



تجزیه و تحلیل و بهینه سازی پارامترهای موثر بر سیستم اتوبوس های BRT به وسیله ی تکنیک شبیه سازی گسسته-پیشامد

محمد رضا فلفلانی^۱، محسن صفاریان^۲

۱- دانشجوی کارشناسی مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی بیرجند

۲- عضو هیات علمی گروه مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی بیرجند

چکیده

امروزه سیستم سیستم اتوبوسهای تندرو (BRT) در دنیا به عنوان یک وسیله ی حمل و نقل عمومی سریع و کم هزینه شناخته می شود. رشد شتابان کلانشهرها در جهان، توام با افزایش جمعیت، موجب پدید آمدن مشکلات متعددی همانند معضل ترافیک و اختلال در سامانه ی حمل و نقل درون شهری شده است و سامانه ی BRT برای مقابله با مشکلات مذکور می تواند به عنوان یک سیستم کارآمد عمل کند. شاخصهایی نظیر کاهش آلاینده‌گی، کاهش زمان سفر، کاهش هزینه ی سفر، تواتر، چگالی مسافران، راحتی و مستقیم بودن سفر در BRT نسبت به سایر وسایل نقلیه ی عمومی در شهر بیشتر است و کم هزینه ترین و سریع ترین سیستم از لحاظ اجرا، سیستم BRT می باشد. این پژوهش قصد دارد که یک سیستم BRT را که با استفاده از نمونه گیری تصادفی از ۶ ایستگاه متوالی از خط ۳ BRT مشهد بدست آمده و توزیع های آماری توسط نرم افزار SPSS مستخرج شده اند به وسیله ی تکنیک شبیه سازی گسسته پیشامد با استفاده از نرم افزار ARENA شبیه سازی کند و با بررسی پارامترهایی نظیر زمان انتظار و نرخ ورود و خروج در ایستگاه های مختلف راهبردی جهت بهینه سازی تعداد ایستگاه های خطوط BRT و کاهش زمان انتظار مسافران ارائه دهد.

کلید واژه : اتوبوس های BRT، شبیه سازی گسسته-پیشامد، بهینه سازی، ARENA، زمان انتظار، SPSS

^۱ دانشجوی کارشناسی مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی بیرجند، ۰۹۳۸۳۸۷۳۷۲۷، felfelanism@gmail.com

^۲ استادیار دانشکده ی مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی بیرجند، ۰۵۶۳۲۳۹۱۰۰۰، saffarian@birjandut.ac.ir



۱- مقدمه

ترافیک سنگین یکی از معضلات اصلی در کلان شهرها می باشد که خود باعث بروز مشکلات زیادی از جمله افزایش هزینه های سفر، آلودگی هوا، افزایش زمان سفر در سفر های درون شهری و ... می گردد. استفاده از سیستم های حمل و نقل عمومی سریع السیر و انبوه بر می تواند به بهبود وضعیت شهر ها و کاهش اثرات منفی ذکر شده کمک کند. اما مشکلاتی مانند نامناسب بودن اتوبوس ها، ازدحام مسافران، زمان انتظار زیاد، دسترسی نامناسب به ایستگاه ها و مسایلی از این دست، باعث گردیده است تا میزان استقبال از حمل و نقل عمومی پایین باشد. رشد روزافزون جمعیت، افزایش نرخ مالکیت سواری و تغییر سایر پارامترهای مؤثر در جهت افزایش جریان ترافیک، سبب بروز مشکلاتی در امر جابجایی مسافران شده است، به طوریکه، از حمل و نقل و جابجایی مسافران به عنوان مهمترین مسئله توسعه شهرها نام میبرند. اهمیت این موضوع، باعث ارائه پیشنهادات مختلفی برای کاستن مشکل ترافیک یا بهبود آن شده است. از مهمترین این راهکارها ترغیب شهروندان به استفاده بیشتر از سیستم حمل و نقل عمومی است. امروزه لزوم استفاده از حمل- و نقل عمومی به ویژه در سفرهای درون شهری بر هیچکس پوشیده نیست. رشد روز افزون وسائط نقلیه و افزایش تمایل شهروندان به استفاده از وسیله نقلیه شخصی، باعث شده است تا هر روز ترافیک عبوری از خیابانهای شهری سنگین تر شود. ترافیک سنگین خیابانهای شهری، علاوه بر افزایش زمان سفر، آلودگیهای محیطی ناشی از سوخت و صوت و وسائل نقلیه، اتلاف بیش از حد انرژی و سرمایه- های طبیعی را در کنار ناراحتیهای روحی-روانی شهروندان در پی داشته است. در این بین، سیستم حمل و نقل عمومی BRT نوعی از خدمات با توقف محدود می باشد که در سال ۱۹۹۰ میلادی، توسعه یافت و با استفاده از تکنولوژیهای جدید، سعی در ارائه خدمات سریع دارد.

