تعیین شرایط مناسب برای تجهیز ایستگاه‌های اتوبوس به سیستم اطلاع‌رسانی هوشمند حمل‌ونقل عمومی

سید محمد سادات‌حسینی [۱]
فاطمه موحدی [۲]
حسن محسنی [۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۰۷/۱۰
تاریخ‌پذیرش: ۱۳۸۷/۱۰/۰۱

چکیده

سامانه‌های اطلاع‌رسانی هوشمند حمل و نقل عمومی به عنوان ابزاری برای افزایش رفاه استفاده‌کنندگان از حمل و نقل عمومی مطرح هستند. از طرفی با اضافه کردن تعداد اتوبوس‌ها نیز می‌توان با کاهش زمان انتظار موجبات افزایش رفاه استفاده‌کنندگان حمل و نقل عمومی را فراهم آورد.

در این پژوهش، شرایطی که در آن استفاده از سامانه اطلاع‌رسانی بیش از اضافه کردن تعداد اتوبوس‌ها باعث افزایش رفاه استفاده‌کنندگان می‌شود، مشخص شده است. یک نرم‌افزار شبیه‌ساز خرد ترافیک برای شبیه‌سازی خط اتوبوسرانی تهیه و به عنوان نمونه خط اتوبوسرانی میدان انقلاب- میدان سپاه شبیه‌سازی شده است.

نتایج حاصل از شبیه‌سازی نشان داده که برای خط اتوبوسرانی یادشده، استفاده از سامانه اطلاع‌رسانی بیش از اضافه کردن تعداد اتوبوس‌ها باعث افزایش رفاه مسافران می‌شود.

کلید واژه‌ها: *سامانه‌های هوشمند حمل و نقل، حمل و نقل عمومی، ایستگاه اتوبوس، شبیه‌سازی، اطلاع‌رسانی*

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱- هیأت علمی پژوهشکده حمل و نقل وزارت راه و ترابری
۲- هیأت علمی پژوهشکده حمل و نقل وزارت راه و ترابری
۳- کارشناس شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت

مقدمه

سامانه‌های هوشمند حمل و نقل در زمینه‌های گوناگون در مناطق مختلف جهان به کارگرفته شده‌اند [۱و۲]. منافع قابل حصول از این سیستم‌ها در هر منطقه نسبت به مناطق دیگر متفاوت است[۳ و ۴] که در این میان سامانه اطلاع‌رسانی به مسافران حمل و نقل عمومی جایگاه خاص خود را دارد.

سامانه اطلاع‌رسانی هوشمند حمل و نقل عمومی، سیستمی است که اطلاعات مربوط به زمان رسیدن و حرکت اتوبوس خطوط مختلف به واسطه آن همزمان به اطلاع مسافران رسانده می‌شود. در این سامانه، اطلاعات مربوط به موقعیت فعلی اتوبوس که از طریق سامانه AVL تعیین می‌شود و به یک مرکز اطلاعات که می‌تواند همان مرکز کنترل و اعزام باشد ارسال شده و در آنجا با در نظر گرفتن موقعیت واقعی اتوبوس، توقف‌های پیش روی آن و الگوی ترافیکی مسیر اتوبوس، اطلاعات مربوط به زمان رسیدن اتوبوس به ایستگاه برآورد شده و به نمایشگر الکترونیکی نصب شده در ایستگاه ارسال می‌شود [۵]. مهم‌ترین مزیت این سامانه عبارت است از: افزایش رضایت مسافران از سامانه حمل و نقل عمومی و راحتی و آسایش بیشتر آنان. مسافران منتظر اتوبوس در ایستگاه وقتی که اطلاعی در مورد میزان تاخیر به وجود آمده و زمان رسیدن اتوبوس نداشته باشند، دچار حالت انتظار هستند اما با دانستن زمان رسیدن اتوبوس بعدی، می‌توانند در مورد انتظار کشیدن برای اتوبوس یا تغییر وسیله حمل و نقل –مثلاً از اتوبوس به تاکسی– تصمیم‌گیری کنند و در صورت تصمیم به انتظار کشیدن برای اتوبوس، نگرانی نخواهند داشت.

