راهور
۹۷
فصلنامه
علمی- ترویجی راهور
سال هشتم- شماره ۱۳

طراحی خطوط نیم دور در شبکه‌ی حمل و نقل همگانی با استفاده از تقاضای مبدا- مقصد

افشین شریعت مهیمنی، استادیار دانشگاه علم و صنعت ایران
محمدمهدی طهوری نیا، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی برنامه‌ریزی حمل و نقل، دانشگاه علم و صنعت ایران

از صفحه ۹۷ تا ۱۰۸

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۱۹ **تاریخ پذیرش: ۸۹/۰۱/۲۵**

Archive of SID

چکیده:

با افزایش تقاضای حمل و نقل همگانی، لازم است بستری فراهم شود تا یک سرویس هماهنگ با کمترین هزینه برای مسافر و بهره بردار در شبکه ایجاد گردد. یکی از راه‌های کاهش هزینه‌های حمل و نقل همگانی و بالا بردن مطلوبیت سیستم، استفاده از خطوط نیم دور می‌باشد. منظور از نیم دور سرویس‌هایی است که قسمتی از ناوگان بخشی از مسیر را پوشش داده و بقیه‌ی ناوگان، به طور کامل خطوط را سرویس‌دهی می کنند. با این کار علاوه بر کاهش تعداد ناوگان استفاده شده، زمان انتظار مسافرین نیز به علت کاهش سرفاصله‌ها کم می‌شود. از این‌رو در این مقاله مدلی برای طراحی سرویس‌های نیم دور با توجه به تقاضای مبدا-مقصد شبکه، برروی خطوط فیدر اتوبوس برای خط ریلی ارائه شده است. تابع هدف مسئله در جهت کمینه کردن هزینه‌های مسافر و بهره‌بردار و متغیرهای طراحی مسئله تعیین محل نیم دور، تواتر و تعداد ناوگان بهینه می‌باشند. با توجه به پیچیدگی مسائل طراحی شبکه، در این مقاله از الگوریتم فراابتکاری مورچه برای

www.SID.ir

حل مسئله استفاده شده است.

کلیدواژه: بهینه‌سازی، تقاضای مبدا-مقصد، الگوریتم مورچه، خطوط نیم دور

مقدمه:

با توجه به رشـد روز افزون شـهرها و نیاز هرچه بیشـتر به حمل و نقل همگانی، استفاده از سیستم‌های هماهنگ با زمانبندی مناسب، می‌تواند در بالا بردن قابلیت اطمینان و استفاده‌ی بیشتر از این سیستم‌ها تاثیرگذار باشد. همچنین اداره کننده مایل است برای بهره‌وری بیشتر، شـبکه را طوری طراحی کند که تقاضای موجود در خطوط، از ظرفیت ارائه شـده بیشـترین اسـتفاده را بکند. از این‌رو اسـتفاده از سـرفاصله‌های متغیر در بازه‌های زمانی متفاوت در طول روز می‌تواند در این زمینه گامی مؤثر باشـد. در این بین اسـتفاده از سرویس‌های نیم دور[1] نیز می‌تواند راهکار مناسـبی برای این منظور باشـد. نیم دور سرویسـی اسـت که مشترک با خط اصلـی، از ترمینالـی نزدیک تر از ترمینال اولیه نسـبت به مقصد، سـفر خـود را آغاز کرده و با پوشش مسیری کوتاه تر با سرفاصله‌ی کمتر، از جایی در بین مسیر دور زده و به ترمینال اولیه بـاز می‌گـردد. یکی از قابلیت‌هایی که برای کاهش هزینه‌ها در شـبکه‌ی حمل و نقل همگانی به‌ویژه سـرویس‌های فیدر خطوط انبوه وجود دارد، اسـتفاده از سرویس‌های نیم دورمی باشد. مزیت اسـتفاده از این‌گونه سـرویس‌ها در شـبکه‌ی اصلی، کاهش زمان انتظار مسافر، کاهش تعداد ناوگان مورد نیاز و در مجموع کاهش هزینه‌های بهره بردار و اسـتفاده کننده اسـت. به علت اینکه در زمان‌های اوج یا به‌واسطه‌ی سرویس‌هایی که در مناطق پرتراکم به سمت حومه فعالیت می‌کنند، مجبور به تعیین تواتر براسـاس تقاضا در ایسـتگاه بحرانی هستیم، در نتیجه ظرفیت ارائه شده برای نقطه‌ی اوج تعیین می‌شود. از این‌رو در باقی مسیر، یا در زمان‌های دیگر که تقاضا کمتر اسـت، با ظرفیت ارائه شـده‌ی مازاد و بدون استفاده روبرو خواهیم بود. پس اگر در سیسـتم ترتیبی داده شـود که با استفاده از مدیریت زمان، تواتر در زمان‌های مختلف تغییر داده شود، می‌توان بهره‌وری را افزایش داد. از این‌رو در این مقاله راهکاری ارائه شده که با توجه