بسیاری از شهرهای بزرگ جهان به عنوان یکی از راه حل ها برای بهبود وضعیت شبکه و همچنین افزایش استفاده از حمل و نقل عمومی به سیستم های BRT رو آورده اند. قابل ذکر است که این سیستم ها در صورت اجرای صحیح، می توانند بسیاری از سفر ها را با همان سرعت، ظرفیت و راحتی سیستم های مترو و یا قطار شهری سرویس دهی کنند. هزینه اجرای سیستم های BRT کم تر از ده درصد هزینه احداث مترو است و همچنین احداث آن نسبت به سیستم های ریلی بسیار سریع تر و افزایش ظرفیت و بهبود آن به مراتب آسان تر است. [1] سیستم های اتوبوس های تندرو، نقش عمده ای در برآورد تقاضای ترافیک در مسیر های با تقاضا سفر بالا، برای تسریع عبور و مرور و همچنین کاهش زمان سفر دارد. اجرای این سیستم ها در کشور ما با مشکلات و نواقصی همراه بوده است. [2]



2- مفاهیم کلی تحقیق

سیستم BRT: یک سیستم حمل‌ونقل با کیفیت بالا، مناسب و راحت برای استفاده کنندگان، وسیله حمل‌ونقل سریع و با کمترین هزینه می‌باشد. [3] سیستم اتوبوس تندرو عبارت است از خدمات رسانی هماهنگ و سیستماتیک که با مدل‌های دیگر حمل‌ونقل در جامعه کاملاً یکپارچه بوده و در مقایسه با سیستم‌های اتوبوسرانی معمولی و سنتی خدمات سریعتر، راحتتر و با قابلیت اطمینان بیشتری ارائه می‌دهد. [4] این سیستم به علت دارا بودن مزیت‌های مترو با عنوان متروی رو زمینی نیز معرفی می‌شود. [5] در واقع سیستم BRT راه بسیار سودمندی را برای ارائه سطح کیفیت و کارایی بالا برای سیستم‌های حمل‌ونقل شهری مهیا می‌سازد. [6] یک خط BRT تلفیقی از تکنولوژی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، با اولویت ترانزیت، جمع‌آوری سریع کرایه مناسب، و یکپارچگی با سیاست کاربری زمین، جهت ارتقاء عملکرد سیستم اتوبوس، می‌باشد. [7] در مقایسه با خدمات اتوبوس معمولی، BRT سرعت بالاتر، تناوب بیشتر، اطلاع‌رسانی بهتر و آسایش بهتر را ارائه می‌کند. استفاده از BRT بویژه در مکان‌هایی که استفاده از مترو توجیه اقتصادی نداشته باشد، بس‌یار مناسب است. BRT انعطاف پذیرتر از مترو است و به سادگی، امکان یکپارچگی با استخوان بندی فعلی و آتی شهری را داراست. BRT سیستم ترانزیتی انبوه با کیفیت ارائه خدمات بالا است که تحرک را افزایش داده، آسایش و راحتی مسافران را بیشتر کرده و هزینه حمل‌ونقل مسافران را کاهش می‌دهد. سیستم‌های BRT تمام یا تعدادی از آرمان‌های زیر را دارا هستند. [8]

-کریدورهای اتوبوس اختصاصی

-توقفگاه‌های مدرن که بیشتر شبیه ایستگاه هستند و دارای تسهیلات انتظار راحت و ارائه بلیط قبل از سوار شدن