اجزای سامانه اطلاع‌رسانی هوشمند حمل و نقل عمومی برای اتوبوس‌ها شامل سیستم موقعیت‌یابی اتوبوس‌ها، تجهیزات مخابراتی ارسال اطلاعات مربوط به موقعیت اتوبوس‌ها به پردازشگر، پردازشگر اطلاعات و تجهیزات لازم برای ارسال اطلاعات پردازش شده به نمایشگرهای مربوط به نمایش زمان رسیدن اتوبوس‌ها به ایستگاه است.

در این پژوهش برای تعیین شرایط مناسب برای تجهیز ایستگاه‌های اتوبوس به سیستم اطلاع‌رسانی هوشمند حمل‌ونقل عمومی، یکی از خطوط اتوبوسرانی شهر تهران انتخاب شده و پس از آمارگیری از آن خط با استفاده از یک نرم‌افزار شبیه‌ساز خطوط اتوبوسرانی شبیه‌سازی و نتایج شبیه‌سازی با استفاده از تعداد مختلف اتوبوس معرفی شده است.

مبانی نظری

به کمک رابطه یک می‌توان شرایطی را که در آن استفاده از سیستم اطلاع‌رسانی هوشمند بهتر از اضافه کردن تعداد اتوبوس‌هاست، تعیین کرد.

منافع ناشی از اضافه کردن تعداد اتوبوس‌ها، کاهش زمان انتظار مسافران است و هزینه‌های آن عبارتند از هزینه خرید اتوبوس، هزینه سوخت مصرفی اتوبوس‌های اضافه شده و هزینه‌ای معادل آلودگی ایجاد شده توسط اتوبوس‌ها. هزینه‌های سیستم اطلاع‌رسانی هوشمند نیز شامل هزینه خرید و نصب سیستم یادشده است از این رو باید رابطه یک برقرار باشد:

$$C_1\langle(n'-n)(C_B+T.C_F+T.C_{Pol}) \qquad \text{رابطه (۱)}$$

C_I: هزینه خرید و نصب سیستم اطلاع‌رسانی هوشمند، n: تعداد اتوبوس‌ها در حالت اولیه، n' :تعداد اتوبوس‌ها در حالت بهبود یافته، C_B: قیمت خرید یک اتوبوس، T: کل زمان سفر در مسیر، C_F:هزینه سوخت مصرفی هر اتوبوس در واحد زمان و C_{Pol}: هزینه آلودگی معادل هر اتوبوس در واحد زمان است.

همانگونه که در این رابطه مشاهده می‌شود به پارامترهایی نیاز است که تخمین آنها با استفاده از آماربرداری از مسافران بسیار مشکل بوده و به دلیل متغیر بودن آنها در ساعات مختلف روز و در سال‌های مختلف از دقت کمی برخوردار است از این رو استفاده از شبیه‌سازی به عنوان راهکاری برای به دست آوردن جواب قابل قبول، مطرح می‌شود.

آمارگیری از خط اتوبوسرانی میدان انقلاب – میدان سپاه

در این بخش، فعالیت‌های انجام شده جهت آمارگیری از خط اتوبوسرانی میدان انقلاب– میدان سپاه به تفکیک مراحل مختلف این کار آمده است.

الف) تعیین محدوده مکانی و زمانی

از ایستگاه‌های خط اتوبوسرانی میدان انقلاب– میدان سپاه– میدان انقلاب آمارگیری شده است. نقشه مسیر و موقعیت ایستگاه‌ها در شکل یک آمده است. آمارگیری در بین ساعت ۷/۳۰ تا ۹/۳۰ صبح در روزهای شنبه تا چهارشنبه آذر ماه سال ۱۳۸۶ انجام شده است.

