



سیستم‌های بهره‌برداری اتوبوس‌های تندرو از جنبه‌های فنی و طراحی سیستم جهت افزایش کارایی

احسان روحی، کارشناس ارشد مهندسی عمران - برنامه‌ریزی حمل و نقل، کارشناس مهندسی مشاور
رهیافت اندیشه فردا¹

حسن ذوقی، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، دانشکده تحصیلات تکمیلی
مهدی حسن‌زاده اصفهانی، کارشناس ارشد مهندسی عمران - راه و ترابری، مدیرعامل مهندسی مشاور
رهیافت اندیشه فردا²

² rahyaft.af@gmail.com ، ۰۲۱-۴۴۴۵۸۴۵۷

چکیده:

شبکه اتوبوسرانی شهری به عنوان یک جزء اساسی در برنامه ریزی حمل و نقل مورد توجه قرار می‌گیرد. طراحی درست شبکه و بهره‌برداری مناسب از این سیستم باعث افزایش مطلوبیت و در نتیجه افزایش سهم سفرهای این سیستم از سفرهای شهری می‌شود. در سیستمی نظیر سامانه اتوبوس تندرو که هدف آن جابجایی مسافران در حجم بالاتر نسبت به اتوبوس‌های محلی است، ظرفیت سامانه بسیار اهمیت می‌یابد که با انجام اقدامات لازم در قسمت‌های مختلف این سیستم، در زمان طراحی و بعد از آن در دوران بهره‌برداری، می‌توان باعث افزایش بهره‌وری سیستم شد که این امر جز با شناخت کامل از زوایای مختلف سامانه مورد نظر امکان پذیر نمی‌باشد.

بطور کلی سیستم‌های بهره‌برداری در حمل و نقل همگانی را به دو جنبه مسائل فنی و یا مسائل مدیریتی (اقتصادی) می‌توان تقسیم بندی نمود. که با توجه به گستردگی موضوع، در این مقاله ضمن اشاره‌ای گذرا به اجزاء سیستم اتوبوس‌های تندرو به بررسی سیستم‌های بهره‌برداری از منظر اول پرداخته می‌شود.

کلید واژه: روش‌های بهره‌برداری، سامانه اتوبوس‌های تندرو، مسائل فنی



توسعه حمل و نقل عمومی یکی از مهمترین سیاستها در کلان شهرهای ایران است. بخصوص فشار ناشی از سهمیه‌بندی و هم اکنون حذف یارانه مستقیم سوخت در طرح هدفمندی یارانه‌ها، بار مضاعفی را بر دوش حمل‌ونقل عمومی شهرهای کشور انداخته است. از بین سیستم‌های حمل و نقل، سامانه تندرو یا *BRT (Bus Rapid Transit)* از یک سو بخاطر هزینه سرمایه‌گذاری و زمان اجرای پایین و از سوی دیگر به لحاظ جابجایی حجم انبوه مسافر دارای بازده بسیار بالایی است که مورد توجه مدیران شهری واقع گردیده است.

تجارب جهانی نشان داده است با توجه به هزینه سرمایه‌گذاری اولیه، مدت زمان اجرای سیستم، هزینه بهره‌برداری، بومی‌سازی تکنولوژی مورد استفاده، و سایر فاکتورهای دیگر در زمینه توسعه حمل‌ونقل همگانی، بهترین گزینه ساخت و توسعه سیستم اتوبوس‌های تندرو است.

در واقع سامانه اتوبوس‌رانی تندرو (*BRT*) نوعی سیستم حمل و نقل عمومی سریع و انعطاف‌پذیر چرخ لاستیکی شامل ایستگاه‌ها، خطوط ویژه، اتوبوس و سیستم‌های هوشمند حمل و نقل *ITS* است که بصورت مجتمع و هماهنگ با هم در قالب یک سیستم واحد و منظم با قابلیت جابجایی حجم قابل توجهی از مسافران بصورت کاملاً ایمن، مطمئن و سریع به شهروندان خدمت‌رسانی می‌نماید.

بسیاری از قوانین و الزامات طرح *BRT* برای چندین دهه اجرا شده است. الزاماتی مانند اختصاص دادن خطوط ویژه برای اتوبوس‌ها، کم کردن ایستگاه‌ها و یا سرویس‌های سریع السیر و یا اتوبوس‌های اختصاصی که همیشه باعث ازدیاد سرعت ناوگان مورد بحث بوده است. اما در سیستم *BRT* چون از تمامی موارد در یکجا استفاده شده است باعث بهره‌وری بالای سیستم و استفاده همه آنها در یک قالب شده است.