-اتوبوس‌های با درهای متعدد که سوار و پیاده شدن مسافران را تسریع نمایند

-اتوبوس‌های راحت، بزرگ، با ظرفیت بالا و ترجیحاً کم‌آلاینده

-اولویت حرکتی اتوبوسها در تقاطعها

-هماهنگی با اپراتورهای کوچکتر و وسائل نقلیه

-سیستم بلیط یکپارچه بین شرکتها



- راحتی مسافران انتقالی
- استفاده از GPS و یا سایر تکنولوژیهای تعیین موقعیت با کنترل مرکزی که موقعیت اتوبوسها را در تمام لحظات مدیریت کرده و امکان عکس العمل سریع در مقابل مشکلات را فراهم میکند.
 - نمایشگر اطلاعات در ایستگاهها
 - دسترسی مناسب برای تاکسی، عابران پیاده و دوچرخه سواران به ایستگاهها و تسهیلات پارک دوچرخه در ایستگاهها
 - احداث پارکسوار در ایستگاههای خارج از شهر
 - دسترسی مناسب معلولین شامل امکان سواره و پیاده شدن سریع مسافران با صندلی چرخدار
 - ارائه خدمات در سطح عالی، اعم از تسهیلات تمیز، راحت و ایمن، اطلاع رسانی خوب و کارمندان مناسب و غیره
 - بازاریابی مناسب و تبلیغات
- به طور خلاصه مؤلفه ها، عملکرد و مزایای سیستم BRT را میتوان در شکل ۱ خلاصه کرد. [9]



شکل ۱: مؤلفه ها، عملکرد و مزایای سیستم BRT

شبیه سازی: شبیه سازی تقلیدی از عملکرد سیستم واقعی با گذشت زمان است. یکی از مباحث مطرح در علم شبیه سازی، شبیه سازی سیستم های صف می باشد، سیستم صف بانک سیستمی پیچیده است که به دلیل عدم اطمینان از مدل صف آن به سادگی نمی توان آن را با روابط ریاضی موجود تحلیل کرد، شبیه سازی ابزاری برای ساده کردن تحلیل سیستم های صف می باشد. [10]

نرم افزار Arena: در این مقاله از نرم افزار Arena نسخه ۱۴/۰۰ با مجوز دانشگاه مورد استفاده قرار گرفته است. مقالات متعددی در ادبیات شبیه سازی، از این نرم افزار جهت اندازه گیری رضایت مشتریان استفاده کرده اند. [10]



نرم‌افزار SPSS: یکی از کاربردی‌ترین نرم‌افزارهای تحلیل آماری نرم‌افزار SPSS می‌باشد که با آن می‌توان انواع تحلیل‌های آماری از جمله پیدا کردن توزیع داده‌ها، P-value و... را انجام داد که در این تحقیق از SPSS ورژن مکینتاش استفاده شده است. [10]

۳- ادبیات تحقیق

تاو تاو دنگ و همکارش (2012) در مطالعه سامانه اتوبوسرانی تندرو پکن بیان کردند که این سامانه علاوه بر افزایش سرعت در جابجایی مسافران، سرعت جریان کلی ترافیک را در خطوط موازی با خطوط ویژه اتوبوس‌های تندرو افزایش داده است. زیرا زمانی که از اتوبوس‌های عادی استفاده شود، توقف اتوبوس‌ها در مسیر برای سوار و پیاده کردن مسافر موجب کاهش سرعت جریان ترافیک می‌شود. همچنین در سامانه BRT نسبت به اتوبوسرانی عادی از تعداد اتوبوس کمتری استفاده می‌شود و این مسئله خود موجب کاهش ترافیک در بزرگراه می‌شود. [11]

در مطالعه دیگری در شهر نیت بیان شد که ۲۹ درصد از مسافران خودروهای شخصی سفر خود را با سامانه اتوبوس‌های تندرو انجام دادند [12]. **کهنزادی و همکاران (۱۳۹۱)** اتوبوس‌های تندرو BRT و نقش آن در توسعه پایدار حمل و نقل شهری را مورد مطالعه قرار دادند. [13] **صالحی و همکاران (۱۳۹۱)** اثربخشی خط ۱۰ اتوبوس‌های تندرو در کاهش آلودگی‌های هوا و هزینه‌های اجتماعی را مورد بررسی قرار دادند. [14] **شیخ‌الاسلامی و فغفوری (۱۳۸۸)** طی مطالعه‌ای به ارزیابی استفاده از سیستم اتوبوسرانی سریع‌السير BRT در شهر تهران پرداختند. در این مقاله متدلوژی جهت ارزیابی راه‌اندازی سیستم اتوبوس تندرو در یک مسیر درون‌شهری ارائه گردیده است. [15]