شکل یک- نقشه مسیر و موقعیت ایستگاه‌ها

ب) روش آمارگیری

در روزها و ساعت‌های مجاز برای آمارگیری به ایستگاه‌های مسیر خط اتوبوسرانی مورد نظر مراجعه شده و آمارگیری در دو مرحله انجام شده است:

۱- آمارگیری از تعداد مسافران ورودی و خروجی از هر ایستگاه با مشخص کردن خط اتوبوس

۲- آمارگیری از مدت توقف اتوبوس در هر ایستگاه و مدت پیمایش بین دو ایستگاه توسط اتوبوس

(روش انجام هر یک از این دو مرحله در بخش‌های بعد می‌آید.)

۱- آمارگیری از تعداد مسافران ورودی و خروجی

نمونه فرم به کار رفته در این مرحله به صورت جدول یک نمایش داده شده است.

جدول یک- نمونه فرم به کار رفته برای آمارگیری از تعداد مسافران ورودی و خروجی

ایستگاه:	-		-		-	
مسافر ورودی						
مسافرخروجی	مقصد اصلی	سایر مقاصد	مقصداصلی	سایر مقاصد	مقصد اصلی	سایر مقاصد
اتوبوس						
ظرفیت‌اتوبوس						

مسافر ورودی: تعداد مسافرانی هستند که بدون در نظر گرفتن مقصد آنها، وارد ایستگاه اتوبوس می‌شوند برای دقت بیشتر در آغاز هر مرحله آمارگیری، تعداد مسافرانی که از مرحله قبل در ایستگاه مانده‌اند را نوشته و با علامت «+» جدا می‌کنیم.

مسافر خروجی: تعداد مسافری که از ایستگاه خارج و سوار بر اتوبوس می‌شود. مسافر

خروجی بر دو نوع است؛ مسافرانی که در مسیر رفت، اتوبوس‌هـای میـدان سـپاه و در مـسیر برگشت اتوبوس‌های میدان انقلاب را سوار می‌شوند «مسافر خروجی مقـصد اصـلی» نامیـده می‌شوند و مسافرانی را که سوار سایر اتوبوس‌ها می‌شوند «مسافران خروجی سـایر مقاصـد» نامیده می‌شوند.

اتوبوس: تعیین‌کننده نوع اتوبوس است که انواع آن به همراه اختصار به کـار رفتـه در برگـه آمارگیری در جدول دو آمده است.

جدول دو- انواع اتوبوس در مسیر و علامت اختصاری آنها

نوع اتوبوس	علامت اختصاری
بنز ۴۵۷	۴۵۷
ایکاروس دو تکه	B
ایکاروس یک تکه	A
رنو	رنو

ظرفیت اتوبوس: عبارت است از ذکر ظرفیت حمل مسافر توسط اتوبوس مورد نظر که جهت شناسایی تعداد مسافر قابل حمل در آن مسیر ذکر شده است.

زمان‌بندی در آمارگیری: در هر ایستگاه به مدت ۱۵ دقیقه آمارگیری شده است کـه ایـن ۱۵ دقیقه به سه قسمت پنج دقیقه‌ای تقسیم شده و آمارگیری در این سه قـسمت زمـانی انجـام گرفته است.

جدول سه- یک مثال از نحوه تکمیل فرم‌ها

ایستگاه: دوم	۸/۱۰-۸/۱۵		۸/۱۵-۸/۲۰		۸/۲۰-۸/۲۵	
مسافر ورودی	۰۰۲		۰۰۲		۲۰۲	
مسافر خروجی	مقصد اصلی	سایر مقاصد	مقصد اصلی	سایر مقاصد	مقصد اصلی	سایر مقاصد
	۲	ـــــــ	ـــ	ـــــــ	ـــ	ـــــــ
اتوبوس	A.A	۴۵۷.۴۵۷	B	۴۵۷.۴۵۷.۴۵۷	ـــ	۴۵۷.۴۵۷.۴۵۷.۴۵۷.۴۵۷
ظرفیت‌اتوبوس						

