فصلنامه علمی مهندسی ترافیک
| JOURNAL OF TRAFFIC ENGINEERING |

مسیریابی تغذیه کننده سیستم حمل و نقل انبوه بر با استفاده از الگوریتم رقابت استعماری

سید شهاب حسنی نسب ، مهران مظفری ، علی پورقاسمی

۱-استادیار گروه راه و ترابری، دانشگاه رازی کرمانشاه

۲-دانشجوی کارشناسی ارشد راه و ترابری، دانشگاه رازی کرمانشاه

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد راه و ترابری، دانشگاه رازی کرمانشاه

چکیده

در شهرهای بزرگ، با توجه به حجم تقاضای بالای حمل و نقل همگانی، استفاده از سرویس های با ظرفیت بالا و متوسط در کریدورهای اصلی ضروری می باشد. یکی از راههای افزایش یکپارچگی سرویس های همگانی و اتصال مناسب مناطق حومه به شبکه ی اصلی، استفاده از سرویس های تغذیه کننده می باشد. در این پژوهش علاوه بر بررسی عوامل موثر بر بهبود سیستم حمل و نقل همگانی انبوه بر، روشی برای اضافه کردن سیستم های تغذیه کننده برای افزایش کارایی سیستم حمل و نقل انبوه بر تعیین خواهد شد. تعیین این روش در جهت کاهش هزینه های استفاده کنندگان و ارائه دهندگان خواهد بود این هزینه ها برای استفاده کنندگان به صورت زمان سفر و برای ارائه دهندگان به صورت مسافت پیموده شده و تعداد مسیرهای ایجاد شده در شبکه می باشد. در پژوهش حاضر از الگوریتم فرا ابتکاری رقابت استعماری جهت طراحی شبکه حمل و نقل همگانی تغذیه کننده استفاده شده است. مسئله برای یک شبکه نمونه حل شده و نتایج به دست آمده با نتایج چند پژوهش مهم مقایسه شده است. علاوه بر سرعت و توانایی بالای روش در حل مسئله، طبق نتایج، شبکه ی طراحی شده توسط پژوهش حاضر، زمان سفر، کل مسافت پیموده شده در شبکه و تعداد مسیرهای کمتری نسبت به شبکه های طراحی شده ی سایر پژوهش ها دارد.

واژگان کلیدی: حمل و نقل همگانی، سیستم تغذیه کننده، الگوریتم رقابت استعمار

-مقدمه

یکی از راه های بهبود سیستم حمل و نقل شهری، تاکید بر مسئله حمل و نقل همگانی است. امروزه با رشد روزافزون تقاضای سفر در شهرها و کلان شهرها، تمایل به استفاده از حمل و نقل همگانی نیز افزایش یافته است. با توجه به هزینه های زیربنایی بسیار بالا، که همواره تهدیدی برای عملکرد بهتر بهره بردار سیستم می باشند، لازم است که بهینه سازی سیستم های حمل و نقل از منظر استفاده کننده و بهره بردار، با هدف کاهش هزینه ها و ارائه عملکرد مطوب تر، به نحو مناسب تری صورت پذیرد. در واقع نمی توان این را انکار کرد که در شروع قرن ۲۱، سیستم حمل و نقل در کشورهای توسعه یافته و ثروتمند مشکلات زیادی دارد. شبکه ی راه ها پراکم های سنگینی را تحمل می کنند، قابلیت دسترسی به مراکز مهم اقتصادی تنزل پیدا کرده و تاثیر منفی زیست محیطی قابل ملاحظه است. از سوی دیگر به نظر می رسد سیستم های حمل و نقل همگانی با توجه به ظرفیتشان نمی توانند با تغییرات تقاضا در حمل و نقل مقابله نمایند. در نتیجه برای فائق آمدن بر مشکلات حمل و نقل شهری باید سیستم های حمل و نقل همگانی را تقویت و یکپارچه نمود. چندین دهه است که در کشورهای مختلف (آلمان، کانادا، انگلیس و . . .) به مسئله هماهنگ سازی حمل و نقل توجه شده است. بدین منظور در شهرهای کشور نیز انواع سیستم های حمل و نقل همگانی باید طوری طراحی و به کار گرفته شوند تا در مناطق مختلف، سیستم حمل و نقل مناسبی فعالیت نماید و همراه با ارتباط و همپوشانی با سیستم های حمل و نقل همگانی مختلف، کل شهر طوری پوشش داده شود تا در کنار این مسئله که از ظرفیت سیستم حمل و نقل همگانی موجود به بهترین شکل استفاده می گردد، مطلوبیت و جذب سفر مسافر نیز توسط مجموعه سیستم حمل و

نقل همگانی حداکثر شود. [۲]
حمل و نقل همگانی در رقابت با حمل و نقل شخصی قرار دارد و انتخاب آن، به میزان مطلوبیت آن در مقایسه با حمل و نقل شخصی بستگی دارد. به منظوراستفاده از حمل و نقل همگانی باید میزان مطلوبیت آن را افزایش داد.
برای این هدف روش های مختلفی وجود دارد که از جمله آن ها می توان به ایجاد محدودیت هایی برای حمل و نقل شخصی، ایجاد خطوط ویژه اتوبوس رانی و اتوبوس تندرو، احداث سیستم حمل و نقل ریلی، طراحی سیستم های تغذیه کننده و نظایر ان اشاره کرد. [۳]. در اکثر موارد ذکر شده جهت افزایش مطلوبیت حمل و نقل همگانی، شبکه حمل و نقل همگانی باید طراحی و یا بهینه شود. یکی از راه های افزایش یکپارچگی سرویس های همگانی و اتصال مناسب مناطق حومه به شبکه اصلی استفاده از سرویس های تغذیه کننده می باشد. در طراحی شبکه حمل و نقل همگانی تغذیه کننده، معمولا یک یا چند طریقه ی فرادست مد نظر قرار می گیرند که شبکه ی مذکور با توجه به شاخص های موجود به آن متصل می شود. طریقه های شبکه تغذیه کننده اتوبوس شهری، ون، تاکسی خطی، و جیتنی می باشند.
با استفاده از شبکه ی تغذیه کننده، می توان مزایای زیر را در شبکه حمل و نقل همگانی ایجاد کرد:
-ایجاد سیستم های حمل و نقل همگانی عملکرد بالا و متوسط در نواحی بیشتری به وجود می آید، زیرا سیستم های تغذیه کننده، جمعیت تحت پوشش را بالا می برند.
-امکان دسترسی مناطق بیشتری به سیستم های حمل و نقل همگانی عملکرد بالا و متوسط به وجود می آید.
-امکان انجام سفرهای بیشتری بدون استفاده از خودروهای شخصی فراهم می شود.
-افزایش سوددهی سیستم به واسطه ی افزایش ضریب استفاده از آن حاصل می گردد.
در این پژوهش روشی برای اضافه کردن سیستم های تغذیه کننده برای افزایش کارایی سیستم حمل و نقل انبوه بر، تعیین خواهد شد. تعیین این روش در جهت کاهش هزینه های استفاده کنندگان و ارائه دهندگان خواهد بود. این هزینه ها برای استفاده کنندگان به صورت زمان سفر و برای ارائه دهندگان به صورت کل مسافت طی شده در شبکه و تعداد مسیرهای ایجاد شده در شبکه می باشد. کاهش در هر یک از این هزینه ها، منجر به کاهش کل هزینه های شبکه خواهد شد.
طراحی شبکه تغذیه کننده و کمکی، اولین بار توسط کواه و پرل در سال ۱۹۸۹ مدل شد. آنها در مقاله خود به ارائه روش ریاضی برای طراحی شبکه تغذیه کننده خط ریلی و تعیین تواتر خطوط پرداختند. هدف مقاله کمینه کردن هزینه های مسافر و بهره بردار بوده است. مدل استفاده شده توسط این پژوهشگران، یک فرمول ریاضی با محدودیت های خطی است که با استفاده از روش های ابتکاری حل شده است. [۴] مارتینز و پارتو در سال ۱۹۹۸ مسئله بیان شده در مورد شبکه تغذیه کننده و کمکی را که کواه و پرل در سال ۱۹۸۹ معرفی کرده اند با سه روش ابتکاری الگوریتم سازنده، جستجوی محلی و جستجوی ممنوعه حل کردند. [۵] شین و همکاران در سال ۲۰۰۱ در زمینه ی شبکه های تغذیه کننده حمل و نقل همگانی، مقایسه ای بین اتوبوس های ثبت نامی و اتوبوس معمولی برای خدمات دهی در یک منطقه با تقاضای احتمالی و ارزش زمانی متغیر(از نظر طول زمان) انجام داده اند. [۶]
شریواستاوا و دهینگرا در سال ۲۰۰۱، خطوط فیدر را با استفاده از یک هیوریستیک تولید خطوط فیدر، طراحی نمودند. [۷] شین و همکاران در سال ۲۰۰۳، از الگوریتم ژنتیک برای بهینه سازی سیستم اتوبوس رانی در یک محدوده با شکل غیرمنظم و شبکه خیابانی شطرنجی استفاده کردند. [۸] ورما و دهینگرا در سال ۲۰۰۶ در مقاله خود مدلی ارائه کرده اند که زمان بندی بهینه و یکپارچه را برای دو شبکه ریلی و تغذیه کننده اتوبوس فراهم می کند. [۹] شریواستاوا و اوماهونی در سال ۲۰۰۷، در مقاله ی خود طراحی شبکه ی تغذیه کننده با استفاده از ترکیب الگوریتم ژنتیک و یک روش ابتکاری ثانویه را مورد بررسی قرار داده اند. [۱۱] در زمینه ی طراحی شبکه ی تغذیه کننده چندطریقه ای، اولین کار توسط شریعت و غلامی در سال ۲۰۱۰ ارائه شده است آن ها مدلی برای طراحی شبکه تغذیه کننده چندطریقه ای ارائه کردند. [۱۲] افندی زاده و همکاران در سال ۱۳۹۰ مدلی جهت طراحی همزمان شبکه حمل و نقل همگانی چند مده(ریلی و اتوبوس) ارائه دادند. [۱۳] طهوری نیا و شریعت در سال ۱۳۹۲، در مقاله ی خود، تغییرات تقاضا و اثرات آن در طراحی شبکه تغذیه کننده چندطریقه ای را بررسی کردند. [۱۴]

۲- روش تحقیق

برای اولین بار کواه و پرل[۴] مسئله شبکه تغذیه کننده را مطرح و حل کردند. آن ها با در نظر گرفتن مزایای شبکه های تغذیه کننده دو الگوی مهم را جهت طراحی یک شبکه ی تغذیه کننده خط ریلی، ارائه دادند:
-الگوی 1-M-to : این الگو در واقع الگویی با چند مبدا و مقصد است. جهت طراحی و توسعه مدل بهینه سازی شبکه بر اساس این الگو فرض می شود هر ایستگاه اتوبوس توسط یک مسیر تغذیه کننده خدمت دهی می شود، هر مسیر اتوبوس رانی فقط یک ایستگاه ریلی را تغذیه می کند، شبکه ی تغذیه کننده، همه ی ایستگاه های اتوبوس رانی را پوشش می دهد.

شبکه تغذیه کننده را می توان به صورت یک شبکه ی درختی در نظر گرفت. این درخت متشکل از یک مقصد به عنوان ریشه است ایستگاه های ریلی به عنوان گره های سطح پایین و ایستگاه های اتوبوس به عنوان گره های سطح بالا می باشند. مسئله ی بهینه سازی شبکه ی تغذیه کننده بر پایه ی طراحی با اجزای مذکور است به گونه ای که هزینه های کاربر و اپراتور، بهینه شود.

-الگوی M-to-M : این الگو از این جهت که مجموعه ایستگاه های ریلی، مجموعه ایستگاه های مقصد را تشکیل می دهند، با الگوی 1-M-to متفاوت است. تحت شرایط الگوی M-M-t0 شبکه بهینه حمل و نقل همگانی تغذیه کننده شامل ایستگاه های اتوبوس است که در بیش از یک مسیر، که هر کدام تقاضا را به مقصدهای مختلف، خدمت دهی می کنند، قرار دارند. از این جهت به نظر می رسد که طراحی شبکه تحت شرایط این الگو بسیار مشکل تر و پیچیده تر از الگوی 1-M-to است. [۴]در پژوهش کواه و پرل، پس از معرفی این دو الگو به عنوان الگوهای پایه طراحی شبکه حمل و نقل همگانی تغذیه کننده، یک مسئله نمونه بر اساس این دو الگو حل شده است. بیشتر پژوهش های انجام گرفته در زمینه ی طراحی شبکه های حمل و نقل همگانی تغذیه کننده، براساس الگوی 1-M-to انجام گرفته اند. در این پژوهش نیز بر اساس مطالعات پیشین و پارامترها و محدودیت های تابع هدف، حل مسئله ی طراحی شبکه بر اساس الگوی 1-M-to انجام شده است. الگوریتم فرا ابتکاری مورد استفاده در این پژوهش الگوریتم رقابت استعماری است[۱۵].

۲-۱- فرمول بندی مسئله

در این پژوهش با فرض ثابت بودن تقاضای سفر، تابع هدف شامل هزینه های استفاده کننده و هزینه های ارائه دهنده است، که با تغییراتی، برگرفته از مدل استفاده شده در پژوهش سیافی و همکاران [۱۶] در سال ۲۰۱۲ است. صورت کلی تابع هدف به صورت رابطه۱ است:

$$Z=(r,f,q_i^*)=z_1(r,f)+z_2(r,f,q_i^*)$$

$$Minimize\ Z$$

$$Z=C_u\left(\sum_{i\epsilon I_i}\sum_{hk,i\epsilon I_{w.i}}tp_{hk.i}\,q_{hk.i}\right)+C_w\left(\sum_{i\epsilon I_i}\sum_{hk.i\epsilon I_{w.i}}tw_{hk.i}\,qw_{hk.i}\right)+C_{km}\left(\sum_{i\epsilon I_i}L_i\,f_i\right)+C_h\left(\sum_{i\epsilon I_i}\sum_{hk,i\epsilon\ w.i}tp_{hk.i}\,f_i\right)$$

$$l_{min}\le l_i\le l_{max}\quad .\ i\epsilon I_i$$

$$h_{min}\le h_i\le h_{max}\ .\ \ i\epsilon I_i$$

$$\frac{q_{hk.i}}{f_i C_v}\le fc_{max}$$

$$N\le R_{max}$$

جدول ۱. پارامترهای مسأله

z : تابع هدف

z_1 : مجموع هزینه های اپراتور
z_2 : مجموع هزینه های کاربر
r : بردار مسیرها
f : بسامد خطوط تغذیه کننده
c_h : هزینه پرسنل
c_{km} : هزینه عملیاتی ناوگان
c_u : ارزش مالی زمان درون وسیله نقلیه
c_w : ارزش مالی زمان انتظار مسافران
c_v : ظرفیت وسیله نقلیه(اتوبوس)

q_t^* : بردار معادل جریان بخشهای شبکه حمل و نقل همگانی

$tp_{hk.i}$:زمان درون وسیله نقلیه بخش HK از خط تغذیه کننده I
I_i و $I_{w.i}$:به ترتیب مجموعه بخشهای خطوط و خطوط شبکه
$q_{hk.i}$: تقاضای بخش HK از خط تغذیه کننده I
$tw_{hk.i}$:زمان انتظار در بخش HK از خط تغذیه کننده I
L_i :طول خط تغذیه کننده I
f_i :بسامد خط تغذیه کننده I
$qw_{hk.i}$:مسافرانی که در بخش HK از خط تغذیه کننده I سوار می شوند.
L_{max} و L_{min}:حداکثر و حداقل طول مسیر تغذیه کننده
h_{max} و h_{min}:حداقل و حداکثر سرفاصله زمانی مسیر تغذیه کننده
fc_{max} :بیشینه ضریب پری

۳-تحلیل و ارزیابی

۳-۱- استفاده از الگوریتم رقابت استعماری جهت حل مسئله

در این بخش، از الگوریتم رقابت استعماری جهت یافتن جواب بهینه طراحی شبکه تغذیه کننده استفاده می شود. یک شبکه با n رأس موجود است به طوری که k رأس از آنها به عنوان ایستگاه های ریلی و n-k رأس به عنوان ایستگاه های اتوبوس تعریف می شوند. ابتدا امپراتوری ها، بر روی ایستگاه های ریلی ایجاد می شوند. مسیرهای شبکه تغذیه کننده به عنوان کشورها و یا مستعمره ها تعریف می شوند.

ابتدا الگوریتم شروع به ایجاد جواب اولیه بر اساس الگوی 1-M-to می کند. جواب اولیه مجموعه مسیرها است به صورتی که هر مسیر، دنباله ای شامل ایستگاه های اتوبوس است.

که به ایستگاه ریلی ختم می شوند. پس از تشکیل جمعیت، وزن کل مسیرهای شبکه تغذیه کننده بر اساس تابع هدف، به عنوان هزینه کل شبکه تغذیه کننده، در نظر گرفته شده، و تعدادی کشور استعمار گر انتخاب می شوند. بقیه کشورها به صورت مستعمره بر اساس روش الگوریتم رقابت استعماری، بین استعمارگران تقسیم می شوند. کشور استعمارگر هر امپراطوری، برای بالا بردن قدرت کل امپراطوری، اقدام به جذب کشورهای مستعمره به سمت خود می نماید. به این ترتیب که در هر مرحله، استعمارگرها، مسیرهای دیگر را در جهت افزایش قدرت امپراطوری خود به صورت جستجو و جذب مسیرهای کم هزینه، به سوی خود می کشانند. به این ترتیب در تکرارهای متوالی، دنباله اعداد کشورهای مستعمره به سمت کشور استعمارگرشان گرایش پیدا کرده و دنباله اعداد نزدیک به آن اعداد را برای یافتن مقدار بهینه تر جستجو می کند. طی تکرارهای متوالی ممکن است یک جواب بهینه محلی به دست آید که به عنوان کشور استعمارگر، تمامی مستعمرات خود را به سمت خود جذب می کند. برای گریز از این اسخ بهینه محلی، از فرآیند انقلاب استفاده می شود. به این ترتیب که هر کشور مستعمره این امکان را دارد تا با یک احتمال مشخص، بدون تبعیت از استعمارگر خود، به یک سمت دلخواه جهش کند. پس از این جهش، کشور مستعمره در فضای جدیدی قرار می گیرد و ممکن است به پاسخ بهتری نسبت به کشور استعمارگر خود تبدیل شود.

پس از پایان یافتن مراحل جذب و انقلاب، مجموع کل قدرت یک امپراطوری، با جمع قدرت استعمارگر و قسمتی از مجموع قدرت کشورهای مستعمره، محاسبه شده و رقابت بین امپراطوری ها برای جذب مستعمره جدید بر اساس الگوریتم رقابت استعماری انجام می گیرد. در این پژوهش جهت یافتن پاسخ بهینه امپراطوری ها حذف نمی شوند بلکه در تکرارهای متوالی باهم رقابت می کنند و این رقابت تا زمانی که هزینه کل شبکه بهینه شود ادامه می یابد.

- ورودی ها و خروجی ها در ارزیابی مسئله

برای تحلیل مسئله از شبکه ای معیار استفاده شده است. این شبکه، اولین بار توسط کواه و پرل[۴] معرفی و مورد استفاده قرار گرفت. علاوه بر کواه و پرل، این شبکه توسط پژوهشگران مختلف، از جمله مارتینز و پاتو [۵]، کوان و اونگ [۱۰]، و بسیاری از پژوهشگران دیگر به عنوان شبکه پایه جهت ارزیابی روش خود مورد استفاده قرار گرفته است. این شبکه شامل ۵۹ گره است که ۵۵ گره آن(۵۵-۱) به طور پیش فرض به عنوان ایستگاه های اتوبوس و ۴ گره دیگر (۵۶-۵۹)، به عنوان ایستگاه ریلی در نظر گرفته شده اند که خطوط شبکه ریلی نیز در آن مشخص شده اند. این شبکه ناحیه ای با مساحت۴. ۰۲ ۳. ۲۲× کیلومتر مربع و تقاضا با تراکم ساعتی ۲۰۰ مسافر در ایستگاه را پوشش می دهند. در بسیاری از پژوهش ها، بسته به نیازهای تابع هدف، پارامترهایی اضافه و فرض می شوند. در این پژوهش از مشخصات موجود و اصلی شبکه پایه استفاده شده است.

جهت برآورد صحیح زمان سفر و مسیریابی صحیح در شبکه، باید گره های شبکه شامل ایستگاه های اتوبوس و ایستگاه های ریلی، با مختصات دقیق در برنامه وارد شود.

جدول۲. مقادیر پارامترهای استفاده شده در شبکه معیار

توضیحات	واحد	مقدار
هزینه عملکردی اتوبوس	$/vehicle-km	۵
هزینه زمان درون وسیله نقلیه	$/passenger-hour	۴
هزینه زمان انتظار	$/passenger-hour	۱۳
حداکثر طول مجاز مسیر تغذیه کننده	km	۴
حداقل طول مجاز مسیر تغذیه کننده	km	بدون محدودیت
سرعت عملکردی اتوبوس	Km/hour	۳۲
متوسط ضریب پری	Passenger/seat	۱
ظرفیت وسیله نقلیه(اتوبوس)	Passenger/vehicle	۵۰
هزینه پرسنل	$/vehicle-h	۱۰. ۲

جدول ۳. مشخصات مسیرهای بهینه ایجاد شده شبکه تغذیه کننده

شماره مسیر	ساختار مسیرها	تقاضای پوشش داده شده (نفر در ساعت)	طول مسیر(کیلومتر)
۱	۱-۹-۱۶-۲۰-۲۵-۵۷	۱۰۰۰	۲. ۲۶
۲	۲-۸-۱۰-۱۵-۲۶-۵۷	۱۰۰۰	۲. ۵۷
۳	۱۴-۲۱-۲۲-۵۸	۶۰۰	۱. ۰۱
۴	۷-۱۱-۱۷-۵۹	۶۰۰	۱. ۳۱
۵	۳-۵-۱۲-۵۹	۶۰۰	۱. ۳۵
۶	۴-۶-۱۳-۵۹	۶۰۰	۱. ۵۳
۷	۴۱-۳۳-۲۸-۱۸-۵۹	۸۰۰	۱. ۷۶
۸	۵۲-۴۵-۴۴-۴۰-۳۲-۲۷-۵۸	۱۲۰۰	۲. ۴۶
۹	۳۱-۵۸	۲۰۰	۰. ۴۳
۱۰	۵۱-۴۹-۴۳-۳۶-۳۵-۵۷	۱۰۰۰	۱. ۹۵
۱۱	۴۶-۳۹-۳۸-۵۶	۶۰۰	۱. ۱۶
۱۲	۵۵-۵۰-۴۸-۴۲-۵۶	۸۰۰	۱. ۷۷
۱۳	۵۴-۵۳-۴۷-۳۷-۳۴-۵۶	۱۰۰۰	۲. ۰۵
۱۴	۲۹-۳۰-۵۷	۴۰۰	۰. ۹۸
۱۵	۱۹-۲۳-۲۴-۵۷	۶۰۰	۱. ۴۳

۳-۳- ارزیابی نتایج

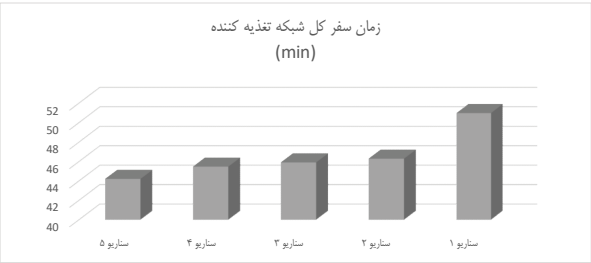
پس از ایجاد شبکه بهینه بر اساس روش مورد نظر و بهینه سازی توسط الگوریتم رقابت استعماری، نتایج به دست آمده در این پژوهش با مهم ترین نتایج به دست آمده در مطالعات پیشین مقایسه خواهد شد. در این بخش نتایج بدست آمده با پژوهش های کواه و پرل [۴]، مارتینز و پاتو[۵]، کوان و اونگ[۱۰] و لیان بو دنگ و همکاران مقایسه شده است.

کـواه و پـرل در پژوهـش خـود بـا اسـتفاده از یـک روش ابتـکاری ریاضـی شـبکه تغذیـه کننـده خـط ریلـی را طراحـی کردنـد. مارتیـن و پاتـو نیـز در پژوهـش خـود، شـبکه تغذیـه کننـده را بـا اسـتفاده از روش هـای ابتـکاری الگوریتـم سـازنده و الگوریتـم جسـتجوی محلـی و روش فـرا ابتـکاری جسـتجوی ممنوعـه، طراحـی کردنـد. کـوان و همـکاران نیـز در مقالـه خـود از روش هـای فـرا ابتـکاری جسـتجوی ممنوعـه و شـبیه سـازی تبریـد اسـتفاده کردنـد. لیـان بـو دنـگ و همـکاران نیـز در پژوهـش خـود از الگوریتـم ژنتیـک اسـتفاده کردنـد و شـبکه ای را بـا الگـوی M-to-M طراحـی کردنـد.

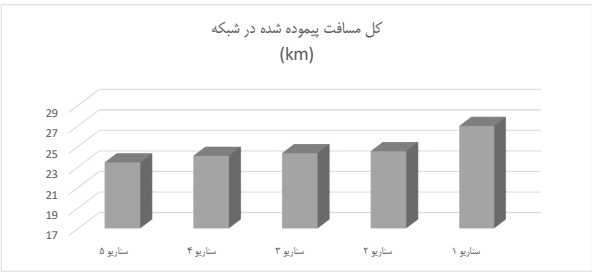
جهـت سـادگی در مقایسـه نتایـج پژوهـش هـای مختلـف، سـناریوهای ۱ تـا ۴ بـه صـورت جـدول ۴ تعریـف مـی شـوند.

نام سناریو	پژوهش مربوطه
یک	کواه و پرل
دو	مارتینز و پاتو
سه	کوان و همکاران
چهار	لیان بو دنگ و همکاران
پنج	روش پیشنهادی این پژوهش

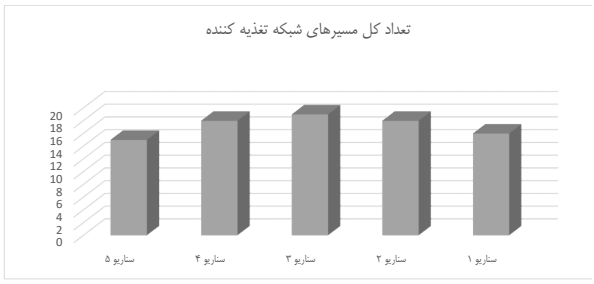
پارامترهـای مـورد مقایسـه شـامل زمـان سـفر، کل مسـافت پیمـوده شـده در شـبکه و تعـداد مسـیرهای ایجـاد شـده در شـبکه تغذیـه کننـده اسـت. کاهـش زمـان سـفر، افزایـش قابـل توجهـی در اسـتفاده کاربـران از سیسـتم حمـل و نقـل همگانـی خواهـد داشـت. کل مسـافت پیمـوده شـده در شـبکه نیـز تاثیـر قابـل ملاحظـه ای بـر هزینـه هـای اپراتـور خواهـد داشـت. تعـداد مسـیرهای حمـل و نقـل همگانـی در شـبکه نیـز عـلاوه بـر اینکـه محاسـبات دیگـر را جهـت بررسـی بسـامد و همچنیـن زمـان بنـدی شـبکه مسـیرها، تحـت تاثیـر قـرار مـی دهـد، در هزینـه هـای ناشـی از تغییـر طریقـه سـفر در کل شـبکه نیـز تاثیـر زیـادی دارد.



نمودار ۱. زمان سفر کل شبکه تغذیه کننده برای سناریوهای مختلف



نمودار ۲. کل مسافت پیموده شده در شبکه



نمودار ۳. تعداد کل مسیرهای شبکه تغذیه کننده

-نتیجه گیری

بـر اسـاس مطالعـات انجـام شـده در ایـن پژوهـش و بـا اسـتفاده از خروجـی هـای برنامـه کامپیوتـری کـه در نـرم افـزار Matlab نوشـته شـده بـرای ایـن پژوهـش، نتایـج زیـر بـه دسـت مـی آیـد: یـک روش جدیـد بـا اسـتفاده از الگوریتـم رقابـت اسـتعماری، جهـت مسـیریابی بهینـه شـبکه حمـل و نقـل همگانـی تغذیـه کننـده سیسـتم هـای انبـوه بـر، معرفـی گردیـد.