قربانی و همکاران (1390)، در پژوهشی خود به ارزیابی کارایی عملکردی سیستم حمل و نقل اتوبوس‌های تندرو شهر تبریز پرداختند. در این پژوهش ارزیابی مولفه‌های کارایی سیستم BRT شهر تبریز در ۴ فاکتور عمده کاربری اراضی قابلیت دسترسی پیاده محدوده تراکم جمعیتی شهر و سرعت حرکتی اتوبوس‌ها بر اساس روش تحلیلی فضایی در محیط ArcGIS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است میزان انطباق نیاز تقاضای سفر با وضعیت موجود سیستم مقایسه شده است در نهایت نتایج و پیشنهادات کاربردی این تحقیق براساس یافته‌های تحقیق ارائه شده است [16]. **صدیق‌یاور و همکاران (۱۳۹۰)** ارتقاء بهره‌وری با استفاده از سیستم حمل و نقل سریع اتوبوسرانی در کلان‌شهر شیراز را مورد مطالعه قرار دادند. در این مقاله سعی شده است تا با تعریف چهار سناریو ممکن و اجرایی برای پیاده‌سازی BRT عملکرد این سیستم در شهرها همراه با شبیه‌سازی و فواید بسیار زیاد این نوع مد حمل و نقلی پرداخته شود و همراه عملکرد این سیستم به بازخورد اجرای این پروژه نسبت به واکنش شاخص‌های مختلف بر روی ماشین‌های دیگر و نحوه تأثیرگذاری بر روی آنها پرداخته شود. [17]