جدول سه نشان می‌دهد که آمـارگیری در ایـستگاه دوم مـسیر انقـلاب- میـدان سـپاه و در ساعت ۸/۱۰ تا ۸/۲۵ صبح انجام شده است. این زمان به سه قسمت پنج دقیقـه‌ای تقـسیم شده است. اطلاعات جدول نشان می‌دهد که در آغاز ۸/۱۰ هیچ‌کس در ایستگاه نبـوده ولـی طی این پنج دقیقه دو نفر به ایستگاه وارد شده‌اند (چون ۲+۰) و این دو نفر هم با دو اتوبوس

ایکاروس یک تکه ایستگاه را ترک کردند (چون A,A). همچنین دو اتوبوس بنـز ۴۵۷ هـم وارد ایستگاه شدند که متعلق به خط انقلاب- میدان سپاه نبودند و مسافری سوار آنهـا نـشد. در پنج دقیقه دوم نیز دو مسافر وارد شدند که با هیچ‌یک از چهار اتوبوس ایکاروس دو تکه و بنز ۴۵۷ ایستگاه را ترک نکردند.

در پنج دقیقه سوم، عبارت ۲+۲ نشان‌دهنده این است کـه دو مـسافر از پـنج دقیقـه دوم در ایستگاه مانده‌اند و دو نفر دیگر هم به آنها پیوسته‌اند، پنج اتوبـوس سـایر خطـوط آمـده امـا اتوبوس مربوط به خط انقلاب- میدان سپاه هنوز نیامده است. با این اوضاع پنج دقیقه سـوم و در نتیجه آمارگیری از این ایستگاه پایان می‌پذیرد.

۲- آمارگیری از مدت توقف اتوبوس در هر ایـستگاه و مـدت پیمـایش بـین دو ایـستگاه توسط اتوبوس

برای آمارگیری از مدت زمانی که اتوبوس‌ها در ایستگاه‌ها توقف می‌کنند و مدت زمـانی کـه مسافت بین دو ایستگاه را می‌پیمایند از جدول چهار استفاده شده است. برای این کار آمارگیر سوار اتوبوس شده و مدتی که طول می‌کشد اتوبوس از یک ایستگاه به ایستگاه بعد بـرود را با استفاده از ساعت یادداشت می‌کند.

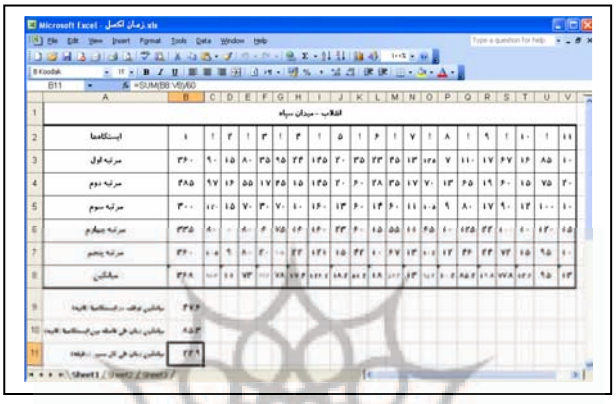
همچنین از لحظه توقف کامل اتوبوس در ایستگاه تا شروع به حرکت آن را به عنـوان زمـان توقف در هر ایستگاه در نظر گرفته و در جدول مربوطه یادداشت می‌کند. این مورد در مـسیر رفت و برگشت، هر کدام پنج بار تکرار می‌شود.