2 - تعریف مساله

سیستم‌های بهره‌برداری حمل و نقل عمومی را می‌توان از جنبه‌های مختلفی بررسی نمود. مباحثی که در بهره‌برداری سیستم‌های حمل و نقل عمومی همانند اتوبوس‌های تندرو می‌توان بررسی نمود، عبارتند از:

حمل و نقل ترکیبی / یکپارچگی مدها

سیستم‌های کنترل هوشمند (*ITS*)

مرکز کنترل و تجهیزات مربوطه

تکنولوژی‌های نوین در اتوبوس‌های تندرو

عملکرد از نظر ایمنی و ترافیک

روش‌های بهینه بهره‌برداری از ظرفیت شبکه

رویکردهای بازاریابی، بازاریابی در حمل و نقل



بهره برداری خصوصی / عمومی: نام و شعار سیستم و...
ساختار کسب و کار و نحوه های تامین اعتبار
ساختار سازمانی و قانون گذاری در ارائه نحوه ارائه خدمات
و ...

طراحی درست شبکه و بهره برداری مناسب از این سیستم باعث افزایش مطلوبیت این سیستم و در نتیجه افزایش سهم سفرهای این سیستم از سفرهای شهری می گردد که با انجام اقدامات لازم در قسمت های مختلف پروژه اتوبوس های تندرو، می توان باعث افزایش کارایی سیستم شد.
منظور از کارایی، میزان خروجی به ورودی یک سیستم است که هر چه این نسبت بالاتر باشد، سیستم کارتر است. به عبارت ساده تر کارایی یعنی خوب کار کردن. که با رعایت و در نظر گرفتن روش های بهره برداری می توان به کارایی مطلوب رسید.
در این مقاله به بررسی سیستم های بهره برداری از 6 زمینه اول که جنبه های فنی سیستم را تشکیل می دهند پرداخته می شود.

3 - سیستم اتوبوس های تندرو و اجزاء آن

در سایت " معاونت حمل و نقل و ترافیک تهران " سیستم اتوبوس های تندرو به صورت زیر تعریف شده است: نوعی سامانه حمل و نقل خیابانی مجهز به فن آوری های نوین *ITS* که دقت و سرعت سامانه حمل و نقل ریلی و انعطاف پذیری حمل و نقل با اتوبوس را همزمان دارا می باشد.
در گزارش " مدیریتی اتوبوس های تندرو آمریکا (CBRT¹) "، نیز این سیستم به صورت زیر توصیف شده است: یک روش حمل و نقل سریع انعطاف پذیر با عملکرد بالا که چندین بخش فیزیکی مختلف را به نحوی گرد هم آورده که بهره برداری و اجزاء سیستم در یک سامانه یکپارچه پایدار، تصویر کیفیت و هویت یکتای آن را به نمایش می گذارد.

نحوه کارایی سیستم *BRT* به 5 عامل اساسی بستگی دارد: صرفه جویی در زمان، قابلیت اطمینان، هویت و تصویر، امنیت و ایمنی و ظرفیت. هر کدام از این عوامل تاثیر ویژه خود را بر روی سیستم دارند. تجربه ثابت کرده است که اهمیت دادن به کاهش زمان سفر، افزایش قابلیت اطمینان و افزایش ظرفیت جابجایی، باعث بهتر شدن ایمنی، شکل و هویت سیستم خواهد شد. این سیستم دارای پنج بخش اصلی زیر است:

اتوبوس

خطوط ویژه

¹ Characteristics Of Bus Rapid Transit For decision-Making

ایستگاه‌ها

سیستم‌های هوشمند حمل و نقل *ITS*

مدیریت و بهره برداری (در که بعضی از متون از آن نام برده می شود)
با دقت در نحوه تعیین و طراحی هر یک از اجزاء این سامانه حمل و نقل، و تکنولوژی های هر کدام از اجزاء می توان کارایی سیستم را بهبود بخشید.

4 - یکپارچگی مدهای حمل و نقل

برای تحلیل سیستم‌های مختلف حمل و نقل در بخش‌های گوناگون و ارائه سیاست‌های هماهنگ، نیاز به بررسی و در نظر گرفتن تمامی مدهای حمل و نقل و رابطه آنها با هم داریم. یکپارچگی سیستم‌های حمل و نقلی باعث افزایش کارایی، رضایت مسافری و بهره برداری مناسب‌تر از مدهای مختلف حمل و نقلی می‌شود

هر یک از این سیستم‌های حمل و نقل عمومی، ظرفیت، ویژگی، انعطاف‌پذیری و محدودیت‌های خاص خود را دارند. که در یک سیستم حمل و نقل عمومی کارا، با توجه ظرفیت و خصوصیات هر یک از این مدها و خصوصیات و توپوگرافی منطقه و کاربری‌های آن سیستم یا سیستم‌های مناسب انتخاب می‌شود. که ارتباط و رابطه بین این مدها و یکپارچگی آنها از اهمیت خاصی برخوردار است.

در نظر گرفتن رابطه فیدری سیستم‌های حمل و نقل با ظرفیت کمتر با سیستم‌های با ظرفیت بالا و در نظر گرفتن تمهیدات لازم برای کاهش زمان انتقال از یک مد به مد حمل و نقلی دیگر باعث افزایش راحتی و رضایت مسافری سیستم‌های حمل و نقل عمومی و اقبال آنها بسوی سیستم‌های حمل و نقل همگانی می‌گردد. در ذیل تصاویری از این یکپارچگی این سیستم با سایر مدهای جابجایی، در منطقه 8 تهران ارائه شده است.



تصویر ۱. یکپارچگی مدهای حمل و نقل (الف) ایستگاه مترو و اتوبوس‌های تندرو (ب) ایستگاه اتوبوس‌های تندرو و دوچرخه همگانی



5 - سیستم‌های هوشمند حمل و نقل (ITS) در اتوبوس‌های تندرو

سیستم‌های حمل و نقل هوشمند (ITS) سیستم‌هایی متشکل از فناوری‌های نوین الکترونیک، کامپیوتر، فناوری اطلاعات، الکترومکانیک و ... می‌باشند که در برنامه ریزی سیستم‌های حمل و نقل زمینی، امروزه نقش بسیار مهمی ایفا می‌کنند.

کاربرد مناسب خدمات و سیستم‌های ITS بهبودهای چشمگیری را در ایمنی، جابجایی بهره‌وری و کاهش تأثیرات نامطلوب ناشی از ازدحام ترافیک بر محیط زیست پدید می‌آورد. هدف از بکارگیری سیستم‌های ITS ایجاد ایمنی لازم، امکان اطلاع رسانی مفید به مسافران، دستیابی به سیستم‌های کنترل ترافیک بهینه و عملکرد موثر خودروها است. مهم‌ترین دلیل برای سرمایه گذاری در ITS بهبود بهره برداری از سیستم حمل و نقل توسط افزایش کارایی و سودمندی، نجات جان انسان‌ها و جلوگیری از اتلاف وقت، هزینه و انرژی است.

سیستم‌های هوشمند حمل و نقل در اتوبوس‌های تندرو عموماً شامل موارد زیر است:

مرکز کنترل جهت کنترل و نظارت بر عملکرد

سیستم‌های ردیابی و ردگیری

سیستم‌های هوشمند درون ایستگاهی

سیستم‌های هوشمند درون اتوبوس

سیستم‌های هوشمند ایمنی و امنیتی

سیستم‌های هوشمند کاهش زمان توقف در ایستگاه‌ها و توقفگاه‌ها

و ...

6 - روش‌های مختلف بهره‌برداری اتوبوس‌های تندرو

برای بهره برداری سیستم اتوبوس‌های تندرو روش‌های مختلفی در جهان ارائه و استفاده شده است. استفاده از این روش‌ها تاثیر بسزایی در کارایی اتوبوس‌های تندرو دارد. متأسفانه استفاده از بعضی از این روش‌ها فقط در ابتدای راه اندازی این سیستم در تهران بکار گرفته شد و هم اکنون نقش این روش‌ها در بهره‌برداری اتوبوس‌های تندرو به فراموشی سپرده شده است.



- 1- استفاده از خطوط سریع السیر با توقف در ایستگاه‌های محدود² در این روش با استفاده از اتوبوس‌هایی با شکل ظاهری متفاوت (به نحوی که برای مسافران به راحتی قابل تمایز باشند) فقط به مسافران ایستگاه‌های خاصی (که تقاضای بالایی) دارند سرویس‌دهی صورت می‌گیرد. این امر موجب افزایش سرعت جابجایی مسافران شده و ضمن جلب رضایت مسافران باعث کاهش چرخه اتوبوس و در نتیجه کاهش تعداد آن می‌گردد. روش‌های مختلفی برای انتخاب ایستگاه‌ها مطرح شده است از جمله راحتی اطلاع‌رسانی به مسافران، تقاضای بالا، فاصله منطقی تا ایستگاه ماقبل و مابعد و ... به عنوان مثال نوعی سرویس سریع‌السیر که اتوبوس آن فقط در ایستگاه‌های زوج یا فرد توقف می‌کند. و یا در نمونه اجرا شده در تهران این خطوط فقط در میادین (نظیر خطوط فوق‌العاده تندرو در خط یک و دو *BRT* تهران) توقف دارند. یکی از بهترین ملاک‌های برای انتخاب ایستگاه برای این خطوط، حجم تقاضا می‌باشد.
- 2- برنامه‌ریزی سرویس‌دهی به بخشی از مسیر³ در این روش برنامه‌ریزی به گونه‌ای انجام می‌شود که فقط به بخشی از ایستگاه‌های مسیر سرویس‌دهی انجام شده و اتوبوس بدون توقف در سایر ایستگاه‌ها، به سرعت ناحیه مرکزی شهر *CBD* رفته و مسافران را در آنجا پیاده و یا سوار می‌کند.
- 3- سرویس دور کوتاه⁴ در این روش که نمونه آن در جاکارتای اندونزی اجرا شده است، علاوه بر سرویس عادی که کل مسیر را تحت پوشش قرار می‌دهد یک نوع سرویس فوق‌العاده که فقط در بخش میانی مسیر (که عمدتاً ناحیه مرکزی شهر است) راه اندازی می‌گردد. در خط یک سامانه تندروی تهران در تابستان 86 علاوه بر خط سراسری از تهرانپارس تا آزادی خط با اتوبوس‌های دوکابین ایکاروس از میدان انقلاب به میدان امام حسین و برعکس راه اندازی شد که با توجه به شرایط آن زمان مسیر نتایج خوبی داشته و مورد استقبال مردم قرار گرفت.
- 4- اعزام اتوبوس خالی به ایستگاه‌ها میانی⁵ در این روش به منظور کاهش اتلاف زمان ناشی از توقف اتوبوس در ایستگاه‌های ابتدایی، تعداد اتوبوس به صورت خالی برای ایستگاه‌های طول مسیر اعزام شده و از آنجا به بعد در تمام ایستگاه‌های توقف می‌کنند.

Express Line^۲

³ Zonal Scheduling

⁴ Short Turning

⁵ Deadheading





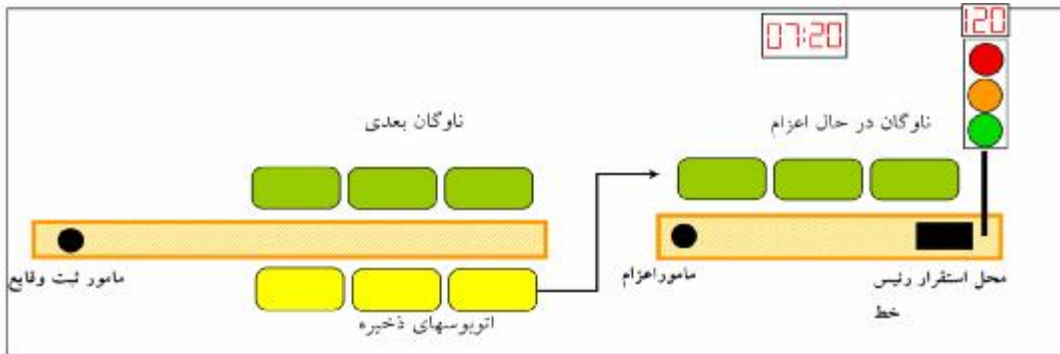
5- تصمیم‌گیری به لحظه برای عدم توقف در ایستگاه⁶
در این روش به کمک تجهیزات ناوبری به لحظه و با توجه به تقاضای ایستگاه و فاصله اتوبوس تا اتوبوس‌های قبل و بعد این اجازه به راننده داده می‌شود که در صورت نداشتن تقاضا برای پیاده شدن در ایستگاه بعدی بدون توقف در آن، از آن عبور نموده تا فاصله خود را با اتوبوس جلویی تنظیم نماید.

6- اعزام همزمان دو یا چند اتوبوس با هم حرکت ناوگانی⁷
در این روش که در بسیار از خطوط پر تقاضای دنیا مورد استفاده قرار گرفته است سعی می‌شود دو یا چند اتوبوس را در قالب یک ناوگان با هم اعزام نمایند. در تصویر این نحوه اعزام حرکت ناوگانی نشان داده شده است. این روش نیز در سامانه تندروری تهران مورد استفاده قرار گرفته است. در این روش دو یا سه اتوبوس بصورت همزمان اعزام می‌شوند. سپس با یک سرفاصله زمانی مناسب اتوبوس‌های بعدی اعزام می‌شوند. معمولاً برای رعایت این زمان‌بندی از چراغ راهنمایی جهت اعزام ناوگان استفاده می‌شود. برای اعزام همزمان در حرکت ناوگانی، می‌بایست در هر لحظه باید یک ناوگان اتوبوس کمکی با راننده آماده حرکت باشند. محل استقرار این ناوگان باید به گونه‌ای تعیین شود که به راحتی قابلیت اعزام و یا قرار گرفتن در صف اتوبوس‌ها باشد.
مامور اعزام در دو حالت زیر می‌تواند از اتوبوس‌های کمکی استفاده کند:

1. اگر مامور اعزام به هر دلیلی نتواند دو ناوگان اتوبوس ردیف کند، باید از اتوبوس‌های کمکی استفاده کند. در این حالت مامور اعزام تعرفه این اتوبوس‌ها را امضا می‌کند و زمان حرکت را ثبت می‌نماید. وی باید این مساله را در همان لحظه به رئیس خط گزارش دهد.
2. زمانی که رئیس خط بنا بر گزارش مامور کنترل میانی بخواهد اتوبوس کمکی اعزام کند. در این حالت مامور اعزام نباید تعرفه اتوبوس کمکی را مهر بزند و فقط باید اتوبوس را در اختیار رئیس خط قرار دهد. رئیس خط هم زمان خروج این اتوبوس و محل ماموریت آن را به راننده اعلام و در فرم اتوبوس کمکی ثبت کند.

⁶ Dynamic stop skipping

⁷ Bus ordering



تصویر 2. اعزام همزمان چند اتوبوس با هم- حرکت ناوگانی



تصویر 3. اعزام ناوگانی به کمک چراغ راهنمایی

7 - ایجاد امکان سبقت

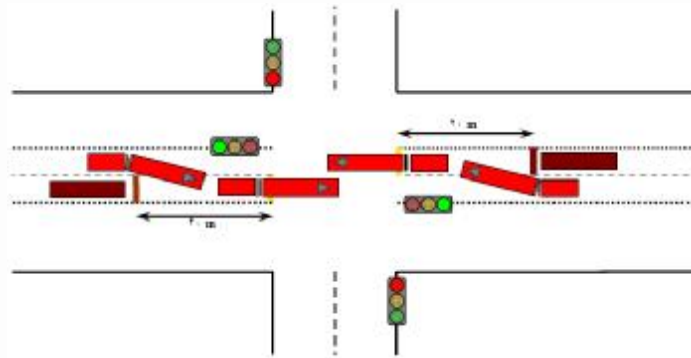
روش‌های مختلفی برای انجام سبقت وجود دارد.

روش اول:

تعریض مسیر ویژه فقط در ایستگاه‌هایی که اتوبوس سریع السیر توقف نمی‌کند. البته در اکثر این ایستگاه‌ها به دلیل واقع شدن در نقاط کم تراکم شهر امکان ایجاد باند سبقت به لحاظ عرض معبر فراهم است.