1 Short-Turn

Archive of SID
www.SID.ir

به تقاضای مبدا-مقصد می‌توان اجرای سرویس نیم دور را برای شبکه‌ی حمل و نقل همگانی فیدر عملی نمود؛ به طوری که محل مناسب اجرای سرویس و تعیین سرفاصله براساس تقاضای تحت پوشش هرکدام از سرویس‌ها تعیین می‌گردد.

مروری بر ادبیات گذشته:

شـریعت و همـکاران (۱۳۸۹) در مقاله‌ی خود به معرفی مدلـی پرداخته اند که محل ایجاد سرویس نیم دور را در شبکه‌ی حمل و نقل همگانی تعیین می‌نماید. پارامترهای طراحی برنامه شـامل ایسـتگاه محل نیم دور می‌باشد. آنها برای حل مسئله، الگوریتم فراابتکاری مورچه را به کار بسـته، همچنین از یک مثال سـاده برای نشـان دادن نتایج و سناریوهای اعمالی استفاده کرده اند. محدودیت لحاظ شده در کار آنها، عدم درنظر گرفتن تقاضای مبدا-مقصد در خطوط شبکه می‌باشد[۱]. Ceder (۲۰۰۷) الگوریتمی را برای طراحی سرویس نیم دور با استفاده از جدول ساعت کار و پروفیل تقاضا، ارائه کرده است. مولف ابتدا یک روش برای تعیین مجموعه ای از نقاطی که قابلیت اجرای نیم دور دارند را ارائه می‌کند. سپس یک تابع کمبود برای تعیین حداقل تعداد ناوگان مورد نیاز، جهت اعزام برای سرویس دهی خطوط نیم دور تعریف می‌شود. پس از آن از الگوریتمی اسـتفاده می‌شـود که اعزام‌های مسـیر تمام دور را از جدول سـاعت کار حذف می‌نماید. پروسـه آنقدر تکرار می‌شـود تا به یک ملاک پایانی برسـد[۲]. Paollo و Francesco (۱۹۹۸) یک برنامه‌ریزی میان مدت برای مدیریت حمل و نقل یک مسیر ارائه کرده‌اند. الگوی مدیریتی آنها شامل استراتژی نیم دور و تمام دور در شبکه‌ی حمل و نقل موجود می‌باشد. متغیرهای طراحی شامل محل ایجاد نیم دور، تعداد ناوگان، تواتر و کرایه بوده و تابع هدف مسـئله در جهت کمینه کردن هزینه‌های بهره بردار و زمان انتظار مسـافر، بدون درنظر گرفتـن کرایه عمل می‌کند[۳]. Tirachini و همـکاران (۲۰۱۰) در مقاله‌ی خود به معرفی مدلی برای ایجاد خطوط نیم دور در یک خط حمل و نقل همگانی اتوبوس پرداخته اند. هدف آنها بالا بردن تواتر درخط، برای پایین آوردن هزینه‌های مسـافر و بهره بردار بوده و اسـاس کار آنها میزان تقاضا اسـت. پارامترهای طراحی شـامل محل ایجاد نیم دور، تواتر و تعداد ناوگان

Archive of SID
www.SID.ir

مورد نیاز می‌باشد[۴].Gordon (۱۹۹۷) مدلی را برای ایجاد سرویس نیم دور در خطوط ریلی ارائه کرده است. در این مدل سرفاصله بصورت تابعی از مجموع مسافران سوار و پیاده شده در نظر گرفته شده است. هدف مدل کمینه کردن زمان انتظار مسافران برای خطوط نیم دور می‌باشد[۵]. Tirachini (۲۰۰۷) مدل گسسته‌ای را برای طراحی خطوط نیم دور ارائه کرده که در زمان اوج تقاضا مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مقاله دو مدل برای شرایطی که تعداد ناوگان ثابت یا متغیر باشد فرمول‌بندی می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که در نظر گرفتن مدل‌های زمان انتظار، نتایج بهتری را در زمان اوج تقاضا به‌دست می‌دهد[۶].

همان‌طور که دیده می‌شود دراکثر تحقیقات انجام شده، در زمینه‌ی نیم دور، متغیرهای طراحی: تعیین محل نیم دور، کمینه کردن ناوگان مورد نیاز و زمان انتظار مسافران می‌باشد. در این مقاله نیز پارامترهای طراحی شامل محل نیم دور، تعداد ناوگان و سرفاصله‌ی مسیر می‌باشد که در طول برنامه بهینه می‌شوند.

روش حل:

برای حل مدل ارائه شده جهت ایجاد سرویس نیم دور در خطوط حمل و نقل همگانی فیدر، لازم است مفروضاتی به شرح زیر درنظر گرفته شود:

فرض می‌شود شبکه‌ی فیدر اتوبوس و خط ریلی مرتبط با آن، از قبل تعیین شده و تقاضای مبدا-مقصد در کل فضای مسئله معین است.

زمان انتظار مسافران در ایستگاه‌های شبکه، نصف سرفاصله‌ی آن خط درنظر گرفته می‌شود. (به علت عدم اجرای زمانبندی در شبکه)

مسافرانی که مقصد آنها ایستگاهی بعد از محل نیم دور است و به علت دور زدن سرویس نیم دور مجبور به پیاده شدن از وسیله و انتظار برای سرویس تمام دور هستند، به طور متوسط زمان انتظاری برابر با نصف سرفاصله‌ی سرویس تمام دور را تحمل می‌نمایند.

هزینه‌های واحد مسافر و بهره بردار از قبل تعیین شده و به برنامه داده می‌شود.

نرخ ورود مسافران به ایستگاه‌های شبکه درطول ساعت به صورت نرمال و خطی در نظر

Archive of SID
www.SID.ir

گرفته می‌شود

فرض می‌کنیم ابتدا یا انتهای خطوط فیدر یک سر سرویس نیم دور بوده و سر دیگر سرویس در جایی مناسب در بین مسیر فیدر تعیین می‌شود.

حال با توجه به مشخص بودن شبکه‌ی فیدر از قبل، برای تعیین مسیرهای نیم دور، تابع هدف مسئله را در جهت کمینه کردن هزینه‌های مسافر، بهره بردار و جامعه برای هر دو نوع سرویس نیم دور یا تمام دور تعریف می‌کنیم. این معادله با کمی تغییرات در تابع هدف مرجع [۷]، مطابق معادله‌ی (۱) بیان می‌شود:

$$Cost_k^{sr} = \frac{P_k^{sr}}{2F_k^{sr}}\lambda_w^{sr} + \frac{P_{k+}^{sr}}{2F_k^{sr}}\lambda_w^{sr} + \sum_{s=1}^{S_k}\frac{l_{s,d}P_s^{sr}}{V_{o,k}^{sr}}\lambda_r^{sr}$$
$$+ 2F_k^{sr}l_k^{sr}(\lambda_o^{sr} + \lambda_s^{sr}) + \left[\frac{2F_k^{sr}l_k^{sr}}{V_{c,k}^{sr}}\right]^{+}(\lambda_f^{sr} + \lambda_m^{sr})$$

که در آن:

sr: بیان کننده نوع سرویس نیم دور یا تمام دور، P_k^{sr}: تقاضای خط k برای هر سرویس sr، F_k^{sr}: تواتر مسیر k برای سرویس sr، λ_w^{sr}: هزینه واحد زمان انتظار (ریال/مسافر-ساعت) برای سرویس sr، P_{k+}^{sr}: مجموع مسافران تغییر سرویس برای خط k و سرویس sr، S_k: مجموع ایستگاه‌های مسیر k، $l_{s,d}$: فاصله ایستگاه مبدا s تا ایستگاه مقصد d برحسب کیلومتر، P_s^{sr}: تقاضای ایستگاه s برحسب (مسافر-ساعت) برای سرویس sr، $V_{o,k}^{sr}$: سرعت عملیاتی مسیر k برای سرویس sr، λ_r^{sr}: هزینه واحد سواری برحسب (ریال/مسافر-ساعت) برای سرویس sr، l_k^{sr}: طول مسیر k برای سرویس sr، λ_o^{sr}: هزینه واحد بهره بردار برحسب (ریال/مسافر-ساعت) برای سرویس sr، λ_s^{sr}: هزینه واحد جامعه برحسب (ریال/مسافر-ساعت) برای سرویس sr، $V_{c,k}^{sr}$: سرعت سیکل در خط k برحسب (کیلومتر/ساعت) برای سرویس sr، λ_f^{sr}: هزینه واحد تعمیرات برحسب (ریال/ مسافر-کیلومتر) برای سرویس sr، λ_m^{sr}: هزینه واحد نگهداری

Archive of SID
www.SID.ir

راهور
۱۰۲
فصلنامه
علمی- ترویجی راهور
سال هشتم- شماره ۱۳

برحسب (ریال/مسافر-کیلومتر) برای سرویس sr، $Cost_k^{sr}$: هزینه مسیر k برای سرویس sr.

برای تعیین تواتر مناسب خطوط حمل و نقل همگانی از معادله‌ی (۱) نسبت به تواتر مشتق گرفته و با استفاده از عامل‌های ریاضیاتی تواتر بهینه مطابق معادله‌ی (۲) بدست می‌آید:

$$F_{opt,k}^{sr} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{(P_k^{sr} + P_{k+}^{sr})\lambda_w^{sr}}{l_k^{sr}[(\lambda_o^{sr} + \lambda_s^{sr}) + \frac{(\lambda_f^{sr} + \lambda_m^{sr})}{V_{c,k}^{sr}}]}}$$

که در آن:

$F_{opt,k}^{sr}$: تواتر بهینه برای مسیر k و سرویس sr برحسب (وسیله/ساعت) .

از آنجا که ممکن است تواتر بهینه در خطی کمتر از تواتر مورد نیاز باشد، در نتیجه تواتر مورد نیاز برای سیستم مطابق معادله‌ی (۳) تعریف می‌گردد:

$$F_{req,k}^{sr} = \frac{P_k^{sr} + P_{k+}^{sr}}{LF.Ca}$$

که در آن:

$F_{req,k}^{sr}$: تواترمورد نیاز برای مسیر k و سرویس sr برحسب (وسیله/ساعت)، LF: ضریب سرنشین وسیله نقلیه، Ca: ظرفیت وسیله نقلیه.

توجه شود که تواتر انتخابی برای خطوط، براساس بزرگترین مقدار از بین معادلات (۲) و (۳) به‌دست می‌آید. طراحی شبکه‌ی نیم دور محدودیت‌هایی شامل حداقل و حداکثر سرفاصله و حداقل تواتر مورد نیاز در شبکه دارد که بترتیب در معادلات (۴) و (۵) بیان می‌شوند.

(۴)

$$h_{\min}^{sr} \le \frac{1}{F_k^{sr}} \le h_{\max}^{sr} \quad k = 1, 2, ..., K$$

Archive of SID

www.SID.ir

(۵)

$$F_k^{sr} \geq \frac{P_k^{sr} + P_{k+}^{sr}}{LF \ .Ca} \quad k = 1, 2, ..., K$$

که در آنها:

$h_{\min}^{sr}$: حداقل سرفاصله برحسب (ساعت/وسیله) برای مسیر sr، $h_{\max}^{sr}$: حداکثر سرفاصله برحسب (ساعت/وسیله) برای مسیر sr

چون فرض کرده ایم که شبکه‌ی حمل و نقل همگانی داده شده براساس تقاضای O-D از قبل طراحی شده و ثابت است، به هر ترمینال این شبکه‌ی اولیه، فرمونی به نام فرمون مسیر می‌دهیم. سپس برای هر گره شبکه، به غیر از ایستگاه‌های ریلی، دو نوع فرمون برای مسیرهای رفت و برگشت به طور مجزا تعریف می‌کنیم. مسیر رفت به مسیری گفته می‌شود که از ترمینال خط اتوبوس فیدر به سمت ایستگاه ریلی امتداد می‌یابد و مسیر برگشت در جهت مقابل تعریف می‌گردد. با توجه به پروفیل تقاضای هر مسیر، در هر جهت، ایستگاه بحرانی را مشخص کرده و براساس آن تواتر اولیه خطوط را تعیین می‌نماییم. ایستگاه بحرانی ایستگاهی است که دارای بیشترین حجم تبادل مسافر در طول هر مسیر می‌باشد. پس از اینکه تواتر خطوط اتوبوس برای سرویس دهی خط ریلی مشخص شد، وارد اولین پروسه‌ی تعیین محل نیم دور در شبکه شده و براساس پارامترهای برنامه، مناسب‌ترین ایستگاه برای ایجاد سرویس نیم دور در خطوط شبکه تعیین می‌گردد. روش کار در گام‌های زیر مشخص شده:

(الف) براساس معادله‌ی احتمالی (۶) احتمال انتخاب هریک از گره‌های شبکه جهت اجرای ابتدا یا انتهای سرویس نیم دور به‌دست می‌آید، (ب) با استفاده از قاعده چرخ رولت و با توجه به احتمالات به‌دست آمده، برای هر مسیر یکی از ایستگاه‌های مرحله‌ی قبل جهت اجرای نیم دور انتخاب می‌شود، (پ) براساس مسیر نیم دور ایجاد شده ما بین ایستگاه انتخابی و مبدا یا مقصد خط در هر خط تمام دور، تقاضایی که با خطوط نیم دور و تمام دور به تفکیک سرویس‌دهی می‌شود، تعیین می‌گردد، (ت)زمان انتقال مسافران از خطوط نیم دور به تمام دور جهت ادامه‌ی مسیر در تابع هزینه لحاظ می‌گردد، (ث) تواتر خطوط

Archive of SID
www.SID.ir

نیم دور و تمام دور با توجه به پروفیل تقاضای جدید مجددا محاسبه شده و (ج) هزینه‌ی خطوط محاسبه شده، و در پایان شبکه‌هایی که دارای هزینه‌ی کمتری در الگوریتم مورچه می‌باشند، فرمون مسیر و فرمون محل نیم دور آنها براساس عملگرهای الگوریتم بروزرسانی می‌شود تا در چرخه‌های بعدی شانس بیشتری برای انتخاب داشته باشند.

(۶)

$$P_p^k = \frac{\tau_p^\alpha}{\sum_{i\in\Omega}\tau_i^\alpha}$$

که در آن:

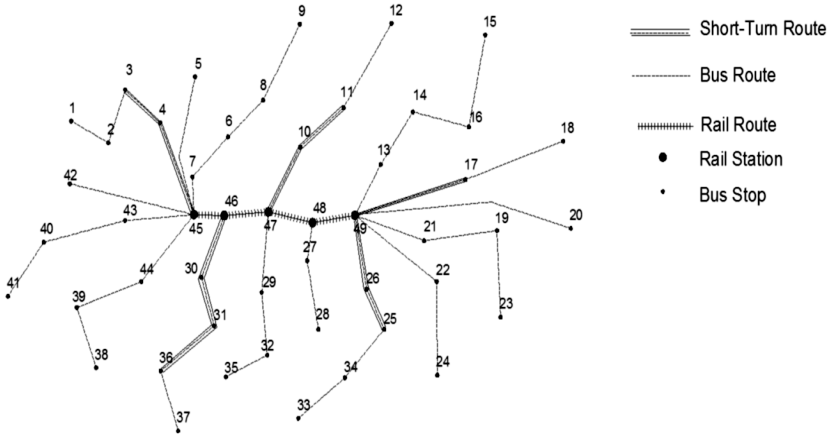
P_p^k: احتمال انتخاب نقطه‌ی p در مسیر k برای اجرای نیم دور، τ_p^α: فرمون تناظر با نقطه‌ی p، Ω: مجموعه نقاط مسیر k، α: پارامتری که تعیین کننده‌ی شدت فرمون نقاط خط k می‌باشد.

مراحل گفته شده در بالا توسط الگوریتم مورچه آنقدر تکرار می‌شوند تا با توجه به ماهیت تکاملی برنامه، به معیار پایانی که همانا رسیدن به عدم تغییر نتایج در چرخه‌های متوالی است، برسیم.

مطالعه موردی:

برای بررسی و تحلیل نتایج، در این مقاله شبکه‌ی فیدر اتوبوس را برای خط ریلی در نظر گرفته‌ایم. شکل (۱) فرض شده است که براساس تقاضای D-O و پارامترهای شبکه، طراحی مسیر اتوبوس از قبل تعیین شده باشد. شبکه‌ی ارائه شده دارای پنج ایستگاه ریلی و ۴۴ ایستگاه اتوبوس است که در منطقه‌ی مورد نظر گسترده شده اند. همچنین این قابلیت در شبکه وجود دارد که مسافران می‌توانند از خطوط شبکه‌ی فیدر برای دسترسی محلی نیز استفاده نمایند. هدف ما این است که محل اجرای بهینه‌ی سرویس‌های نیم دور را برای این خطوط به‌دست آوریم. برای نمایش بهتر نتایج، مدل ارائه شده را با چهار سناریوی مختلف حل کرده ایم. تفاوت ایجاد شده در این سناریوها، براساس تغییرات تقاضا در ایستگاه‌های شبکه در دو جهت رفت و برگشت می‌باشد. به طوری که با تغییر پروفیل تقاضا در خطوط شبکه، بتوان انعطاف پذیری مدل برای طراحی سرویس نیم دور را مشاهده کرد.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۱: شبکه اتوبوس فیدر برای خط ریلی و مسیرهای نیم دور برای سناریو ۱

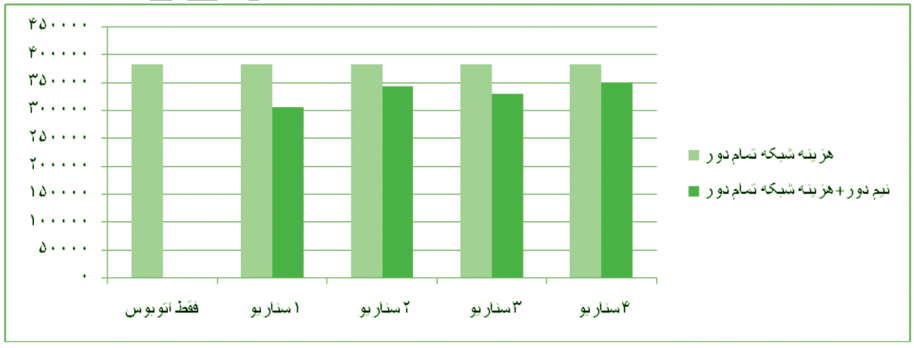
تحلیل و نتیجه گیری:

مدل ارائه شده در این مقاله را با ۴ سناریوی مختلف برروی شبکه حل کرده و نتایج آن را در جدول (۱) نشان داده ایم. تفاوت ایجاد شده در هر سناریو از منظر تغییرات تقاضا در ایستگاه‌های شبکه در هر مسیر می‌باشد. همچنین شکل (۲) بیان کننده‌ی تفاوت هزینه‌های کلی شبکه به ازای ایجاد سرویس‌های نیم دور قبل و بعد از اجرا می‌باشد. همان‌طور که دیده می‌شود در تمام سناریوها، پس از اجرای سرویس نیم دور، هزینه‌ی کلی شبکه به طور متوسط ۱۵/۵درصد کاهش یافته است. در تمام سناریوها هزینه‌های واحد مسافر، بهره بردار و تعمیر و نگهداری ناوگان ثابت درنظر گرفته شده و فقط پروفیل تقاضا در ایستگاه‌ها متغیر است. همان‌طور که در جدول (۱) دیده می‌شود در سناریوی ۱ و ۴ به ترتیب کمترین و بیشترین خطوط نیم دور ایجاد شده است. همچنین با توجه به تغییرات تقاضا در ایستگاه ها، در برخی سناریوها اجرای نیم دور بین ترمینال ریلی تا نقطه‌ی نیم دور در بین مسیر دیده می‌شود و در برخی حالات نیم دور بین ترمینال اولیه‌ی شبکه‌ی فیدر و نقطه ای در بین مسیر ایجاد شده است. با توجه به اینکه پروفیل تقاضا در خطوط رفت و برگشت به طور مجزا به برنامه داده شده است، درنتیجه

Archive of SID
www.SID.ir

در شرایط مختلف سناریوها، اجرای نیم دور در مسیر رفت و برگشت می‌تواند بهینگی بیشتری حاصل دهد. متوسط سرفاصله در مسیرهای نیم دور و تمام دور در جدول (۱) نشان می‌دهد که علاوه بر کاهش تعداد ناوگان مورد نیاز پس از اجرای سرویس نیم دور، زمان انتظار مسافران نیز کاهش خواهد یافت. زیرا به طور متوسط سرفاصله‌ی سناریوها از طراحی اولیه کمتر بوده که نشان دهنده‌ی شرایط مناسب تر پس از اجرای نیم دور است. علت کاهش تعداد ناوگان استفاده شده در خطوط نیم دور، کاهش طول مسیر سرویس دهی در برابر تواتر بیشتر می‌باشد.

خطوط شبکه‌ی فیدر به علت اینکه معمولا بین مرکز شهر و نواحی منشعب می‌شوند، دارای پروفیل تقاضای متغیری در طول سرویس هستند. از آنجاکه تعیین سرفاصله‌ی خطوط براساس تقاضای ایستگاه اوج انجام می گیرد، در نتیجه در باقی مسیر به علت تقاضای کمتر با صندلی خالی در ناوگان مواجه هستیم. همچنین با توجه به اینکه در تمام سناریوها مطابق شکل (۲) کاهش هزینه پس از اجرای سرویس نیم دور دیده می‌شود، از این‌رو بهینه است که برنامه‌ریزی و اجرای سرویس‌های نیم دور را در خطوط حمل و نقل همگانی شهرها برنامه‌ریزی کنیم. چرا که به طور قطع در کاهش هزینه‌ها نقش موثری خواهند داشت. از جمله مواردی که در اجرای سرویس‌های نیم دور بایستی در نظر گرفته شود، امکان اجرایی شدن آنها است. چرا که محل مناسب دور زدن ناوگان، عدم تداخل با وسایل نقلیه‌ی دیگر و نیز وجود سرویس‌های موازی در مسیر رفت و برگشت، از پارامترهای اصلی برای اجرا می‌باشند.