جدول چهار- فرم آمارگیری از زمان سفر اتوبوس‌ها

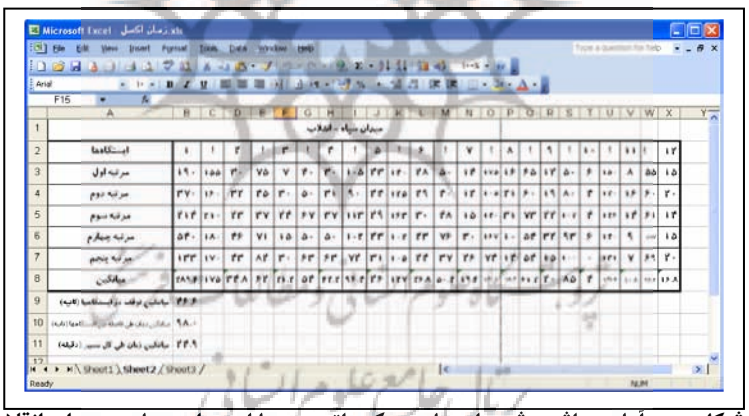
	توقف در ایستگاه ۱	مدت پیمایش	توقف در ایستگاه ۲	مدت پیمایش	توقف در ایستگاه ۳	مدت پیمایش	توقف در ایستگاه ۴	مدت پیمایش	توقف در ایستگاه ۵	مدت پیمایش	توقف در ایستگاه ۶
مرتبه اول											
مرتبه دوم											
مرتبه سوم											
مرتبه چهارم											
مرتبه پنجم											
میانگین											

ج) تحلیل آمار

پس از بررسی نتایج به دست آمده از آمارگیری مشخص شد که اتوبوس‌ها بـه طـور میـانگین در هـر ایستگاه ۴۷ ثانیه توقف می‌کنند. متوسط زمان طی کل مسیر از انقلاب به میدان سپاه حدود ۲۳ دقیقـه و در مسیر بازگشت از میدان سپاه به میدان انقلاب حدود ۲۵ دقیقه بوده است. به طور متوسـط در هـر ایستگاه در هر دقیقه ۱/۶ مسافر وارد اتوبوس و ۱/۴ مسافر از آن خارج شده است. به این ترتیب در هـر دقیقه ۱/۶ مسافر تقاضای سفر برای استفاده از اتوبوس‌های مسیر مورد بررسی را دارند. در شـکل‌هـای دو و سه نتایج حاصل از آمارگیری زمان حرکت اتوبوس‌ها در هر یک از دو جهـت انقـلاب بـه میـدان سپاه و میدان سپاه به میدان انقلاب آمده است.



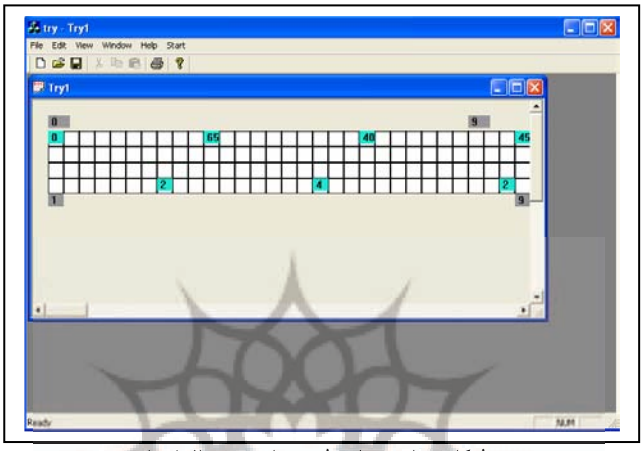
شکل دو- آمار برداشت شده از زمان حرکت اتوبوس‌ها از میدان انقلاب به میدان سپاه



شکل سه- آمار برداشت شده از زمان حرکت اتوبوس‌ها از میدان سپاه به میدان انقلاب

نرم‌افزار شبیه‌ساز خط ویژه اتوبوس

برنامه شبیه‌ساز تهیه شده یک شبیه‌ساز خرد ترافیک سلولی است که در آن سطح خط ویـژه به تعدادی سلول تقسیم شده است. در هر زمان هر سلول یا خالی است یا تنها به وسیله یک وسیله نقلیه اشغال شده است. هرگاه سلولی به وسیله یک وسیله نقلیه اشغال شود، رنـگ آن سلول تغییر می‌کند به این ترتیب حرکت وسایل نقلیه در خیابان با تغییر رنگ سلول‌های خط ویژه مشخص می‌شود [۶]. در شکل چهار برنامه شبیه‌ساز در حال شبیه‌سازی خیابان طالقانی نمایش داده شده است.