روش دوم:

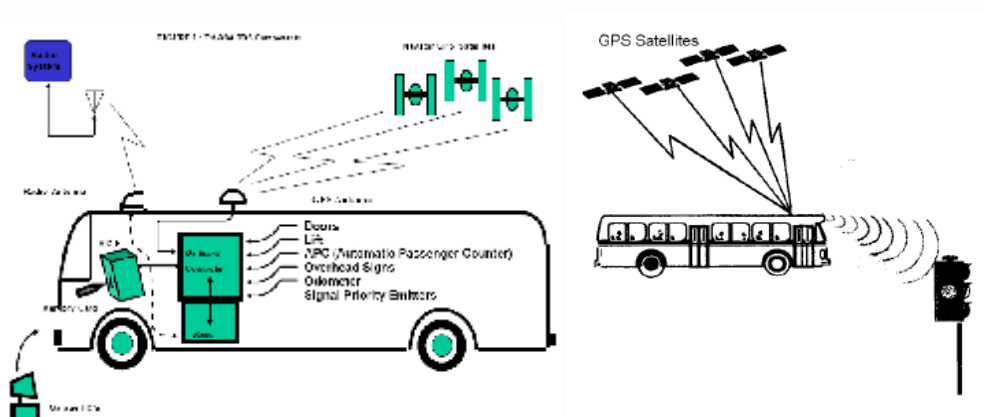
ترسیم خط ایست قرمز رنگ برای اتوبوس‌های عادی در فاصله 20 متری از تقاطع به منظور ایجاد امکان سبقت برای اتوبوس‌های سریع السیر در تقاطعات در زمان چراغ قرمز در تقاطع.



تصویر 4. ایجاد امکان سبقت برای اتوبوس‌های سریع السیر در تقاطعات در زمان چراغ قرمز

روش سوم:

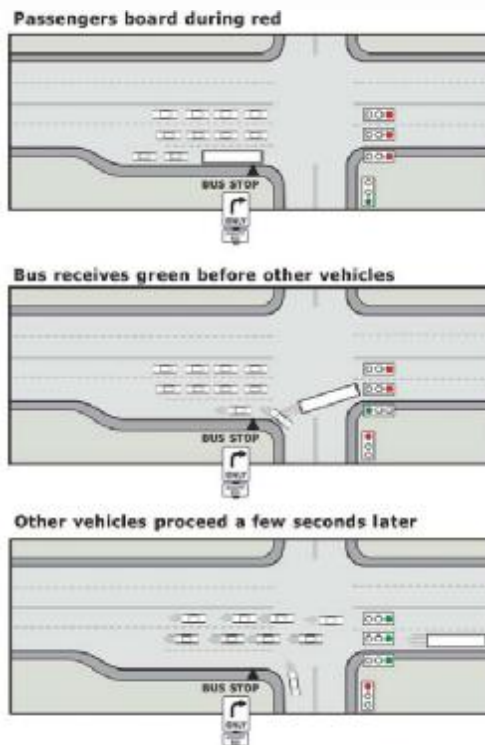
در صورت عدم وجود خط ویژه، از سیستم اولویت دهی به حمل و نقل عمومی⁸ استفاده می‌شود.



تصویر 5. سیستم اولویت دهی به حمل و نقل عمومی در تقاطعات

Transit Signal Priority (TSP)⁸





تصویر 6. مسیرهای مخصوص اولویت دهی به عبور اتوبوس در تقاطعات



8 - نتیجه گیری:

یکی از مواردی که باعث افزایش کارایی هر سیستم حمل و نقلی می‌شود توجه به تمامی اجزای آن، طراحی سیستم‌های مدیریت و نگهداری و تلاش در بهینه کردن اجزای سیستم و همچنین در نظر گرفتن یکپارچگی آن با سایر سیستم‌های حمل و نقلی است. در پایان موارد زیر با توجه به وضعیت موجود اتوبوس‌های تندرو، پیشنهاد می‌گردد:

- 1- انجام آمارگیری حجم تردد، مبدأ - مقصد مسافری و ... به تفکیک هر ایستگاه و تحلیل داده‌های آمارگیری و پیشنهاد سیستم بهره برداری مناسب از قبیل:
 - استفاده از خطوط سریع‌السير با توقف در ایستگاه‌های محدود
 - برنامه‌ریزی سرویس‌دهی به بخشی از مسیر سرویس دور کوتاه
 - اعزام اتوبوس خالی به ایستگاه‌ها میانی
 - تصمیم‌گیری به‌لحظه برای عدم توقف در ایستگاه
 - اعزام همزمان دو یا چند اتوبوس با هم - حرکت ناوگانی



- 2- ایجاد امکان سبقت گرفتن برای اتوبوس‌ها (البته در هنگامی که برنامه‌های حرکتی مختلف برای اتوبوس‌ها داشته باشیم)، که آن را می‌توان با تعریض خیابان یا تعریض در محل ایستگاه و یا ایجاد امکان سبقت در چهارراه‌ها ایجاد نمود.
- 3- مدیریت هوشمند تقاطعات به نفع وسایل حمل و نقل عمومی و جلوگیری از صف شدن اتوبوس‌ها در تقاطعات
- 4- انجام نظارت دقیق بر نحوه اعزام اتوبوس‌ها به ناوگانی (2 یا 3 تایی) و رعایت سرفاصله‌های زمانی، جهت کاهش و جلوگیری از ایجاد صف در طول مسیر و ایجاد ترافیک
- 5- استفاده از آسفالت‌های مقاوم تر و با طول عمر بالا مانند SMA و ... جهت جلوگیری از شیارشدگی محل توقف اتوبوس‌ها.
- 6- تابلوهای نام ایستگاهها بگونه ای باشند که از داخل اتوبوس به راحتی دید داشته باشند.
- 7- ارائه نرم افزار رایگان خطوط اتوبوس‌های تندرو، مترو و دوچرخه، با مشخص کردن خدمات و سرفاصله زمانی و ... با پیاده سازی بر روی نقشه‌های موبایل ، *Ovi map* و ... و تعیین هوشمند بهترین مسیر حرکت از مبدا به مقصد با وسایل حمل و نقل عمومی (با ماتریس سختی و یا ترافیک آنلاین و یا ...)
- 8- ایجاد دسترسی به ایستگاه‌ها از طریق پل عابر پیاده مکانیزه
- 9- با توجه با کاربرد امنیتی سیستم‌های حمل و نقل عمومی برای شهروندان، ارائه خدمات و سرویس‌دهی به شهروندان به صورت 24 ساعته (شبانه روزی)
- 10- استفاده از خدمات مشاورین در زمینه طراحی و پیاده سازی سیستم‌های برنامه‌ریزی خدمه، برنامه زمانبندی حرکت، نحوه مدیریت و کنترل خطوط
- 11- استفاده از کف پوش‌های مقاوم در برابر فرسایش در ایستگاه‌ها
- 12- ایجاد سیاست‌های حمایتی و انگیزشی برای صنایع اتوبوس‌سازی جهت تولید اتوبوس‌های ویژه *BRT* با قابلیت بالا و همچنین تسریع در فرآیند خرید ناوگان و ورود آن به کشور با توجه به ضعف موجود ناوگان داخلی.
- 13- افزایش کیفیت سوخت و کاهش آلاینده‌گی سوخت اتوبوس‌های تندرو و حمل و نقل همگانی
- 14- واگذاری سیستم به بخش خصوصی توانمند و دارای صلاحیت فنی و انجام نظارت توسط شهرداری.
- 15- تعیین نام و برند تجاری مخصوص اتوبوس‌ها و سعی در توسعه آن. زیرا که در آینده با توجه به استفاده بعضی از شهرها از نام اتوبوس‌های تندرو بدون رعایت حداقل‌های این سامانه، اجرای آن در شهرهای دیگر با موانع تصویرسازی ذهنی نامطلوب مواجه می‌شود که در جذب مردم به این سیستم می‌تواند خلل وارد نماید. لذا ایجاد یک نام و برند مخصوص با رعایت قوانین کپی رایت، می‌تواند این سیستم را از سیستم‌های معیوب در حال ساخت متمایز نموده و جذابیت بیشتری برای بخش خصوصی بوجود آورد.

16- با توجه به عزم شهرداری تهران و دولت به حمل و نقل پایدار و توسعه سیستم‌های قطار سبک شهری، اتوبوس‌های تندرو، دوچرخه همگانی، در آینده نیاز به طراحی و ساخت سیستم‌های هوشمند، پانل‌های اطلاع‌رسانی به مسافریین و اطلاع‌رسانی اینترنتی به مسافریین بسیار حائز اهمیت خواهد بود. در پایان می‌توان گفت این سیستم مزایایی بسیاری همچون هزینه کم اجرا و بهره‌برداری، توانایی بومی ساخت تمامی اجزا از قبیل ناوگان، ایستگاه‌ها و بهره‌برداری خطوط، توانایی بالای جابجایی مسافر و با کیفیت مناسب و زمان اجرای کوتاه طرح را دار بوده، که می‌توان برای دیگر شهرهای بزرگ کشور از این تجارب ارزنده با رعایت معیارهای فنی این سیستم استفاده نمود.



انجمن مهندسان حمل و نقل ایران



انجمن مهندسان حمل و نقل ایران

مراجع:

- 1- روحی، احسان، "بررسی سیستم‌های بهره‌برداری سامانه اتوبوس‌های تندرو و ارائه راهکارهایی جهت افزایش کارایی سیستم"، فصل پنجم، سمینار کارشناسی ارشد، 1389
- 2- راهنمای برنامه‌ریزی سامانه اتوبوس‌های تندرو، فصل‌های 15 و 16، معاونت حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران، 2007
- 3- راهنمای دهمین همایش حمل و نقل ریلی ایران
- 4- اعزام همزمان اتوبوس‌ها از مبدا، گروه تحقیقات بهینه‌سازی و شبکه دانشگاه امیر کبیر
- 5- شرکت مهندسين مشاور آرمان تردد پارس، فصل اول مطالعات ساماندهی، افزایش مطلوبیت و کارایی سیستم حمل و نقل عمومی (اتوبوس) شیراز، 1387
- 6- گروه تحقیقات و بهینه‌سازی شبکه دانشگاه صنعتی امیر کبیر، اعزام همزمان اتوبوس‌ها از مبدا، 1387
- 7- موسوی، سید امان الله، شبکه نوین حمل و نقل عمومی تهران بزرگ
- 8- گروه تحقیقات و بهینه‌سازی شبکه دانشگاه صنعتی امیر کبیر، طرح پیشنهادی برای اصلاح الگوی بهره‌برداری خط یک سامانه تندرو تهران، 1387
- 9- روحی، امیر، ماتریس SWOT اتوبوس‌های تندرو، 1387
- 10- امیری پور، محمد مهدی، نوروبی، بهروز، تحلیل ظرفیت خط یک سامانه اتوبوس‌های تندرو شهر تهران و بیان مشکلات، فرهمند، جعفر، دهمین کنفرانس بین‌المللی حمل‌ونقل و ترافیک 1389
- 11- W. Jenks, Christopher, Public-Private Partnerships and Innovative Transit Technologies in Scandinavia, 1998
- 12- Public Sector Decision Making for Public-Private Partnerships, NCHRP Synthesis 391, 2009
- 13- Characteristics of Bus Rapid Transit For Decision Making, United States Department of Transportation, Project No. FTA-FL-26-7109.2009.1 February 2009
- 14- Public Sector Decision Making for Public-Private Partnerships, NCHRP Synthesis 391, 2009
- 15- Transportation Research, Development and Technology Strategic Plan 2006-2010, November 2006, Published by U.S. Department of Transportation Research and Innovative Technology Administration.
- 16- TCRP, Report 135, Basic and Advanced Scheduling, Manuals and Contemporary Issues in Transit Scheduling
- 17- TCRP, Report 145, Basic and Advanced Scheduling Manuals and Contemporary Issues in Transit
- 18- Federal Transit Administration, Bus Rapid Transit Lane Assist Technology Systems February 2003
- 19- Meakin, R, Technical guidelines on bus route tendering. Eschborn: GTZ.
- 20- Hoffman, A. (2008). Advanced Network Planning for Bus Rapid Transit – The 'Quickway' Model as a Modal Alternative to 'Light Rail Lite'. National Bus Rapid Transit Institute. Funded by the Federal Transit Administration. FTA-FL-26-7104.2007.4



BRT Operation Systems from Technical & Designing Aspects for Improvement in Efficiency

Ehsan Rouhi, MSC of Transportation Planning, Azad University, South
Tehran Branch¹

Hassan Zoghi, Assistant Professor, Azad University, South Tehran Branch

Mehdi Hasanzadeh Esfahani, MSC of Civil Engineering- Road and
Transportation, Iran University of Science & Technology

Ehsanrouhi@gmail.com , 09155588101¹

Abstract

Urban bus system as an important part of urban transportation system has been considered by the transportation planners. A well designed and operated system increases the utility of this mode and consequently increases its share from urban trips. BRT(s) that has been designed to operate more as a semi rapid transit system always operate near their capacity.

By doing essentials in each part of BRT project, we can optimize the system, even in designing or after construction in operation. This wouldn't be done, unless with complete knowledge all system aspects.

Overall, we can divide system operations of public transport in two aspect of technical and management (economical). In this article after a brief brush of Brt system we discuss system operation from the first aspect.

Keywords: *BRT, Operation System, Technical Aspects.*