شکل ۲: مقایسه نتایج شبکه با سرویس نیم دور و تمام دور قبل وبعد از اجرا

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱: نتایج خطوط نیم دور و پارامترهای طراحی و هزینه‌های شبکه

سناریو		فقط اتوبوس	۱	۲	۳	۴
هزینه زمان انتظار (ریال/مسافر-ساعت)	نیم دور	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰
	تمام دور	۲۱۰۰۰	۲۱۰۰۰	۲۱۰۰۰	۲۱۰۰۰	۲۱۰۰۰
هزینه زمان سواری (ریال/مسافر-ساعت)	نیم دور	۱۵۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱۵۰۰۰
	تمام دور	۱۵۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱۵۰۰۰
هزینه واحد بهره بردار (ریال/مسافر-ساعت)		۲۵۰۰۰	۲۵۰۰۰	۲۵۰۰۰	۲۵۰۰۰	۲۵۰۰۰
هزینه واحد تعمیر و نگهداری (ریال/مسافر-ساعت)		۱۲۰۰۰	۱۲۰۰۰	۱۲۰۰۰	۱۲۰۰۰	۱۲۰۰۰
شماره ترمینال ابتدایی وانتهایی سرویس نیم دور		-	۴۷-۱۱ ۴۶-۳۶ ۴۹-۲۵ ۴۵-۳ ۴۹-۱۷	۲۲-۴۹ ۶-۴۵ ۲۷-۴۸	۱۴-۴۹ ۴۶-۳۱ ۴۵-۴۰ ۲۷-۴۸	۴۹-۱۹ ۴۵-۸
متوسط سرفاصله خطوط تمام دور (دقیقه/وسیله)		۱۵/۵	۱۳/۱	۱۳/۸	۱۳	۱۴/۱
متوسط سرفاصله خطوط نیم دور (دقیقه/وسیله)		-	۴/۵	۵/۷	۶	۴/۹
هزینه کل سیستم (ریال)		۳۸۲۳۴۰	۳۰۵۸۹۰	۳۴۲۵۷۰	۳۲۸۹۴۰	۳۵۰۱۲۰

www.SID.ir

منابع :

افشین شریعت، محمدمهدی طهوری‌نیا، علی غلامی، ارائه مدلی برای ایجاد خطوط نیم راه با توجه به پروفیل تقاضا در خطوط حمل ونقل همگانی، ۱۳۸۹.

Ceder, A. (2007), Public Transit Planning and Operation: Theory, Modeling and Practice. Oxford,UK: Elsevier; Butterworth-Heinemann,

Site, P. D., and F. Filippi., (1998). "Service Optimization For Bus Corridors with Short-turn Strategies and Variable Vehicle Size". Transpn Res A, Vol. 32, No. 1, pp. 19-38.

Tirachini, A., Cortes, E.,Jara-Diaz, S. (2011). "Optimal design and benefits of a short turning strategy for a bus corridor." Transportation, Volume 38, Number 1, pp. 169-189.

Coor, GT. (1997). "Analysis of Short-Turning Strategy on High Frequency transit Lines." Department of Civil and Environmental Engineering Massachusetts Institute of Technology.

Tirachini, A., (2007). "Disaggregate Modeling of Preplanned Short-Turning Strategies in Transit Corridors." Transportation Research Board, 86th Annual Meeting.

Shariat Mohaymany, A., Gholami, A., (2010). "Multimodal Feeder Network Design Problem: Ant Colony Optimization Approach." Journal of transportation Engineering, Vol. 136, No. 4.

Archive of SID

www.SID.ir