شکل چهار- برنامه شبیه‌سازی در حال اجرا

در شکل فوق اتوبوس‌ها به صورت سبز مشخص شده‌اند. عددی که داخل سـلول‌هـای سـبز رنگ ذکر شده مربوط به تعداد مسافری است که هر اتوبوس حمـل مـی‌کنـد. ایـستگاه‌هـای اتوبوس نیز با سلول‌های خاکستری پررنگ در کنار خیابان مـشخص شـده‌انـد و عـددی کـه داخل آنها نوشته شده مربوط به تعداد مسافری است که در ایستگاه منتظر اتوبوس هستند.

در برنامه شبیه‌ساز تهیه شده وسایل نقلیه در هر گام زمانی به انـدازه یـک سـلول بـه پـیش می‌روند. طول هر سلول به اندازه طول یک اتوبوس به علاوه حداقل فاصله قابل قبـول بـین اتوبوس‌ها، یعنی حدود ۱۴ متر در نظر گرفته شده است. با توجه به اینکه طول کل مـسیر در حدود ۴/۲ کیلومتر است، مسیر حرکت اتوبوس‌ها از میدان سپاه تـا میـدان انقـلاب بـه ۳۰۰ سلول تقسیم شد.

اتوبوس‌ها مسیر مورد بررسی را حدود ۲۵ دقیقه طی می‌کنند. از این مدت ۵۳۰ ثانیه معادل حدود ۹ دقیقه مربوط به توقف اتوبوسها در ایستگاه‌هاست. به این ترتیب سرعت حرکت اتوبوس‌ها بین ایستگاه‌ها به ۴/۴ متر بر ثانیه یا ۱۶ کیلومتر بر ساعت می‌رسد. با توجه به اینکه طول سلول‌های مسیر حرکت اتوبوس‌ها ۱۴ متر است و در هر گام زمانی شبیه‌سازی یک سلول طی می‌شود، طول هر گام زمانی ۳/۲ ثانیه است.

طبق آمار برداشت شده از ایستگاه‌های مسیر به طور متوسط در هر دقیقه در هر ایستگاه ۱/۶ مسافر جهت سوار شدن به اتوبوس وارد می‌شوند بنابراین در برنامه شبیه‌سازی ترتیبی داده شده که پس از هر ۱۲ گام زمانی یک مسافر به ایستگاه وارد می‌شود.

برنامه شبیه‌سازی به ازای مقادیر مختلف تعداد اتوبوس‌های فعال در خط شبیه‌سازی شده و در هر بار اجرای برنامه شبیه‌ساز، پارامترهای زیر محاسبه و گزارش شده‌اند:

۱- متوسط تعداد مسافر هر اتوبوس؛

۲- متوسط تعدا مسافر در هر ایستگاه؛

۳- حداکثر تعداد مسافر مشاهده شده در هر اتوبوس؛

۴- حداکثر تعداد مسافر مشاهده شده در هر ایستگا؛

۵- حداکثر تعداد اتوبوسی که در یک زمان در یک ایستگاه متوقف شده‌اند.

شکل پنج برنامه شبیه‌ساز را در حین گزارش پارامترهای محاسبه شده نشان می‌دهد.

