



آنالیز حساسیت قیمت و تأثیرات آن در طراحی شبکه حمل و نقل همگانی

محمد مهدی طهوری نیا، کارشناس ارشد مهندسی برنامه ریزی حمل و نقل، سازمان حمل و نقل و ترافیک
شهرداری مشهد¹

زینب لطفعلی زاده، لیسانس ریاضیات، گرایش محض، دانشگاه فردوسی مشهد

¹ tahoorinia@mashadtraffic.ir, 09155147411

چکیده

یکی از مشکلات عمده ی مدیریت واحد شهری بهبود و ساماندهی امور مربوط به جابجایی شهروندان می باشد. که این امر با گسترش روزافزون تقاضا در کلان شهرها روز به روز بیشتر می شود. در این بین تحلیل هزینه های کلی سیستم که شامل استفاده کننده و بهره بردار شبکه می باشد، باعث می گردد روند سیر بهره وری مشخص و بهینه سازی در تمام زیرساختها ایجاد گردد. از چالش های جدی در این زمینه سرویس دهی نامناسب سیستم های حمل و نقل همگانی بواسطه ی عدم بازگشت سرمایه و کاهش کمکهای مالی دولتی می باشد. دراین مقاله یکی از روشهای بهینه سازی مدیریت هزینه در طراحی شبکه ی فیدر حمل و نقل همگانی بر مبنای هوش مصنوعی معرفی می گردد. برای نشان دادن نتایج از یک مثال حقیقی، شبکه ی حمل و نقل همگانی کلان شهر مشهد استفاده شده. نتایج نشان می دهد با بهبود ساختار شبکه ی فیدر حمل و نقل انبوه ریلی، هزینه های کلی وارد بر کاربران و بهره بردار سیستم 15/4% کاهش می یابد.

کلمات کلیدی: مدیریت، حمل و نقل، سیستم ها، شبکه فیدر، بهینه سازی، ACO

در سال های اخیر تمایل بیشتر مدیریت شهری به سوی ایجاد روش های نوین در موضوع کمینه کردن هزینه های مربوط به بهره بردار و کاربر سیستم های حمل و نقل شهری دیده می شود. با توجه به اینکه حمل و نقل همواره از ارکان اصلی بمانند جریان خون کالبد شهری محسوب می شود از اینرو لازم است دقت کافی در بهینه سازی و کاربردی بردن طراحی ها و اجرای سیستم های قابل قبول مدنظر قرار گیرد. یکی از مهمترین زیرسیستم های حمل و نقل، بخش همگانی آن می باشد که مزایا و منافع اجرای درست آن برهیچکس پوشیده نیست. در این مقاله به ارائه مدل بهینه سازی طراحی شبکه ی فیدر حمل و نقل همگانی در شبکه ی حمل و نقل کلان شهرها پرداخته می شود. با توجه به اینکه مدیریت هزینه ها همواره از راههای موفقیت در بهبود سیستم می باشد، لذا در این مقاله یک راهکار مناسب و علمی برای استفاده در این زمینه ارائه می گردد. شبکه های فیدر حمل و نقل همگانی بخشی از شبکه ی کلی حمل و نقل هستند که با مدهایی همچون اتوبوس شهری، تاکسی و جیتنی¹ سرویس دهی می شوند. با توجه به اینکه در شهرهای بزرگ حجم تقاضای استفاده کننده از حمل و نقل همگانی بالا است، از اینرو لازم است از سرویس های انبوه مانند خطوط سریع ریلی (مترو) و سایر مدهای نیمه انبوه مانند اتوبوس تندرو² استفاده کنیم. از آنجا که هزینه های راه اندازی اینگونه سرویس ها بالا می باشد، بهینه نیست آنها را به تمام نقاط شهر توسعه دهیم. از اینرو می توان با مدهای پایین دست و با ظرفیت و هزینه ی عملیاتی کمتر طوری طراحی را انجام دهیم تا هم یکپارچگی شبکه ی حمل و نقل حفظ شود و هم تقاضای مورد نیاز خطوط ریلی فراهم گردد. قابل توجه است که راه اندازی خطوط حمل و نقل انبوه در صورتی بهینه است که تقاضای مورد نیاز آن وجود داشته باشد. از آنجا که معمولا در هیچ کریدور شهری چنین تقاضای بالایی موجود نیست لذا یکی از راههای تامین تقاضای مورد نیاز استفاده از شبکه ی فیدر می باشد. با توجه به پیچیدگی ذاتی مسائل حمل و نقل معمولا روش های ریاضیاتی برای حل اینگونه مسائل ناتوان هستند. از اینرو در این مقاله از یک روش فراابتکاری مناسب، الگوریتم اجتماع مورچگان³ برای حل مسئله استفاده شده است. روش های فراابتکاری از آنجا که از ساختار طبیعی الهام می گیرند از اینرو براحتی می توانند در فضای چندبعدی حل مسئله به جستجوی جواب قابل قبول بپردازند.

¹ - Jitney

² - Bus Rapid Transit (BRT)

³ - Ant Colony Optimization (ACO)

2 - مروری بر ادبیات گذشته

در زمینه مدیریت حمل و نقل شهری تا کنون مطالعات زیادی در متون گذشته انجام شده است. با توجه به گستردگی موضوعات مرتبط با حمل و نقل همگانی در این قسمت به مرور کارهایی پرداخته می شود که فقط به طراحی شبکه ی فیدر معطوف شده اند.

طراحی شبکه ی فیدر برای اولین بار توسط Kuah و Perl در سال 1987 معرفی گردید. آنها در مقاله ی خود به ارائه ی روشی برای طراحی شبکه ی فیدر خط ریلی و تعیین تواتر خطوط پرداخته اند که هدف مقاله کمینه کردن هزینه های مسافر و بهره بردار بوده است. Kuah و Perl در سال (1989) مقاله ی قبلی خود در زمینه ی فیدر را بهبود داده و طراحی کامل شبکه ی فیدر را با استفاده از مدل ریاضیاتی انجام داده اند. متغیر طراحی مسئله تواتر مسیرها بوده است.

مسئله ی مطرح شده توسط Perl و Kuah (1989) توسط دو مقاله ی دیگر و با شیوه ای نوین حل شده است. Kuan و Ong (2006) مقاله ای ارائه کرده اند که در آن طراحی و آنالیز دو روش فراابتکاری GA¹ و ACO برای حل شبکه ی فیدر معرفی می گردد. همچنین Martin و Pato (1998) مسئله ی بیان شده در مورد شبکه ی فیدر را با سه روش ابتکاری Constructive Heuristic، Local Search و Tabu Search حل نموده اند.

طراحی شبکه ی فیدر با استفاده از روش های ابتکاری و فراابتکاری توسط افراد مختلفی انجام شده است.

Shrivastava و Dhingra (2001) مدلی را برای طراحی شبکه ی فیدر در شهر ممبای هندوستان ارائه کرده اند که از خط ریلی حومه ای این شهر بوسیله ی شبکه ی فیدر تقاضا را به مقاصد برساند. مدل ارائه شده از نوع ابتکاری می باشد.

Shrivastava و Dhingra (2006) یکپارچگی زمانبندی بین شبکه ی ریل حومه ای و اتوبوس شهری را مورد مطالعه قرار داده اند. در این تحقیق مسیر فیدر و زمانبندی یکپارچه ی آن برای شبکه ی فیدر همگانی با قطار حومه ای مورد مطالعه قرار گرفته است. یک الگوریتم مسیریابی ابتکاری برای ساخت شبکه مورد استفاده قرار می گیرد. سپس زمانبندی یکپارچه و بهینه برای شبکه ی فیدر ساخته شده انجام می شود در حالیکه زمانبندی خط ریلی از قبل تنظیم شده و ثابت فرض می گردد. حل مسئله با استفاده از الگوریتم ژنتیک انجام می پذیرد.

