Archive

دوازدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست

مدل‌سازی، اندازه‌گیری و ارزیابی شرایط ترافیک برای راه‌اندازی سیستم اتوبوس تندرو (BRT)

حسن خاکسار [۱]*، امیراشکان اسماعیل‌پور [۲]

۱-* عضو هیئت علمی گروه عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
(ashkanesmailpour۷۲@gmail.com)

چکیده

پیشرفت تکنولوژی و دانش حمل و نقل در سالیان اخیر، راه‌حل‌های متفاوتی را برای بهبود وضعیت حمل‌ونقل ارائه نموده است. یکی از بهترین راه‌حل‌ها برای رفع مشکلات ترافیکی در شهرهای بزرگ توسعه سیستم اتوبوس تندرو با ظرفیت بالا است. در تحقیق حاضر به مدلسازی و ارزیابی عملکرد اتوبوس تندرو بعد از توسعه پرداخته‌ایم. برای این منظور ابتدا ظرفیت و سطح سرویس محدوده مورد مطالعه در وضعیت موجود تعیین شد. سپس ظرفیت و سطح سرویس محدوده پس از اضافه شدن خط اتوبوس تندرو مشخص گردید. این امر با توجه به تغییر در سرعت جریان آزاد به‌واسطه تغییر در برخی پارامترهای تعیین سطح سرویس نظیر کم شدن عرض خیابان، کاهش سرعت تردد، پارک حاشیه‌ای و ... انجام شد. در نهایت وضعیت موجود مسیر مورد مطالعه و وضعیت مسیر بعد از اجرای خط اتوبوس تندرو در نرم‌افزار شبیه‌سازی و مقایسه شد نتایج شبیه‌سازی نشان داد که با اجرای مسیر بی‌آرتی وضعیت ترافیک برای خودروهای سواری شخصی در اوج صبح در حدود ۸ درصد و در اوج عصر ۱۰ درصد وضعیت پارامترهای ترافیکی بدتر می‌شود. اما ظرفیت جابجایی مسیر بیش از ۲۰٪ افزایش خواهد یافت. بنابراین با توجه به افزایش ظرفیت جابجایی شهروندان در اثر ایجاد خط اتوبوس تندرو، توسعه حمل‌ونقل همگانی علیرغم بدتر شدن پارامترهای ترافیکی برای خودروهای سواری شخصی ضروری است.

کلمات کلیدی: سیستم اتوبوس تندرو، تحلیل ظرفیت ، سطح سرویس، شبیه سازی

۱- مقدمه

امروزه گسترش شهرها و افزایش شهرنشینی و تمرکز مناطق جاذب سفر باعث افزایش روزافزون وسایل نقلیه شده است. همان‌طور که تعداد وسایل نقلیه و نیاز به حمل‌ونقل افزایش می‌یابد شهرها با مشکل جدی حجم ترافیک جاده‌ها و معابر مواجه شده‌اند. امروزه پی بردن و حل مشکلات جریان ترافیک توجه‌های زیادی را به خود جلب کرده است. آن هم به این علت است که افزایش بی‌رویه وسیله نقلیه مشکلات متفاوتی از جمله تراکم ترافیک، آلودگی هوا و اتلاف زمان و ... را به بار آورده است. در جریان گسترش شهرنشینی و توسعه شهری بخش حمل‌ونقل به‌طور هم‌زمان دارای دو نقش کلیدی و مهم تأثیرگذاری و عدم تأثیرپذیری بر روند توسعه بوده است. شکل‌گیری فرم شهرهای جدید به‌طور عمده تحت تأثیر طرق حمل‌ونقل جاده‌ای و ریلی بوده و در سوی دیگر بافت و قالب شهرها با به‌کارگیری سامانه‌های حمل‌ونقل شهری و میزان توفیق آن‌ها در انجام وظایف خود

www.SID.ir

Archive

گره خورده است. در سالیان اخیر افزایش و پیچیده‌تر شدن چالش‌هایی نظیر مصرف بالای انرژی، افزایش آلودگی‌های هوا و صوتی، ضعف در برنامه‌ریزی، اتلاف وقت و کاهش ایمنی در حمل‌ونقل شهری سبب گردیده است که مفهوم حمل‌ونقل پایدار تبدیل به چشم‌انداز این بخش در اکثر کشورهای دنیا گردد. با توجه به قرار گیری کشور ایران در رده کشورهای در حال توسعه، سرمایه‌گذاری در بخش‌های مختلف از حساسیت ویژه‌ای برخوردار است و از آنجایی که سرمایه‌گذاری در زیر ساخت‌های حمل‌ونقل عمومی، بسیار پرهزینه می‌باشد، لذا بدون توجه به منافع اجتماعی و افق بلندمدت آن قابل توجیه نمی‌باشد و این امر، انتخاب یک سیستم بهینه را می‌طلبد. شهر تهران یکی از بزرگ‌ترین کلان‌شهرهای کشور می‌باشد که از لحاظ توسعه شهرنشینی در سال‌های اخیر پیشرفت چشم‌گیری داشته است. با توجه به هزینه‌های کلان زندگی (تهیه مسکن، احتیاجات یک زندگی معمولی و ...) بسیاری از شهروندان با توجه به در نظر گرفتن مسائل اقتصادی به انتخاب شیوه سفر ارزان‌تر و از طرفی سریع روی آوردند. لذا توسعه خط ویژه اتوبوس تندرو در مناطقی که کاربری‌های جاذب سفر مهم دارد باعث تشویق شهروندان به استفاده از حمل‌ونقل همگانی باکیفیت می‌شود. امروزه جوامع در کشورهای پیشرفته حرکت‌های مؤثری برای رسیدن به یک شهر پایدار انجام داده‌اند. از راهبردهای نیل به این اهداف، استفاده از ناوگان اتوبوسرانی مجهز و کارآمد در سطح شهرهای بزرگ است. یکی از گسترش‌های جدید این ناوگان، سیستم اتوبوس تندرو است. اهمیت اصلی این پژوهش مدل‌سازی، بررسی و ارزیابی عملکرد سیستم اتوبوس تندرو برای کاهش آلودگی هوا، اتلاف مدت‌زمان طولانی در ترافیک‌های شهری، کاهش سر فاصله زمانی اتوبوس‌ها و سرعت بیشتر در حمل‌ونقل و افزایش ظرفیت خط اتوبوس تندرو است. لذا این مطالعه با رویکرد توسعه سیستم اتوبوس تندرو انجام شده از جمله اهداف موردنظر در تحقیق حاضر می‌توان به تعیین پارامترهای مختلف تأثیرگذار بر سیستم حمل‌ونقل اتوبوس تندرو، مقایسه شرایط پایه (وضع موجود) و شرایط بعداز توسعه خط ویژه اتوبوس تندرو، بررسی ظرفیت و سطح سرویس قبل از احداث و بعد از احداث مسیر اتوبوس تندرو می‌باشد. در ادامه به بررسی برخی مطالعات انجام شده توسط سایر محققین پرداخته شده است.

مختاری ملک‌آبادی[۱] (۱۳۹۷)، به بررسی، تحلیل و ارزیابی سیستم اتوبوس تندرو شهر اصفهان براساس استانداردهای مؤسسه ITDP پرداخته است. که بر اساس سه خط اتوبوس تندرو در شهر اصفهان اجرا شده است و روزانه به تعداد بسیاری از شهروندان در این خط سرویس‌دهی می‌شود. با وجود مزایای بی‌شمار این سیستم برای حمل‌ونقل شهری و کاهش آلودگی‌های هوای شهر اصفهان، اگر راه‌اندازی این سامانه بر اساس معیارها و استانداردهای مناسب نباشد، به مشکلات متعددی خواهد انجامید. بر اساس نتایج بدست آمده، وضعیت سیستم اتوبوس تندرو در شهر اصفهان براساس استانداردهای جهانی در ردیف مدال برنز و وضعیت نامطلوب قرار می‌گیرد. امتیاز سامانه اصفهان حدود ۴۵ است و با توجه به اینکه بر اساس تقسیم‌بندی این مؤسسه خط طلایی کسب امتیاز بیش از ۸۵، خط نقره‌ای کسب امتیاز ۷۰-۸۶ و خط برنزی کسب امتیاز ۱۹-۵۰ را نیاز دارد، متأسفانه سیستم اتوبوس تندرو اصفهان با کسب این امتیاز از مجموع شاخص‌های مثبت و منفی، حتی در ردیف کمتر از خطوط برنز قرار می‌گیرد. حیدری اناری[۲] (۱۳۹۶) به پژوهشی با موضوع رتبه‌بندی مدهای مختلف حمل‌ونقل مسافری درون‌شهری به کمک روش تاپسیس پرداخته است. از آنجا که احداث و راه‌اندازی سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی مستلزم صرف هزینه‌های فراوان می‌باشد، لذا انتخاب بهترین سیستم حمل‌ونقل عمومی درون‌شهری بطوریکه که تمامی جوانب اقتصادی، اجتماعی و کاهش آلودگی‌ها را در برداشته باشد، نیاز به بررسی و ارزیابی دقیق دارد. با شناسایی مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر انتخاب سیستم حمل‌ونقل، از دیدگاه کارشناسان و متخصصان حمل‌ونقل به رتبه‌بندی انواع این سیستم‌ها، با استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره تاپسیس می‌پردازد که براساس نتایج برای امتیازدهی سیستم‌ها، با توزیع پرسشنامه بین کارشناسان حمل‌ونقل و پس از جمع‌آوری اطلاعات مربوط به معیارهای شناسایی‌شده جهت تعیین اولویت این سیستم‌ها در شهر تهران استفاده شد و با استفاده از مدل ارائه شده، گزینه مترو به‌عنوان سیستم حمل‌ونقل برتر انتخاب گردید. این در حالی است که براساس داده‌های سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران در سال ۱۳۹۳ روزانه فقط ۱۶٪ درصد، سهم مترو در جابجایی سفرهای روزانه شهر تهران را دارد. ولی در سال‌های اخیر سرمایه‌گذاری در زمینه مترو به‌طور قابل چشمگیری افزایش یافته

www.SID.ir

Archive

است که این نشان می‌دهد برنامه‌ریزان و مدیران شهری به این مسئله کاملاً واقف هستند. کومار[۳] (۲۰۱۸) به پژوهشی با موضوع تنظیمات کاربری و ارزیابی تأثیر ترافیک سیستم حمل‌ونقل سریع اتوبوس برای یک شهر متوسط پرداخته است که در این پژوهش توسعه سیستم حمل‌ونقل سریع (BRTS) مدنظر است که منظور از (BRTS) یک سیستم حمل‌ونقل عمومی با کیفیت بالا برای افزایش الگوی تحرک و نشان دادن حفاظت از محیط‌زیست، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، کاهش تصادفات جاده‌ای و غیره ایجاد می کند. نتایج مطالعه نشان می‌دهد بهبود رانندگی پس از معرفی (BRTS) در جمع‌آوری اطلاعات از طریق یک نظرسنجی اولویت‌بندی شده است. بهبود حرکت از طریق آنالیز مودال از وسایل‌نقلیه شخصی پیش‌بینی شده است این تحقیق رفتار افراد در سفر محدوده مورد مطالعه انتخاب‌شده را تجزیه‌وتحلیل می‌کند. نتایج یک تفاوت کیفی را در انتخاب افراد در آنالیز مودال نتایج را براساس سطوح درآمد، هزینه سفر و هدف از سفر مشخص کردند. نتایج نهایی نشان داد تعیین ساختار هزینه و ارتقاء سیستم موجود قابل‌اجرا بود. با توجه به مطالعات انجام شده توسط سایر محققین، به نظر می‌رسد که استفاده از روش سناریونویسی برای انجام این مطالعه به این ترتیب که سناریوها بر اساس پارامترهای مختلف از جمله بودن سیستم اتوبوس تندرو و نبودن سیستم اتوبوس تندرو تعریف می‌شود در ادامه این سناریوها به کمک نرم‌افزار شبیه‌سازی می‌شود و پارامترهای خروجی آن‌ها با هم مقایسه می‌شوند، راهکار مناسبی در راستای توسعه سیستم اتوبوس تندرو در تهران باشد.

۲- مواد و روش آن‌ها

ظرفیت و سطح سرویس همواره پارامترهای اصلی و تأثیرگذار در تعیین کیفیت سرویس ارائه شده به شهروندان دارد با توجه به این که برای توسعه خط ویژه اتوبوس تندرو حداقل ۶ متر از عرض خیابان را اشغال می‌کند؛ لذا تعیین ظرفیت و سطح سرویس قبل از اجرا و بعد از اجرا خط ویژه اتوبوس تندرو از اهمیت خاصی برخوردار است. با توجه به این که زمان انجام این مطالعه در دوران پاندمی کرونا بوده است و در این زمان مدارس و دانشگاه به صورت آنلاین برگزار می‌شد و حضور فیزیکی افراد را نداشتیم و از طرفی اکثر ادارات هم به روش دورکاری اقدام به انجام کار می‌کردند؛ لذا به نظر می‌رسد عبور و مرور در شرایط عادی همراه با تغییراتی از لحاظ حجم افراد و تردد وسایل نقلیه خواهد بود. روند تحقیق در این مطالعه بر اساس سناریونویسی بوده که سناریوها بر اساس پارامترهای مختلف از جمله بودن سیستم اتوبوس تندرو و نبودن سیستم اتوبوس تندرو تعریف می‌شود در ادامه این سناریوها به کمک نرم‌افزار شبیه‌سازی می‌شود و پارامترهای خروجی آن‌ها با هم مقایسه می‌شوند.

جهت مقایسه نتایج حاصل از اجرای سیستم اتوبوس تندرو با حالت پایه لازم است ظرفیت و سطح سرویس وضعیت موجود تعیین شود سپس برداشت حجم و آماربرداری طبق فرم موجود در ۳ ساعت اوج صبح و ۳ ساعت اوج عصر در مسیر رفت‌وبرگشت انجام می‌شود. سپس ظرفیت و سطح سرویس در حالت وجود خط ویژه اتوبوس تندرو تعیین می‌شود که در ادامه محاسبات انجام خواهد شد.

۲-۱- تعیین ظرفیت و سطح سرویس

برای بررسی پارامترهای سناریوی اول که وضع موجود و سناریو دوم که شرایط مسیر مورد مطالعه بعد از اضافه شدن خط اتوبوس تندرو می‌باشد ابتدا باید سرعت جریان آزاد[۴] محاسبه شود که این امر با توجه به معادله زیر انجام خواهد شد.

$$SFO = Scalib + SO + FCS + FA + Fpk \quad (۱)$$

www.SID.ir

Archive

که در آن *SFO* سرعت جریان آزاد پایه؛ *SO* سرعت مجاز؛ *FCS* ضریب تصحیح سطح مقطع، FA ضریب تحصیح نقاط دسترسی و *FCS* ضریب تصحیح پارک حاشیه‌ای است.

سپس با توجه به معادله فوق و ضریب حاصل این از این معادله در سرعت جریان آزاد، سرعت جریان آزاد محاسبه می‌شود.

$$FL = 1/02 - 4/7\,\frac{SFO - 19/5}{\max(400)\,ft} \qquad (۲)$$

همواره باید رابطه‌ی $SF = SFO \times FL \geq SPL$ صادق باشد.

سپس براساس جدول زیر اقدام به تعیین سطح سرویس محدوده می‌کنیم.

جدول شماره (۱) تعیین سطح سرویس براساس سرعت جریان آزاد

Los	محدوده سرعت تردد بر اساس سرعت جریان آزاد		
	40	40/3	45
A	> ۳۶	> ۳۲/۲	> ۳۲
B	> ۳۰	> ۲۷/۱۵	> ۲۷
C	> ۲۳	> ۲۰/۱	> ۲۰
D	> ۱۸	> ۱۶/۰۶	> ۱۶
E	> ۱٤	> ۱۲/۰۵	> ۱۲
F	≤ ۱٤	≤ ۱۲/۰۵	≤ ۱۲

۲-۱-۱- تعیین سطح سرویس و ظرفیت در شرایط پایه (سناریوی اول)

طبق معادلات ارائه شده به تعیین سرعت جریان آزاد پرداخته می‌شود.

جدول شماره (۲) محاسبه سرعت جریان آزاد در هر مقطع

SCL	SPL	SO	Scalib	FA	FPK	SFO	FCS	FL	SF
۱	۳۱/۲۵	۴۰/۳	۰	۰	۰	۴۰/۳	۰	۰/۸۳	۳۳/۴
۲	۳۱/۲۵	۴۰/۳	۰	۰	۰	۴۰/۳	۰	۰/۸۳	۳۳/۴
۳	۳۱/۲۵	۴۰/۳	۰	-۰/۴	-۰/۶	۳۹/۶	۰/۳	۰/۸۴	۳۳/۲
۴	۳۱/۲۵	۴۰/۳	۰	-۰/۲	-۰/۶	۳۹/۸	۰/۳	۰/۸۳	۳۳/۴
۵	۳۱/۲۵	۴۰/۳	۰	۰	۰	۴۰/۳	۰	۰/۸۳	۳۳/۴
۶	۳۱/۲۵	۴۰/۳	۰	۰	۰	۴۰/۳	۰	۰/۸۳	۳۳/۴

3/ SFO = ٤۰/۳ + ۰+ (-۰/٤) + (-۰/٦) + ۰/۳ = ۳۹/٦

4/ SFO = ٤۰/۳ + ۰+ (-۰/۲) + (-۰/٦) + ۰/۳ = ۳۹/۸ (۳)

www.SID.ir

Archive

با توجه به‌سرعت جریان آزاد به دست آمده، براساس جدول تعریف شده در قسمت قبل، تعیین سطح سرویس مقاطع مختلف انجام می‌شود.

جدول شماره (۳) تعیین سطح سرویس در مقاطع

مقطع	سطح سرویس
مقطع ۱	A
مقطع ۲	A
مقطع ۳	A
مقطع ۴	A
مقطع ۵	A
مقطع ۶	A

$$FL_1 = 1/02 - 4/7\,\frac{40/3 - 19/5}{400} \leq 1 \qquad (۴)$$

$$SF = SFO \times FL \leq SPL \qquad (۵)$$

۲-۱-۲- تعیین سطح سرویس و ظرفیت با اضافه شدن خط اتوبوس ویژه (سناریوی دوم)

طبق معادلات ارائه شده به تعیین سرعت جریان آزاد پرداخته می‌شود.

جدول شماره (۴) محاسبه سرعت جریان آزاد

SCL	SPL	SO	Scalib	FA	FPK	FCS	SFO	FL	SF
۱	۳۱/۲۵	۴۰/۳	۰	۰	-۳	-۰/۵	۳۴	۰/۸۵	۳۱/۵
۲	۳۱/۲۵	۴۰/۳	۰	۰	۰	-۰/۵	۳۹/۸	۰/۷۹	۳۱/۴
۳	۳۱/۲۵	۴۰/۳	۰	-۰/۴	-۰/۶	-۰/۵	۳۸/۸	۰/۸۰	۳۱
۴	۳۱/۲۵	۴۰/۳	۰	-۰/۲	-۰/۶	-۰/۵	۳۸/۸	۰/۸۰	۳۱
۵	۳۱/۲۵	۴۰/۳	۰	۰	۰	-۰/۵	۳۹/۸	۰/۷۹	۳۱/۴
۶	۳۱/۲۵	۴۰/۳	۰	۰	-۳	-۰/۵	۳۴	۰/۸۵	۳۱/۵

www.SID.ir

Archive

با توجه به‌سرعت جریان آزاد سطح سرویس قابل محاسبه است.

جدول شماره (۵) سطح سرویس در مقاطع مختلف

سطح سرویس	مقطع
B	مقطع ۱
B	مقطع ۲
B	مقطع ۳
B	مقطع ۴
B	مقطع ۵
B	مقطع ۶

پس از محاسبه سرعت جریان آزاد و تعیین سطح سرویس و ظرفیت در حالت وجود مسیر ویژه اتوبوس تندرو (سناریوی ۲) مشخص شد که اضافه شدن خط ویژه اتوبوس تندرو در محدوده مورد مطالعه سطح سرویس و ظرفیت خیابان از سطح A به سطح B کاهش می‌یابد که این امر با کاهش سرعت تردد وسایل نقلیه که از مسیر استفاده می‌کنند و کم شدن عرض معبر، محقق گردیده است. لذا با توجه به زیاد بودن سرفاصله زمانی خط اتوبوس موجود در مسیر و فاصله نسبتاً زیاد بین ایستگاه‌های اتوبوس موجود، توسعه خط ویژه اتوبوس که موجب کاهش سرفاصله زمانی اتوبوس‌ها شود و جایگذاری مناسب ایستگاه‌ها در نتیجه باعث افزایش رضایت و استفاده بیشتر از اتوبوس تندرو شود، منطقی به نظر می‌رسد.

۲-۲- آماربرداری و برداشت حجم تعداد وسایل نقلیه

در بخش قبل اقدام به تعیین سرعت جریان آزاد و تعیین سطح سرویس و ظرفیت مسیر مورد مطالعه گردید. پس از این مرحله باید برداشت حجم و آماربرداری در مسیر مورد مطالعه انجام شود. برای این کار ابتدا یک فرم تهیه شده و سه ساعت در صبح و سه ساعت در عصر اقدام به برداشت حجم از مسیر می‌شود. با توجه به این برداشت‌ها ساعت اوج صبح و عصر در مسیر مورد مطالعه به دست می‌آید.

www.SID.ir

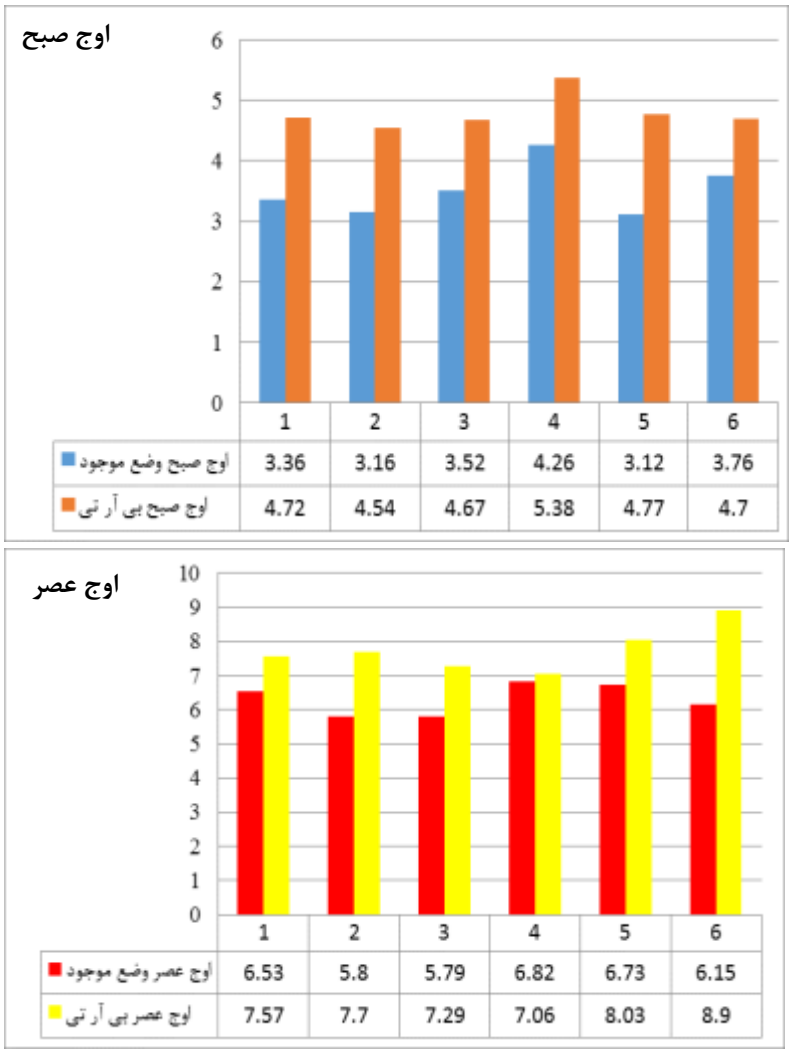
Archive

۳- نتایج و بحث

در این بخش ابتدا به بررسی تنظیمات نرم افزار aimsun پرداخته شده است. سپس به بررسی پارامترهای تأخیر زمانی، چگالی، جریان، سرعت پرداخته می‌شود. در مرحله بعد اقدام به شبیه‌سازی پارامترهای گفته شده یکبار قبل از اجرای خط ویژه اتوبوس تندرو و یک بار بعد از اجرا می‌کنیم. در آخر هم پارامترها را با یکدیگر مقایسه می‌کنیم.

۳-۱- نتایج شبیه‌سازی در هر دو سناریو

در این قسمت به مقایسه عددی نتایج شبیه‌سازی‌های انجام شده پرداخته می‌شود. در شکل زیر مقایسه نتایج تأخیر زمانی نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، تأخیر زمانی عصر نسبت به صبح بیشتر است. همچنین با اجرای خط بی‌آرتی در هر دو اوج زمانی میزان تأخیر زمانی بیشتر می‌شود. دلیل این امر کاهش عرض عبور خواهد بود.

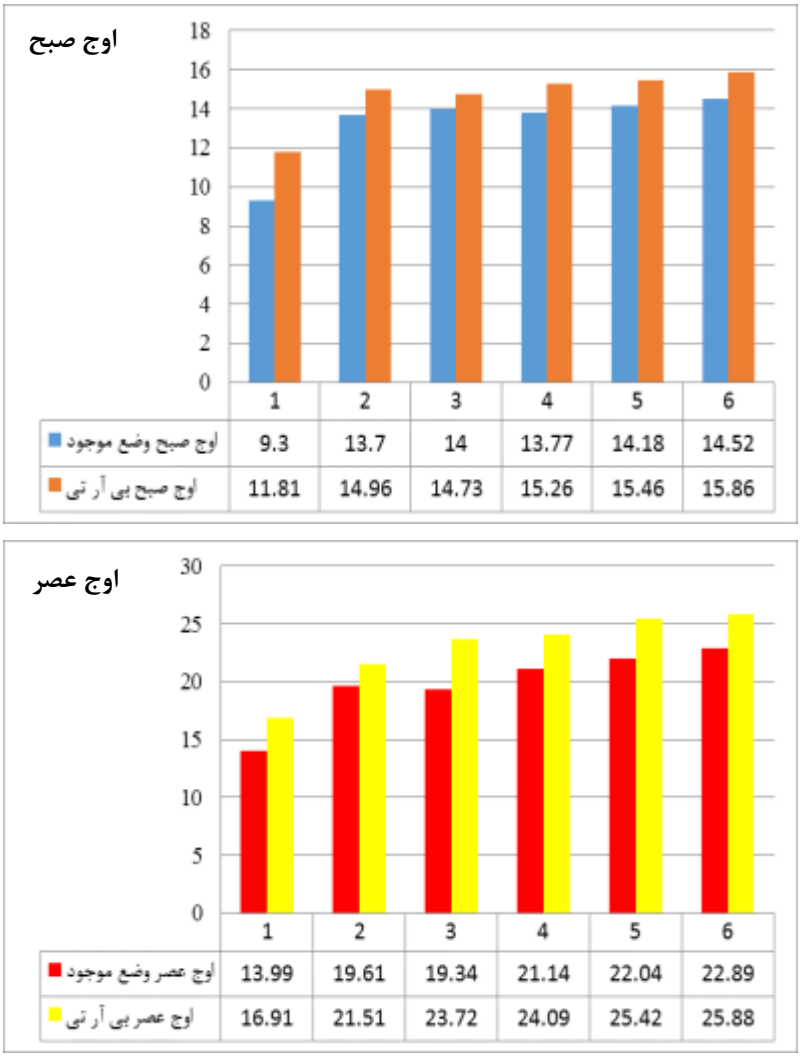


شکل شماره (۱) مقایسه نتایج تأخیر زمانی

www.SID.ir

Archive

در شکل زیر، مقایسه نتایج چگالی نشان داده شده است. در این حالت نیز به مانند تأخیر زمانی چگالی بیشتری در اوج عصر نسبت به اوج صبح وجود دارد. همچنین با اجرای بی‌آرتی چگالی مجدداً در هر دو زمان زیاد می‌شود. این تغییر در اوج عصر بیشتر است.

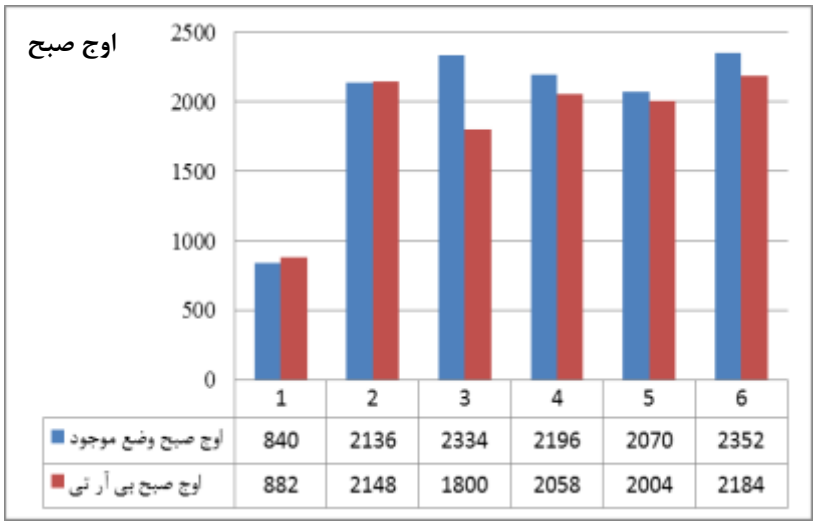


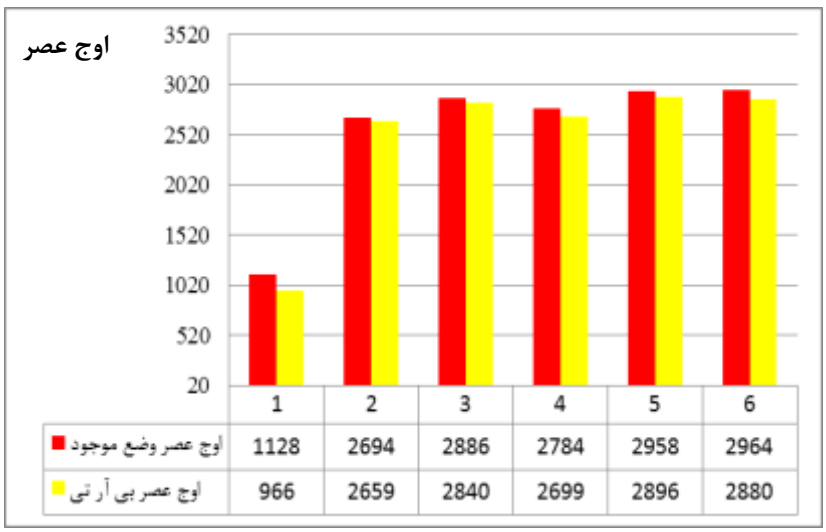
شکل شماره (۲) مقایسه نتایج چگالی

www.SID.ir

Archive

مقایسه نتایج جریان در شکل زیر نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، جریان پس از اجرای بی آر تـی در اوج صبح و اوج عصر کاهش می‌یابد. دلیل این امر افزایش چگالی و تأخیر زمانی است.

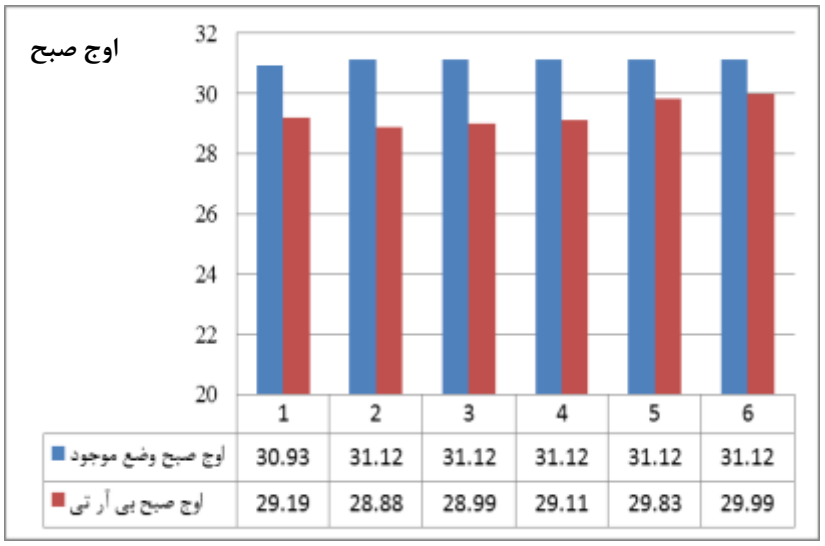




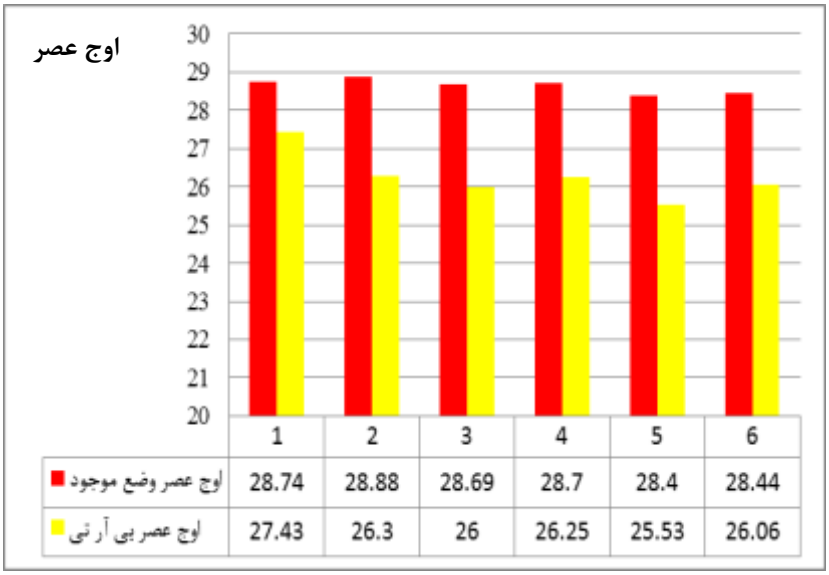
www.SID.ir

Archive

در نهایت در شکل زیر مقایسه نتایج سرعت متوسط بیان شده است، همان‌طور که مشاهده می‌شود، میزان سرعت متوسط با اجرای خط بی آر تی کاهش می‌یابد. همچنین به‌صورت متوسط سرعت در اوج عصر کمتر از اوج صبح است. این موضوع به دلیل بیشتر بودن چگالی در محدوده است.



	1	2	3	4	5	6
اوج صبح وضع موجود	30.93	31.12	31.12	31.12	31.12	31.12
اوج صبح بی آر تی	29.19	28.88	28.99	29.11	29.83	29.99



	1	2	3	4	5	6
اوج عصر وضع موجود	28.74	28.88	28.69	28.7	28.4	28.44
اوج عصر بی آر تی	27.43	26.3	26	26.25	25.53	26.06

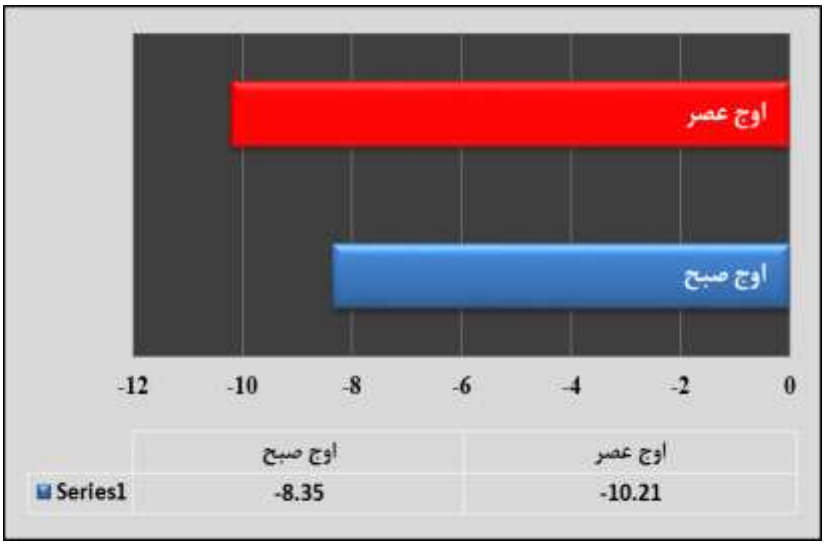
www.SID.ir

Archive

۴- نتیجه‌گیری

در این بخش به جمع‌بندی نتایج حاصل پرداخته شده که در ادامه ارائه شده است.

چهار پارامتر اصلی تأخیر زمانی، چگالی، جریان و سرعت متوسط در این شبیه‌سازی‌ها بررسی گردید. نتایج نشان داد که با اجرای مسیر بی‌آرتی میزان تأخیر و چگالی در اوج صبح و عصر افزایش می‌یابد. اما میزان جریان و سرعت کاهش خواهد یافت. جهت بررسی کلی به مقایسه وضع موجود و حالت پس از اجرای بی‌آرتی پرداخته شد. برای این موضوع ابتدا پارامترها نرمالایز شد، برای هر پارامتر ضریب وزنی برابر ۰.۲۵ در نظر گرفته شد. جمع اثرات این پارامترها در شکل زیر نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، با اجرای مسیر بی‌آرتی در اوج صبح در حدود ۸ درصد و در اوج عصر ۱۰ درصد وضعیت پارامترهای ترافیکی بدتر می‌شود. البته با توجه به وضع موجود این بلوار این مسئله مشکلی در محدوده ایجاد نمی‌کند. همچنین باید توجه داشت که در بلندمدت و با افزایش طول مسیر بی‌آرتی و فرهنگ‌سازی‌های مورد نیاز حجم استفاده از حمل‌ونقل عمومی افزایش یافته و از حجم سفرهای سواری شخصی کاسته می‌شود و به این ترتیب این درصد تغییرات نیز کمتر خواهد شد و چه‌بسا وضعیت کلی شبکه بهبود نیز پیدا کند.



شکل شماره (۵) جمع‌بندی نتایج شبیه‌سازی

www.SID.ir

Archive

مراجع

۱. مختاری ملک‌آبادی، رضا، ۱۳۹۵، تحلیل و ارزیابی اتوبوس‌های سریع‌السیر (BRT) شهر اصفهان براساس استانداردهای مؤسسه ITDP، عضو هیأت علمی دانشگاه پیام نور تهران.

۲. حیدری اناری، علی، شجاعی، امیرعباس، ۱۳۹۶، رتبه‌بندی مدهای مختلف حمل و نقل مسافری درون‌شهری به کمک روش تاپسیس، نشریه پژوهشنامه حمل‌ونقل.

۳. صرّافین، محمود، ۱۳۷۲، آئین‌نامه طراحی هندسی معابر، نشر شهرداری تهران، حوزه معاونت حمل‌ونقل و ترافیک با همکاری دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره).

4. Kumar.A.2018. User settings and assessment of the traffic impact of the bus transport system for a moderate city.
5. Transportation Research Board (TRB). 2016. Highway Capacity Manual, 6th Edition: A Guide for Multimodal Mobility Analysis.
6. Bel.R.2018. The issue of assessing the impact of bus transport on air pollution in Mexico City.
7. Zhong.W.2018. A method for identifying bus fast shuttle routes to service the largest number of passengers.
8. Ahn.J.2017. Investigation and Modeling and Simulation Based on the Operation of a Fast Transit Station (BRT) Using Smart Card Data.

www.SID.ir