شکل پنج- برنامه شبیه‌ساز در حین اعلام گزارش

با توجه به اینکه برخی پارامترهای به کار رفته در برنامه شبیه‌ساز به صورت تصادفی تعیین

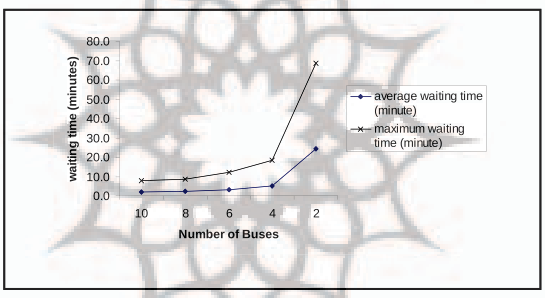
شده‌اند، مثل زمان ورود مسافران به ایستگاه یا تعداد مسافری که در هر ایستگاه پیاده می‌شود برای بررسی نتایج حاصل از شبیه‌سازی لازم بود برنامه در هر حالت چند بار اجرا شده و میانگین نتایج به دست آمده به عنوان خروجی در نظر گرفته شود.

خط ویژه اتوبوس به ازای تعداد متفاوت از اتوبوس‌های فعال در خط شبیه‌سازی شده و نتایج به دست آمده به ترتیب زیر مشخص شدند:

جدول پنج- نتایج حاصل از شبیه‌سازی به ازای تعداد متفاوت از اتوبوس‌های فعال

maximum station passenger- average waiting time	maximum station passenger	maximum waiting time (minute)	maximum bus passenger	average station passenger	average waiting time (minute)	average bus passenger	n_bus
6.0	12.3	7.9	55.3	2.9	1.9	20.9	10
6.5	13.7	8.7	73.3	3.5	2.3	25.9	8
9.1	19.0	12.2	90.0	4.7	3.0	32.1	6
13.5	29.0	18.6	99.0	7.8	5.0	49.1	4
44.4	107.0	68.5	99.0	37.7	24.1	66.0	2

در نمودار یک رابطه بین متوسط زمان انتظار و حداکثر زمان انتظار با تعداد اتوبوس‌ها در مسیر مورد نظر آمده است.



نمودار یک- رابطه بین متوسط زمان انتظار و حداکثر زمان انتظار با تعداد اتوبوس‌ها در مسیر مورد نظر

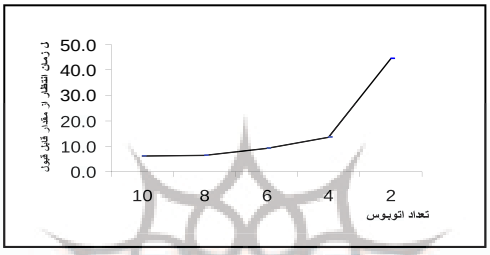
همان‌گونه که در نمودار یک مشاهده می‌شود با کاهش تعداد اتوبوس‌ها متوسط زمان انتظار مسافران و همچنین حداکثر زمان انتظار افزایش می‌یابد.

تأثیر سیستم اطلاع‌رسانی هوشمند حمل و نقل عمومی بر نحوه انتخاب وسیله سفر

سیستم اطلاع‌رسانی هوشمند برخلاف اکثر سیستم‌های هوشمند حمل و نقل، تاثیر مستقیم بر ترافیک ندارد ولی با افزایش مطلوبیت استفاده از حمل و نقل همگانی، موجبات استفاده بیشتر از اتوبوس را فراهم می‌کند. با افزایش استفاده از اتوبوس در مقایسه با وسایل نقلیه

شخصی یا تاکسی و مسافرکش، میزان مصرف سوخت و آلودگی‌های ناشی از آن کاهش می‌یابد [۷].