Shrivastava و O'Mahony (2006) به طراحی شبکه ی فیدر و زمانبندی یکپارچه ی آن با خط ریلی با استفاده از الگوریتم ژنتیک پرداخته اند. آنها مدل خود را برای ایستگاه های خط ریلی تندرو

¹ - Genetic Algorithm



در کشور ایرلند پیاده نموده اند. نتایج بدست آمده نشان دهنده ی بهبود جواب ها نسبت به مقاله ی قبلی همین نویسندگان می باشد.

Shrivastava و O'Mahony (2007) در مقاله ی خود به طراحی شبکه ی فیدر با استفاده از ترکیب الگوریتم ژنتیک و یک روش ابتکاری ثانویه پرداخته اند. در این مقاله الگوریتم ژنتیک ابتدا مسیرهای شبکه ی فیدر را طراحی می کند، سپس یک الگوریتم ابتکاری ویژه عمل می کند تا تقاضای تمام ایستگاه ها پوشش داده شود. هدف اصلی طراحی بهینه ی شبکه ی فیدر برای پاسخگویی به تقاضای موجود با توجه به محدودیت زمان سفر و حداقل کردن زمان تغییر مد بین خط ریلی و خطوط شبکه ی فیدر با توجه به هماهنگ کردن زمانبندی بین دو مد حمل و نقلی می باشد. متغیرهای تصمیم گیری مسئله نیز شامل مسیرها و تواتر اتوبوس ها می باشند.

Verma و Dhingra (2005) مدلی را ارائه کرده اند که مسیریابی بهینه ی شبکه ی فیدر را با خط ریلی مرتبط با آن هماهنگ می کند. مسیرها در دو مرحله ساخته می شوند: مرحله ی اول ساخت مجموعه ای از کوتاهترین مسیرها است (مسیرهای فیدر بالقوه) و در مرحله ی دوم یک جستجو توسط الگوریتم کوتاهترین مسیر¹ برای هر جفت ایستگاه ریلی تا ترمینال و با استفاده از الگوریتم ژنتیک انجام می شود.

Verma و Dhingra (2006) مدلی ارائه کرده اند که زمانبندی بهینه و یکپارچه را برای دو مد ریلی و شبکه ی اتوبوس فیدر فراهم می کند. مدل ارائه شده شامل دو بخش زمانبندی خط ریلی و یکپارچه سازی این زمانبندی می باشد. تابع هدف زمانبندی خط ریلی کمینه کردن مجموع هزینه های اپراتور و مجموع هزینه ی زمان انتظار مسافران می باشد.

طراحی شبکه ی فیدر با استفاده از تابع مطلوبیت نیز توسط Marwah و Parti (2004) بیان شده است. آنها مدل لجیتی ارائه کرده اند تا به تحلیل انتخاب مد بین اتوبوس و خط حمل و نقل همگانی انبوه² برای شهر دهلی نو پردازد. هدف مدل ارائه شده تعیین سهم تقاضای انتقال یافته از اتوبوس به سیستم حمل و نقل همگانی انبوه در اثر ایجاد آن می باشد،

Shariat و Gholami (2010) برای اولین بار مدلی ارائه کرده اند که بوسیله ی آن شبکه ی فیدر را بصورت چند مدی طراحی می نماید. تابع هدف مسئله در جهت کمینه کردن هزینه های مسافر، اپراتور و هزینه های اقتصادی-اجتماعی می باشد. آنها برای حل مسئله از الگوریتم فراابتکاری اجتماع مورچگان استفاده نموده اند. برای مقایسه ی نتایج ابتدا مسئله را برای حالت مبنا که فقط مد اتوبوس شبکه را پوشش دهد، حل نموده و بعد با وارد کردن مد ون نتایج را تحلیل کرده اند. متغیرهای تصمیم گیری شامل مجموعه ی مسیرهای شبکه، تواتر مربوط به هر مسیر و ایستگاه های تحت

¹- K – Shortest Path

²- Mass Rapid Transit Service





پوشش هر مد می باشد. روش حل بدین ترتیب است که ابتدا توسط الگوریتم مورچه مسیریابی برای تمام ایستگاه های شبکه صورت می پذیرد. سپس برای هر مسیر ساخته شده بررسی می گردد که آیا مد اتوبوس سرویس دهی نماید بهتر است یا مد ون. ملاک این سنجش هزینه ی شبکه می باشد که هر کدام هزینه ی کمتری را بدهد، انتخاب می شود.

کارایی مدهای تاکسی-ترانزیت با ظرفیت خودروهای 4 نفر در مقایسه با اتوبوس در شبکه فیدر در مطالعه Gholami و Shariat (2011) بررسی شده است. در این مطالعه شبکه تک مده اتوبوس با شبکه چند مده ای که با خودروی 4 نفره و اتوبوس طراحی شده است مقایسه شده است. در این مقاله تاثیرات ظرفیت، تقاضا، و هزینه های واحد، روی شاخص های عملکردی شبکه فیدر نشان داده شده است.

شریعت و طهوری نیا (1390 الف و ب) در دو مقاله به بررسی کاربرد الگوریتم اجتماع مورچگان در طراحی شبکه ی حمل و نقل همگانی و بررسی اثر تغییرات تقاضا در طراحی شبکه فیدر پرداخته اند. همانطور که دیده می شود اکثر کارهای انجام شده در زمینه طراحی شبکه در جهت ارائه روشهای برتر می باشد حال آنکه کمتر به موضوع مدیریت و اجرایی کردن این روشها پرداخته شده است. در این مقاله با استفاده از یک مثال حقیقی اجرای یک روش نوین در زمینه ی کاهش هزینه های طراحی شبکه حمل و نقل نشان داده خواهد شد.

3 - مدل مسئله

برای طراحی بهینه شبکه فیدر چندمدی از یک مدل شش قسمتی مشابه آنچه در مرجع (شریعت و همکاران 1389) اشاره شده استفاده گشته است، معادله (1). دو ترم اول تابع هدف معرف هزینه های مربوط به کاربر و ترم های سوم تا ششم معادله بترتیب مربوط به هزینه های بهره برداری از سیستم، اجتماع، تعمیر و نگهداری و ثابت سیستم حمل و نقل می باشد.

$$C_k^m = C_{w,k}^m + C_{r,k}^m + C_{o,k}^m + C_{s,k}^m + C_{f,k}^m + C_{m,k}^m \quad (1)$$

که در آن:

C_k^m : هزینه کل شبکه برای مد m و مسیر k ; $C_{w,k}^m$: هزینه زمان انتظار برای مد m و مسیر k ; $C_{r,k}^m$: هزینه زمان سواری برای مد m و مسیر k ; $C_{o,k}^m$: هزینه بهره بردار برای مد m و مسیر k ; $C_{s,k}^m$: هزینه اجتماعی برای مد m و مسیر k ; $C_{f,k}^m$: هزینه ثابت سیستم برای مد m و مسیر k ; $C_{m,k}^m$: هزینه تعمیر و نگهداری برای مد m و مسیر k .

جزئیات بیشتر تابع هدف مسئله در معادله (2) آورده شده است.



$$C_k^m = \sum_{m=1}^M \left(\frac{I_w^m}{2} \sum_{k=1}^{K^m} \frac{P_k^m}{F_k^m} \right) + \sum_{m=1}^M \left(I_r^m \sum_{k=1}^{k^m} \frac{1}{V_{o,k}^m} \sum_{s=1}^{S_k^m} (l_{s,d} \cdot P_s^m) \right) \quad (2)$$

$$+ \sum_{m=1}^M \left(2(I_o^m + I_s^m) \sum_{k=1}^{K^m} F_k^m I_k^m \right) + \sum_{m=1}^M \left(2(I_f^m + I_m^m) \sum_{k=1}^{K^m} \left[\frac{F_k^m I_k^m}{V_{c,k}^m} \right]^+ \right)$$

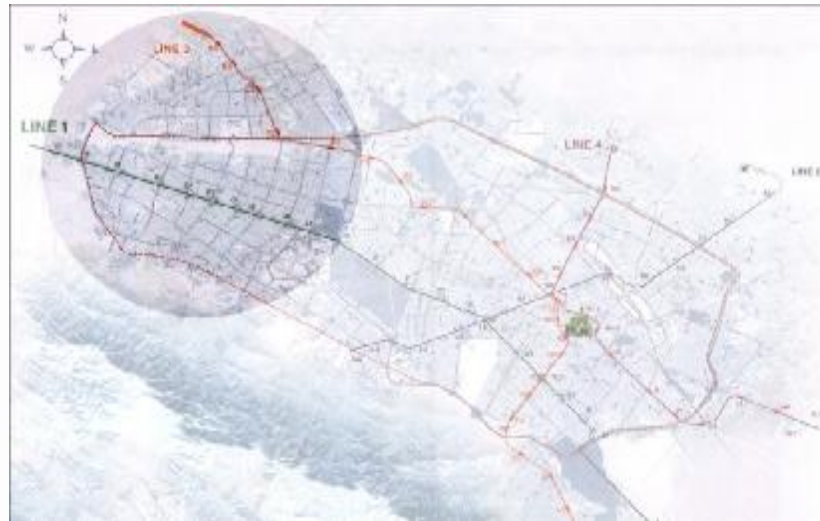
که در آن:

M : تعداد مدهای موجود در شبکه، I_w^m : هزینه ی واحد زمان انتظار برای مد m ، K^m : تعداد مسیرمد m ، P_k^m : تقاضای مسیر k برای مد m ، F_k^m : تواتر مسیر k برای مد m ، I_r^m : هزینه ی واحد زمان سواری برای مد m ، $V_{o,k}^m$: سرعت عملیاتی مد m در مسیر k ، S_k^m : مجموعه ایستگاههای مسیر k و مد m ، $l_{s,d}$: فاصله ی بین ایستگاه S و مقصد d ، P_s^m : تقاضای ایستگاه S برای مد m ، I_o^m : هزینه ی واحد بهره بردار برای مد m ، I_s^m : هزینه ی واحد اجتماعی برای مد m ، l_k^m : طول مسیر k برای مد m ، I_f^m : هزینه ی واحد ثابت سیستم برای مد m ، I_m^m : هزینه ی واحد تعمیر و نگهداری سیستم برای مد m ، $V_{c,k}^m$: سرعت چرخه برای مسیر k و مد m

3-1- اجرای برنامه

همانطور که در بخش قبل مشخص شد، مدل معرفی شده در این مقاله شش بخش دارد که هزینه های مربوط به کاربر، بهره بردار و اجتماع را دربر می گیرد. برای اجرای برنامه و نمایش نتایج از یک مثال حقیقی، شبکه حمل و نقل همگانی شهر مشهد استفاده شده است. شهر مشهد از منظر حمل و نقل و شهرسازی دارای بافتی خطی می باشد و شبکه ی ریلی نیمه انبوه این شهر که خط شماره یک آن بتازگی افتتاح شده از غرب به شرق گسترش یافته و شهر را به دو قسمت شمالی و جنوبی تقسیم می نماید شکل (1). با توجه به اینکه قسمت غربی شهر مشهد کاربریهای متفاوت و متراکمی دارد و نیز نزدیکی به بیلاقات شهری از دیگر ویژگی های آن می باشد، و از آنجا که در این قسمت از شهر ساختار تقاضای سفر بگونه ای است که اکثر سفرهای حمل و نقل همگانی با استفاده از خط ریلی یا اتوبوس شهری که به موازات آن در حرکت است، انجام می شود، بر آن شدیم مدل ارائه شده را برای طراحی شبکه ی فیدر در غرب مشهد پیاده نماییم شکل (1). برای اجرای برنامه الگوریتم مسئله را در محیط نرم افزار متلب¹ کدنویسی کرده و سناریوی اعمالی به برنامه مشابه جدول (1) می باشد. همانطور که در این جدول دیده می شود هزینه های مربوط به پارامترهای مدل در ابتدای برنامه و بصورت ثابت به مدل وارد می گردند. در بخش بعد نتایج حاصل از اجرای مدل و تحلیل های صورت گرفته ارائه می گردد. قابلیت مدل برنامه استفاده از مدهای مختلف در طراحی شبکه می باشد اما در اینجا ما از دو مد متداول شهری، اتوبوس و ون استفاده کرده ایم.

¹ - MATLAB. 010



شکل 1: شبکه حمل و نقل شهر مشهد و ناحیه تحت طراحی

جدول 1: پارامترهای هزینه ای مرتبط با مدل برنامه

Bus(Ca=40, V _o =20)						Van(Ca=10, V _o =20)					
I_w^b (rial/prs-h)	I_r^b (rial/prs-h)	I_o^b (rial/veh-km)	I_s^b (rial/veh-km)	I_f^b (rial/veh-h)	I_m^b (rial/veh-h)	I_w^v (rial/prs-h)	I_r^v (rial/prs-h)	I_o^v (rial/veh-km)	I_s^v (rial/veh-km)	I_f^v (rial/veh-h)	I_m^v (rial/veh-h)
18000	12000	11496	22992	129143	3472	18000	12000	2796	2796	23763	1778

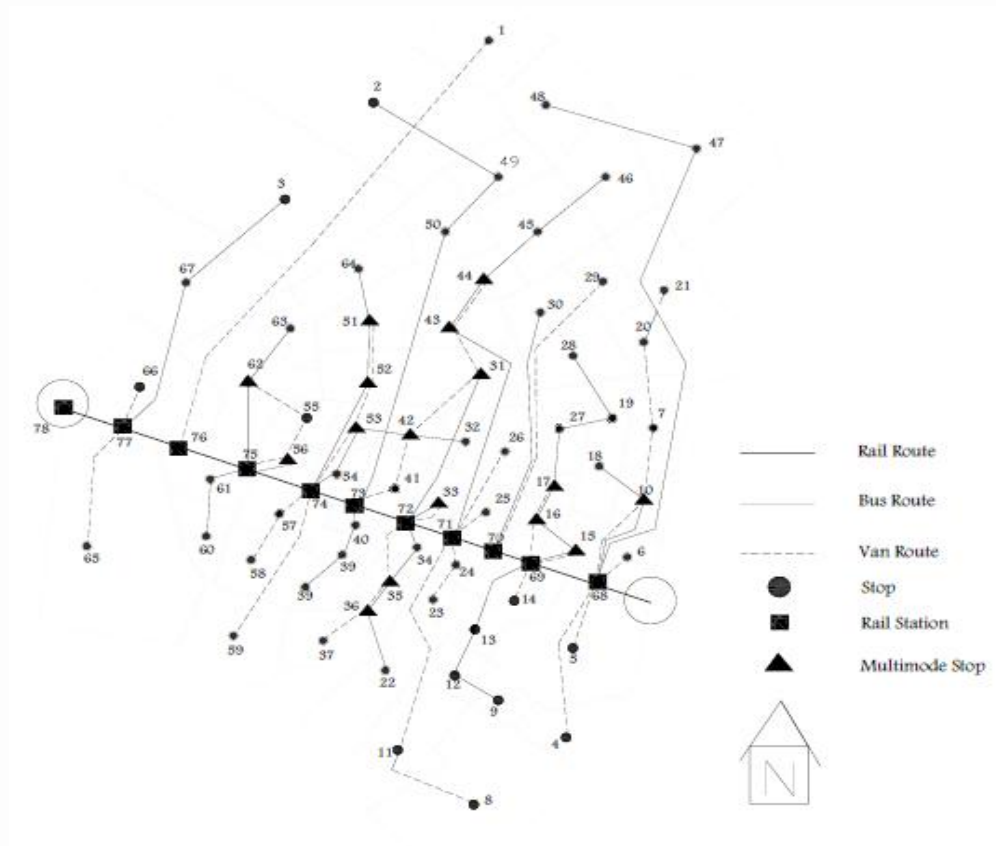
Ca: ظرفیت وسیله نقلیه (مسافر)؛ V_o: سرعت عملیاتی وسیله نقلیه (کیلومتر/ساعت)

4 - تحلیل نتایج و نتیجه گیری

در این مقاله برای درک بهتر شرایط قبل و بعد، ابتدا مدل برنامه را برای حالت طراحی فقط با یک مد اجرا کرده و سپس دو مد را وارد کرده ایم. با توجه به اینکه راهکار ارائه شده در این مقاله یک گام به جلو نسبت به کارهای قبلی در زمینه مدیریت شهری می باشد، از مقایسه ی هزینه ی کلی سناریوها دریافت می شود که طراحی شبکه با روش این مقاله همواره بهینه تر می باشد، بطوریکه مقایسه ی هزینه های دو طراحی نشان دهنده ی متوسط 15/4% کاهش در هزینه ها است. علت این امر انعطاف پذیری بیشتر شبکه با مدل این مقاله و پوش مناسب مدها نسبت به یکدیگر و فضای خالی کمتر درون وسایل نقلیه و نیز هزینه ی زمان انتظار کمتر مسافران در ایستگاه ها می باشد. شبکه ی



طراحی شده با استفاده از مدل برنامه در شکل (2) نشان داده شده است. قابل توجه است که دو عامل اصلی برای انتخاب نوع مد توسط مسافران در ایستگاه های شبکه، زمان درون وسیله و زمان انتظار می باشد، و با توجه به اینکه سرویس های ون و اتوبوس توسط یک اپراتور در شبکه ارائه می گردد در نتیجه روند کاری برنامه به سمت حداکثر کردن سود اپراتور می باشد. از طرف دیگر برنامه برای کاهش هزینه های مسافر طوری برنامه ریزی شده که زمان سفر کلی را حداقل نماید. لذا برای مسافر انتخاب اتوبوس یا ون در ایستگاه های مشترک شبکه تفاوتی نمی کند چون انتخاب هر کدام از آنها زمان سفرهای حداقلی را برای او تامین خواهد کرد. بنابراین در اینجا فرض بر این است که مسافر منتظر در ایستگاه به محض رسیدن اول سرویس از آن استفاده می نماید، چه اتوبوس باشد و چه ون.



شکل 2: شبکه طراحی شده حمل و نقل همگانی برای دو مد اتوبوس و ون



با توجه به ساختار شبکه های حمل و نقل شهرها و توزیع تقاضا و در مناطق شهر، طراحی شبکه ی حمل و نقل همگانی باید بگونه ای صورت گیرد، تا یکپارچگی مدهای مورد نیاز با هم در شبکه حفظ شود. برای رسیدن به این مهم، نیاز به ارائه ی سرویس با مدهایی با ظرفیت های متنوع هستیم تا با توجه به تقاضای منطقه توجیه پذیری اقتصادی داشته باشند. در این مقاله روشی برای طراحی شبکه ی فیدر چندمدی خط حمل و نقل همگانی ریلی ارائه شد، که امکان سرویس دهی مدها بطور مشترک در ایستگاه های شبکه را مقدور می سازد. روش ارائه شده در اینجا یک بهبود نسبت به کارهای قبلی صورت گرفته در این زمینه است که طراحی شبکه ی فیدر چندمدی را با محدودیت سرویس دهی مدها بطور مجزا در ایستگاه های شبکه انجام می داد. با ارائه ی این راهکار، علاوه بر اینکه انعطاف پذیری شبکه بخاطر تنوع سرویس ارائه شده بالا می رود، همچنین از ظرفیت خالی ناوگان سرویس دهنده بخاطر پوش مدها با ظرفیت های کم و زیاد نسبت به هم، کاسته می شود. تابع هدف مسئله در جهت کمینه کردن هزینه های مسافر، بهره بردار و هزینه های اقتصادی-اجتماعی می باشد. تنوع مدهای سرویس دهنده در ایستگاه های شبکه باعث می گردد که هزینه های مسافر و بهره بردار کمتر گردد، زیرا با سرویس دهی چندمد در ایستگاه ها، علاوه بر اینکه با استفاده از ظرفیت متغیر ناوگان می توان از ظرفیت خالی سرویس ها کاست، همچنین کاهش زمان انتظار مسافر بدلیل تواتر بیشتر سرویس ها، کاهش می یابد. در جهت مدیریت شهری همواره باید به این نکته توجه داشت که بهینه کردن هزینه ها از امور بسیار حیاتی می باشد. از اینرو راهکارهای علمی که در جهت مدیریت بهینه ارائه می شوند همواره می توانند راهگشا باشند. در مدیریت واحد شهری بحث حمل و نقل مناسب بطوریکه بتواند نیازهای موجود در جامعه را پاسخگو باشد، در میان است. در این مقاله راهکاری ارائه شد که می تواند در جهت نیل به اهداف از پیش تعیین شده برای طراحی یک شبکه ی یکپارچه با هزینه ی مناسب استفاده شود .

5 - منابع و مراجع

- [1]: Prabhat Shrivastava., Margaret O'Mahony. (2006). "A model for development of optimized feeder routes and coordinated schedules – A genetic algorithms approach." Transport Policy 13- 413-425
- [2]: Carlos Lucio Martins., Margarida Vaz Pato. (1998). "Search strategies for the feeder bus network design problem." European journal of Operation Research 106(1998) 425-440
- [3]: S. N. Kuah., H. L. Ong., K. M. Ng. (2006). "Solving the feeder bus network design problem by genetic algorithms and ant colony optimization." Department of Industrial and Systems Engineering, National University of Singapore. Doi: 10.1016/j.advenjsoft.2005.10.003
- [4]: Ashish Verma., S. L. Dhingra. (2006). "Feeder Bus Routes Generation within Integrated Mass Transit Planning Framework." Journal of transportation engineering, vol131. No-11
- [5]: Prabhat Shrivastava., S. L. Dhingra. (2006). "Operational Integration of Suburban Railway and Public Buses – Case Study Mumbai." Journal of transportation engineering Vol. 132, No. 6. 518-522
- [6]: Ashish Verma., S. L. Dhingra. (2006). "Developing Integrated Schedules for Urban Rail and Feeder Bus Operation." Journal of urban planning and development. Vol 312, No. 3, 138-146
- [7]: Afshin Shariat Mohaymany., Ali Gholami. (2010). "Multimodal Feeder Network Design Problem: Ant Colony Optimization Approach." Journal of transportation engineering. Vol. 136, No. 4, 323-331.
- [8]: Prof B R Marwah., Dr R Parti. (2004). "Modeling for Estimation of Demand to Generate Feeder Bus Routes of Mass Rapid Transit System." Journal of institution of engineering, India, Civil Engineerin Division, Vol. 85, pp. 169-173.
- [9]: Prabhat Shrivastava., Margaret O'Mahony. (2007). "Design of Feeder Route Network Using Combined Genetic Algorithm and Specialized Repair Heuristic." Journal of public transportation, Vol. 10, No. 2.
- [10]: Prabhat Shrivastava., S. L. Dhingra. (2001). "Development of Feeder Routes for Suburban Railway Station Using Heuristic Approach." Journal of transportation engineering, Vol. 127, No. 4, 0334-0341.
- [11]: شریعت مهیمنی، افشین،، طهوری نیا، محمدمهدی. (1390). "معرفی کاربرد الگوریتم اجتماع مورچگان در طراحی شبکه فیدر حمل و نقل همگانی." مجله علمی-پژوهشی راهور (در دست چاپ).
- [12]: شریعت مهیمنی، افشین،، طهوری نیا، محمدمهدی. (1390). "تحلیل تغییرات تقاضا در طراحی شبکه فیدر چندمدی."، مجله علمی-پژوهشی راهور (در دست چاپ).

Cost Management for Designing Feeder Network in the Urban Large Cities

Mohammad Mahdi Tahoorinia
Zeinab Lotfalizadeh
Seyyed Salman Seyyedain

Abstract

With the growing demand in the large cities, Transport and traffic need more than to be felt. One of the major problems of urban management and organization is care to improve the mobility of citizens. One of serious challenges in this area is Lack of appropriate services in public transport systems in cities and large towns. In this paper one of the ways to optimize cost management will be introduced Feeder public transport network design based on artificial intelligence. For illustrations the results is used a real example, Mashhad metropolitan public transport network. The results show improving feeder network structures can be causes the total cost of user and operator reduced about 15.4% totally.

Keywords: *management, transportation, systems, feeder network, optimization, ACO*