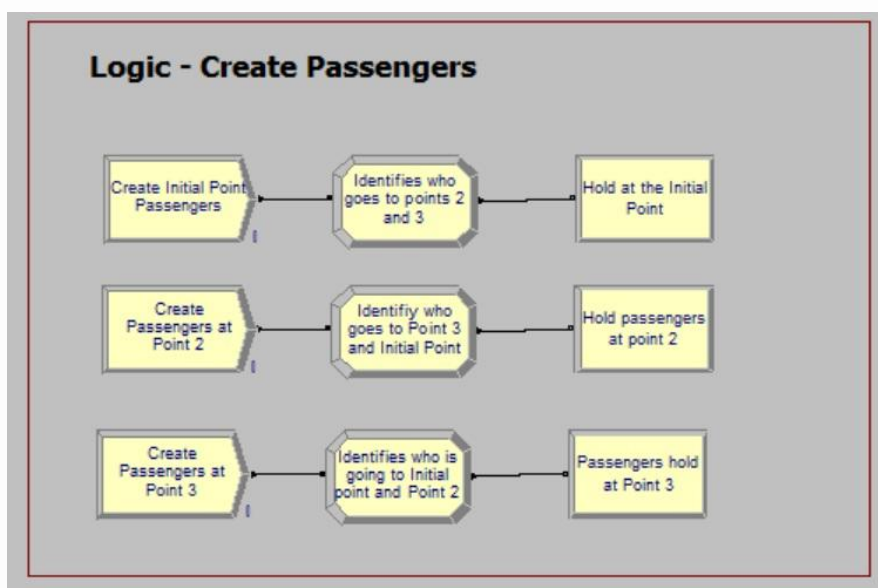


4- روش تحقیق

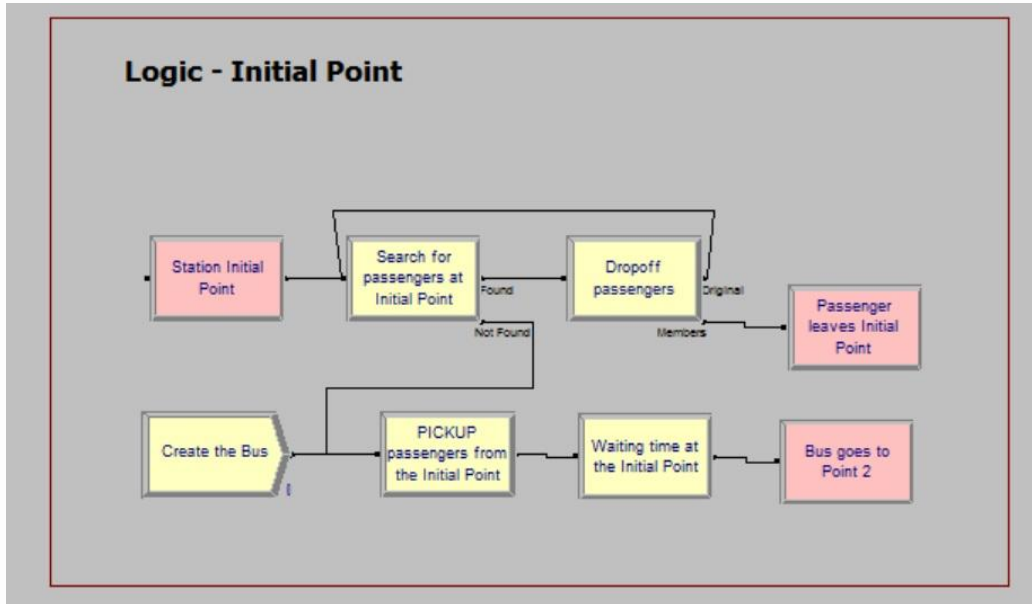
این پژوهش برای اولین بار به بهینه کردن تعداد و مکان ایستگاه‌های خطوط BRT همچنین کمینه سازی زمان انتظار مسافران در ایستگاه و بهینه سازی نرخ ورود و خروج در هر ایستگاه توسط شبیه سازی گسسته-پیشامد خط ۳ BRT مشهد که توسط نمونه گیری ۶ ایستگاه متوالی از آن مشخص گردید می پردازد و مدلی ارائه می نماید تا بتواند با تدوین راهبردهای استراتژیک در راستای مدیریت بهتر و بهینه سازی سیستم حمل و نقل عمومی شهری راهی برای پژوهش‌های آتی را بگشاید. در این تحقیق طبق نظر کارشناسان به طور تصادفی ۶ ایستگاه متوالی از خط ۳ BRT مشهد انتخاب گردید که ایستگاه حرم مطهر رضوی به عنوان ایستگاه آخر در نظر گرفته شد. ابتدا برای مدت ۱۰ روز هر روز ۶ ساعت زمان‌های انتظار و همچنین نرخ ورود و خروج کاربران BRT با کرونومتر زمانسنجی و ثبت شد، نهایتاً داده‌های حاصل وارد نرم افزار SPSS تحت سیستم عامل مکینتاش گردید و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و بهینه سازی شد و توزیع‌های بدست آمده طی یک مدل شبیه سازی وارد نرم افزار ARENA گردید و برای مدت یک ماه ۳۰ روزه و هر روز ۱۲ ساعت شبیه سازی شد و نهایتاً متوسط و زمانهای تجمعی و نرخ‌های ورود و خروج بدست آمد که نتایج قابل تعمقی حاصل شد. ایستگاه‌های شماره ۲ و ۴ و ۵ با توجه به نرخ ورود و خروج بسیار کم به راحتی قابل حذف و بهینه سازی هستند.

۵- مدل مفهومی تحقیق

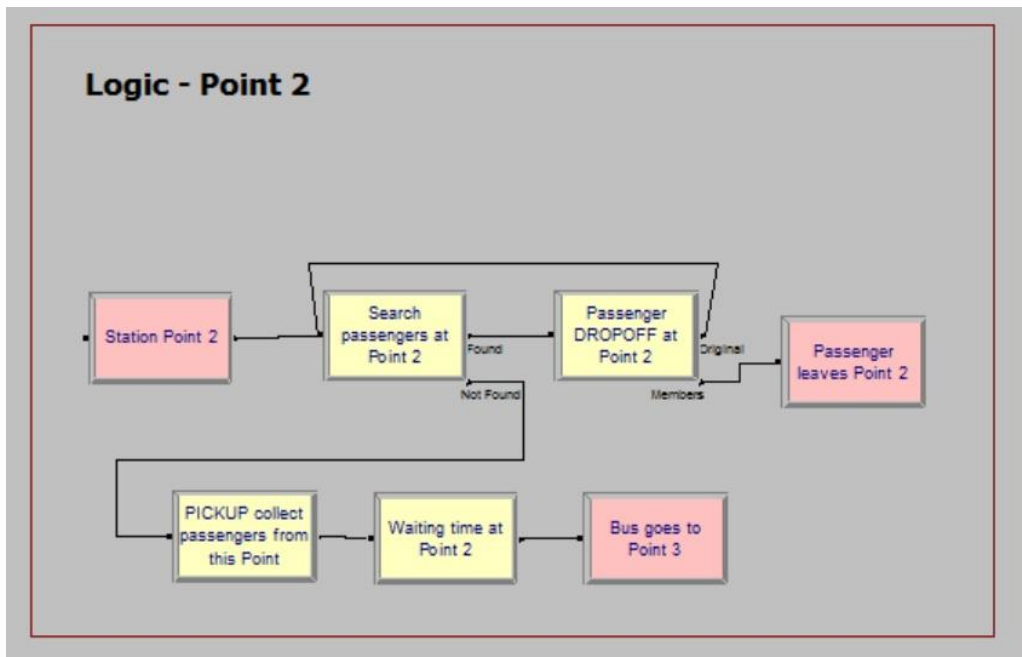
مدل مفهومی تحقیق طبق نظر کارشناسان خبره ی این امر و همچنین نویسندگان این پژوهش به صورت شکل‌های ۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ تهیه گردید و توسط نرم افزار ARENA شبیه سازی شد.



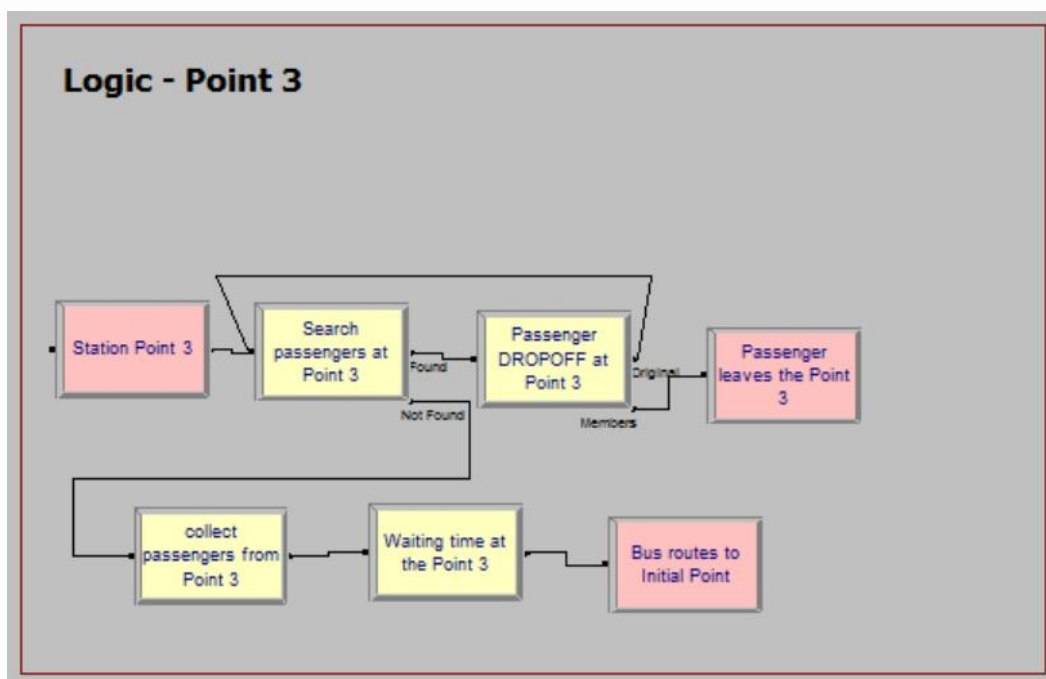
شکل ۱: ایجاد کاربران



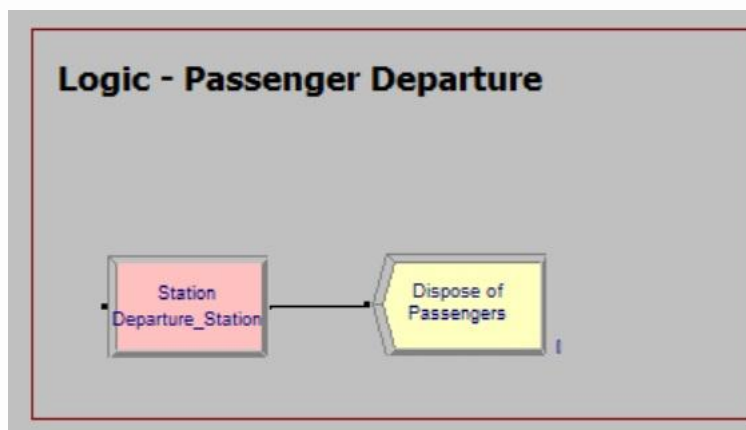
شکل ۲: ایستگاه اول



شکل ۳: ایستگاه دوم



شکل ۴: ایستگاه سوم



شکل ۵: پایان

۶- یافته های تحقیق

با توجه به گزارشهای بدست آمده توسط نرم افزار SPSS مشخص کردید که امکان حذف ۳ ایستگاه به راحتی وجود دارد و میتوان مکان ۳ ایستگاه دیگر را بهینه تر انتخاب کرد. با توجه به نرخ ورود و خروج کاربران BRT در ایستگاه های مذکور وجود آنها غیر اقتصادی سنجیده شد و این مشکل برای BRT یک مشکل جدی است این سامانه به حذف ایستگاه های غیر ضروری تکیه دارد. زمانهای تجمعی انتظار و متوسط زمان انتظار و نرخ های ورود و خروج



کاربران حاصل از گزارشهای نهایی شبیه سازی توسط نرم افزار ARENA در حالت بهینه ی پیشنهادی به صورت شکل های ۶ و ۷ و ۸ و ۹ می باشد.

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
HOLD Expected at Point 2.Queue	12.6547	(Insufficient)	0.03834512	32.7695
HOLD expected at Point 3.Queue	14.1402	(Insufficient)	0.1300	37.1512
HOLD Initial Point.Queue	12.7440	(Insufficient)	0.1644	34.6577

شکل ۶: زمانهای انتظار

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
HOLD Expected at Point 2.Queue	2.4826	(Insufficient)	0.00	12.0000
HOLD expected at Point 3.Queue	1.5122	(Insufficient)	0.00	7.0000
HOLD Initial Point.Queue	1.6776	(Insufficient)	0.00	7.0000

شکل ۷: تعداد افراد در صف (در حال انتظار در ایستگاه ها)

Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
VA Time				
Entity 1	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
NVA Time				
Entity 1	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Wait Time				
Entity 1	13.2368	(Insufficient)	0.03834512	37.1512
Transfer Time				
Entity 1	25.9607	(Insufficient)	7.3602	50.6493
Other Time				
Entity 1	2.4532	(Insufficient)	0.6250	4.8048
Total Time				
Entity 1	41.6506	(Insufficient)	10.8078	74.6596

شکل ۸: زمانهای انتظار



Number In					
	Value				
Entity 1	318.00				
Number Out					
	Value				
Entity 1	291.00				
WIP		Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1		19.3999	(Correlated)	0.00	30.0000

شکل ۹: نرخ ورود و خروج

لازم به ذکر است که شکل‌های فوق حالت بهینه را نشان می‌دهد که با وجود تنها ۳ ایستگاه در مکان‌های ۱ و ۳ و ۶ می‌توان به نتایج مطلوب نمودارهای فوق دست یافت.

۷- نتیجه‌گیری

با توجه با اینکه پژوهش حاضر برخاسته از نیاز کاربران وسایل نقلیه عمومی می‌باشد می‌توان مدل ارائه شده در این تحقیق را برای سایر وسایل نقلیه عمومی همچون برای تمامی خطوط اتوبوسرانی گسترش داد و نهایتاً با بهینه تعداد ایستگاه‌ها اتوبوس و قطار شهری و سایر وسایل نقلیه عمومی علاوه بر افزایش رضایت کاربران و مقبولیت بیشتر، مدیریت قوی تری نیز بر سامانه‌های فوق ایجاد کرد و مصرف سوخت و حجم ترافیک و چگالی خیابانها را نیز کاهش داد، همچنین یکی از اثرات مهم کاهش ایستگاه‌ها، کاهش هزینه‌ها خواهد بود و این خود باعث کاهش قیمت‌ها و افزایش رضایت همه جانبه‌ی کاربران خواهد بود و می‌توان با رویکردی بهینه‌تر خدمات سانی شهری را انجام داد. آنچه که در این پژوهش بدست آمد می‌تواند راهی بی‌انتها و گسترده را برای پژوهش‌های آتی همچون راهبردی کاربردی برای احداث یا بازسازی خطوط BRT برای کلانشهرهای ایران و جهان بگشاید. بارزترین نتیجه‌ی این پژوهش این است که با مطالعات ترافیکی و همچنین نظرنجی عمومی می‌توان تعداد و مکان بهینه تری برای احداث ایستگاه‌های وسایل نقلیه عمومی بدست آورد و بدانوسیله هزینه‌ها و حجم ترافیک و مصرف سوخت را کاهش و میزان رضایت شهروندان را افزایش داد.