مسافرانی که برای رسیدن به مقصد خود در مسیر مورد بررسی از اتوبوس استفاده می‌کنند متوسط زمان سفر و متوسط زمان انتظار را به تدریج تجربه کرده و به طور تقریبی می‌شناسند و به آن عادت کرده‌اند. در حقیقت متوسط زمان انتظار مسافران، زمان قابل قبول انتظار برای آنهاست. اما آنچه موجب نارضایتی مسافران می‌شود، انتظار بیش از حد قابل قبول برای رسیدن اتوبوس است. به همین جهت تفاضل حداکثر زمان انتظار و زمان قابل قبول برای انتظار به عنوان پارامتری از میزان نارضایتی مسافران در نظر گرفته شده است. سیستم‌های هوشمند اطلاع‌رسانی با مطلع کردن مسافران از زمان انتظار آنها، فاصله زمان انتظار واقعی و زمان انتظار قابل قبول برای آنها را از بین می‌برد و از این جهت موجب رضایت مسافران می‌شود اما تأثیری بر متوسط زمان انتظار ندارند.



نمودار دو- تقاضل زمان انتظار از مقدار قابل قبول

همان‌گونه که در نمودار دو مشاهده می‌شود، هر قدر تعداد اتوبوس‌ها بیشتر باشد، تفاضل حداکثر زمان انتظار و متوسط زمان انتظار کاهش می‌یابد ضمن اینکه با افزایش تعداد اتوبوس‌ها، متوسط زمان انتظار نیز کاهش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

دو راهکار رقیب برای جلب مسافران به حمل و نقل همگانی افزایش تعداد اتوبوس‌ها و اطلاع‌رسانی هوشمند به مسافران که در ادامه به بررسی هر یک پرداخته شده است.

هر چند افزایش تعداد اتوبوس‌ها با کاهش زمان انتظار باعث افزایش مطلوبیت استفاده از اتوبوس می‌شود ولی بررسی رفتار مسافران نشان داده چنانچه زمان انتظار از سه دقیقه کمتر شود، تأثیری در مطلوبیت آنها ندارد. در مسیر مورد بررسی اگر شش اتوبوس فعال وجود داشته باشد، متوسط زمان انتظار به سه دقیقه می‌رسد بنابراین اضافه کردن اتوبوس‌های بعدی تأثیری در مطلوبیت مسیر ندارد و در این مرحله تنها تفاضل بین زمان قابل قبول

انتظار و زمان واقعی انتظار در مطلوبیت مسیر مؤثر است.

همان‌گونه که در جدول پنج مشاهده می‌شود، چنانچه تعداد اتوبوس‌ها در مسیر مورد بررسی از هشت به ده افزایش یابد، فاصله بین حداکثر زمان انتظار و متوسط زمان انتظار تنها ۰/۵ دقیقه کاهش می‌یابد و با افزایش بیشتر تعداد اتوبوس‌ها حتی اثر اضافه کردن آنها از این مقدار نیز کمتر می‌شود در حالی که با استفاده از سیستم اطلاع‌رسانی هوشمند می‌توان از اثر نامطلوب تفاوت زمان انتظار و زمان قابل قبول انتظار جلوگیری کرد بنابراین در این مسیر استفاده از سیستم اطلاع‌رسانی برای جلب مسافران به حمل و نقل عمومی بهتر از اضافه کردن تعداد اتوبوس‌هاست و استفاده از این سیستم پیشنهاد می‌شود..

منابع

[۱] شورای اصلاحات وزارت راه و ترابری؛ کمیته فناوری اطلاعات، مقدمه‌ای بر سامانه‌های حمل و نقل هوشمند (ITS)، ۱۳۸۱، تهران: شرکت مترا؛ ۱۳۸۱.

[۲] عیسایی محمدتقی. سامانه‌های حمل و نقل هوشمند. تهران: شرکت مهندسین مشاور مترا؛ ۱۳۸۴.

[3] ERTICO, intelligent transport systems and services; 2000.

[4] Mitretek systems, Intelligent transportation systems benefits and costs, 2003.

[5] PIARC committee on intelligent transport, edited by Kan Chen and John C.Miles; ITS HandBook; 2000.

[6] Sadat Hoseini, S.,M, Vaziri, M . Using image processing for micro simulation of freeways in developing countries. transportation research board: proceeding TRB; 2006.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی