشتری مداری در ایستگاه ها، موجب ترغیب مسافران به استفاده از این سیستم ها خواهد گردید. بدین نحو که در کنار ارتقاء کیفیت سیستم حمل و نقل عمومی، می توان از برنامه هایی نظیر طرح ترافیک، طرح زوج و فرد وسایل نقلیه، حذف یارانه های دولتی اختصاص یافته به بنزین و محدود نمودن مصرف آن به وسیله صدور کارت های اعتباری و ... جهت سوق دادن مسافران به استفاده از شبکه حمل و نقل عمومی استفاده نمود.

اگرچه با روی آوردن مسافران به استفاده از این سیستم های ریلی، بخشی از بار ترافیکی از دوش ناوگان حمل و نقل شرکت واحد اتوبوسرانی و تاکسیرانی برداشته شده و سبب بهبود کیفیت سایر سیستم ها می گردد، اما ترکیب انواع سیستم های حمل و نقل عمومی با یکدیگر به فراخور نیاز و متناسب با شرایط ترافیکی مناطق است که از معضلات ترافیکی شهر می کاهد.

لذا در کنار مترو به عنوان محور اصلی حمل و نقل، می توان از سیستم مکملی به نام مونوریل استفاده نمود که نسبت به مترو به هزینه و زمان کمتری جهت ساخت نیاز داشته و تداخلی در جریان ترافیک زمینی ایجاد نمی کند و علاوه بر آن سبب بهبود ترافیک و حمل و نقل شهری می گردد.

مراجع

- [1] FREEMAN,P. and JAMET,C. , " Urban Transport Policy " , A.A. Balkema , Rotterdam , Netherlands , 1998 , 1056 pages .
 - [2] " International Conference on Railways as a System " , Professional Engineering Publishing , London , UK , 1999 , 177 pages .
 - [3] JOTIN KHISTY,C. and KENT LALL,B. , " Transportation Engineering " , 2nd Edition, Prentice - Hall , New Jersey , 1998 , 720 pages .
 - [4] PAPACOSTAS,C.S. , " Fundamentals of Transportation Engineering " , Prentice -Hall , New Jersey , 1987 , 458 pages .
 - [5] <http://www.monorails.org>
 - [6] <http://www.tehranmetro.com> (شرکت راه آهن شهری تهران و حومه)
 - [7] <http://www.tehransama.ir> (سامانه مدیریت ارتباطات شهرداری تهران)
- [۸] فصلنامه تحلیلی پژوهشی علوم اجتماعی " جستار های شهر سازی " ، شماره ۴ ، بهار ۸۲ .
- [۹] فصلنامه " جامعه مهندسان مشاور ایران " ، شماره ۲۰ ، تابستان ۸۲ .
- [۱۰] مجله علمی پژوهشی " علوم و تکنولوژی محیط زیست " ، شماره ۱ ، تابستان ۷۸