۸- مراجع

- ۱- افندی زاده و همکاران، ارزیابی سیستم های اتوبوس های تندرو شهر مشهد با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی، ۱۳۹۳، چهاردهمین کنفرانس بین‌المللی حمل و نقل و ترافیک
- ۲- کی منش و همکاران، بررسی اتوبوس های BRT در شهر اصفهان و مقایسه فاکتورهای مختلف آن با استاندارد BRT2012، ۱۳۹۳، چهاردهمین کنفرانس بین‌المللی حمل و نقل و ترافیک
- 3- Sperling and Gordon Two Billion Cars: Driving Toward Sustainability, 2009
- 4- Friberg. L. 2002. Innovative Solutions for Public Transport, Curitiba Sustainable Development International, 3: 153- 157
- ۵- عمران زاده ب. بررسی سیستم حمل و نقل BRT در کلانشهر تهران ۱۳۸۸
- 6- Federal Transit Administration. (2004), "Characteristics of Bus Rapid Transit for Decision Making." [Report on-line], Decision-Making.pdf. United States Department of Transportation. Accessed on Feb.17, 2009
- 7- Lawson, M.V.2002, Sustainable Personal Transport. Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Municipal Engineer, Vol. 151, No. 1, pp. 73-82.
- 8- Terra, Nova, 2005, Bus Rapid Transit, Published by Nova Terra Connected Cities. On line Access on 2011/03/12
- 9- قربانی، ر. محمودزاده، ح. عبداللهی، م. ارزیابی کارایی عملکردی سیستم حمل و نقل اتوبوسهای تندرو شهر تبریز، ۱۳۹۰، اولین کنفرانس اقتصاد شهری ایران، مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد.
- 10- فلفلانی، صفاریان، تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر رضایتمندی مشتریان در سیستم بانک و بهینه سازی شاخص ها با تکنیک شبیه سازی گسسته- پیشامد (مطالعه‌ی موردی: بانک کشاورزی-مشهد)، ۱۳۹۴، کنفرانس بین‌المللی یافته های نوین پژوهشی در مهندسی صنایع و مکانیک
- ۱۱- Deng, T. and J.D. Nelson, *Bus Rapid Transit implementation in Beijing: An evaluation of performance and impacts*. Research in Transportation Economics, 2013. 39(1): p. 108-113.
12. Callaghan, L. and W. Vincent, *Preliminary evaluation of Metro Orange Line bus rapid transit project*. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2007. 2034(1): p. 37-44.
13. Rabuel, S., *Bus with a high level of service: choosing and implementing the right system*. Certu, Lyon, 2009.
- ۱۳- کهزادی، ا. انصاری، ا. رحیمی، ع. حسن زاده، م. اتوبوسهای تندرو و نقش آن در توسعه پایدار حمل و نقل شهری، ۱۳۹۱، اولین همایش ملی بررسی راهکارهای ارتقاء مباحث مدیریت، حسابداری و مهندسی صنایع در سازمانها، گچساران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گچساران.



- ۱۴- صالحی، ف. کرباسی، ع. خشایی پور، م. اثر بخشی خط ۱۰ اتوبوسهای تندرو در کاهش آلودگیهای هوا و هزینه های اجتماعی، ۱۳۹۱، یازدهمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران، تهران، سازمان حمل و نقل و ترافیک تهران، معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران.
- 15- شیخ الاسلامی، ع. فغفوری، ع. ارزیابی استفاده از سیستم اتوبوسرانی سریع السیر در شهر تهران، ۱۳۸۸، نهمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران، تهران، سازمان حمل و نقل و ترافیک تهران، معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران.
- ۱۶- قربانی، ر. محمودزاده، ح. عبداللهی، م. ارزیابی کارایی عملکردی سیستم حمل و نقل اتوبوسهای تندرو شهر تبریز، ۱۳۹۰، اولین کنفرانس اقتصاد شهری ایران، مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۱۷- صدیق باور، م. حدیقه جوانی، م. ارزیابی و تحلیل عملکرد سیستم حمل و نقل سریع اتوبوسرانی در کلان شهرها توسط نرم افزار AIMSUN، ۱۳۹۰، دهمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران، تهران، سازمان حمل و نقل و ترافیک تهران، معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران



Analysis and optimization of the parameters affecting the BRT system by discrete-event simulation technique

Mohammad Reza Felfelani, Mohsen Saffarian

1- Undergraduate of industrial Engineering, Birjand University of Technology

2- Department of industrial Engineering, Birjand University of Technology

Abstract

Nowadays in this age of technology we have the BRT systems as a means of transportation which is one quickest and inexpensive way of public transportation. Swift development of cities with the increase of the population caused multiple problems such as: heavy traffic and problems relate to the transportation systems of the cities that BRT systems act as a high performance system in order to solve these problems. Moreover we have many other beneficial aspect for BRT such as reducing the air pollution decreasing the time and the expense of the travels, density of passengers and convenience etc. the aim of this research is to simulate a system of BRT which is get by accidental sampling of the successive station of the line 3 of Mashhad BRT and the statistical distribution of SPSS software and the computer simulation technique of Arena software By analyzing parameters such as time and rate of arrivals and departures at different strategic stations to optimize the number of stations offer travelers BRT lines and reduce waiting times.

Keyword: buses, BRT, discrete-event simulation, optimization, ARENA, waiting time, SPSS