شـبکه ایجـاد شـده در سـناریو ۵، نسـبت به سـایر سـناریوها، زمـان سـفر کمتـری دارد. ایـن کاهـش بـه صـورت ۱۳. ۳ درصـد نسـبت بـه سـناریو ۱، ۴. ۵۲ درصـد نسـبت بـه سـناریو ۲، ۳. ۷ درصـد نسـبت بـه سـناریو ۳، و ۲. ۸ درصـد نسـبت بـه سـناریو ۴ مـی باشـد.

شـبکه ایجـاد شـده در سـناریو ۵، نسـبت بـه سـایر پژوهـش هـا مسـافت پیمـوده شـده کمتـری دارد. ایـن کاهـش بـه صـورت تقریبـاً ۳. ۵۵ کیلومتـر نسـبت بـه سـناریو ۱، ۱. ۰۹ کیلومتـر نسـبت بـه سـناریو ۲، ۰. ۹ کیلومتـر نسـبت بـه سـناریو ۳، و ۰. ۶۵ کیلومتـر نسـبت بـه سـناریو ۴ مـی باشـد.

شـبکه ایجـاد شـده در سـناریو ۵، نسـبت بـه سـایر پژوهـش هـا، تعـداد مسـیرهای کمتـری دارد. ایـن کاهـش بـه صـورت ۴ مسـیر نسـبت بـه سـناریو ۳، ۳ مسـیر نسـبت به سـناریو ۲ و ۴، و یـک مسـیر نسـبت بـه سـناریو ۱ مـی باشـد. الگوریتـم رقابـت اسـتعماری بـه عنـوان یکـی از سـریعترین الگوریتـم هـای بهینـه سـازی، سـرعت بالایـی در محاسـبات دارد. از این رو روش ایـن پژوهـش، بـر پایـه الگوریتـم رقابـت اسـتعماری، سـرعت بالایـی در رسـیدن بـه جـواب دارد.

بـا توجـه بـه نتایـج بـه دسـت آمـده، مـی تـوان گفـت الگوریتـم رقابـت اسـتعماری توانایـی بالایـی در بهینـه سـازی

منابع:

[۱]. طهوری نیا، و شریعت مهیمنی، ا. ، کاربرد الگوریتم اجتماع مورچگان در طراحی شبگه تغذیه کننده حمل و نقل همگانی، مطالعات پژوهشی راهور، ۱۳۹۱، سال اول(شماره یک)، صفحه ۸۶-۵۷

[۲]. معرفی سیستم یکپارچه حمل و نقل همگانی، وزارت کشور، معاونت عمرانی، دفتر حمل و نقل و دبیرخانه شورای عالی هماهنگی ترافیک شهرهای کشور، ۱۳۸۶.

[۳]. حسنی نسب، س. ، صفارزاده، م. ، و ممدوحی، ا. ، روشی برای مسیریابی بهینه در حمل و نقل همگانی یکپارچه شبکه اتوبوس و اتوبوس تندرو، فصلنامه مهندسی حمل و نقل، ۱۳۸۹. سال دوم (شماره چهارم).

4. Kuah,G. K. and j. perl,Thefeeder-bus] network-design problem. journal of the Operational Research Society .1989 .p:767-751.

5. Martinez, C. L. and M. V. pato, Search strategies for the feeder bus network Design problem. European Journal of Operational Research,1998 .106 :(2)p .440-425.

6. Chean,S. ,et al, Evaluation of feeder bus -systems with probabilistic time Varying demands and nonadditive time costs. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board,2001 .p:(1760)47 -55.

7. Shrivastav. , p. and S. Dhingra, Development of feeder routes for suburban Railway stations using heuristic approach. Journal of Transportation Engineering .2001.

8. Chien,s. I. -J, F. -M. Tsai, and E. Hou. OPTIMIZATION OF MULTIPLE-ROUTE FEEDER BUS SERVICE: AN APPLICATION OF GIS. In Transportation Research Board 82nd annual Meeting .2003.

9. Verma, A. and S. Dhingra, Developing integrated schedules for urban rail and feeder bus operation. Journal of urban planning and development,2006 .132 :3)p): .138-146.

10. Kuan,S. ,H. Ong, and K. Ng, Applying metaheuristics to feeder bus network design problem. Asia-Pacific Journal of Operational Research, 2004 .21 :(04)p .560-543.

11. Shrivastava, p. and M. o Mahony, A model for development of optimized feeder routes and coordinated schedules. A genetic algorithms approach. Transport policy ,2006 .13 :(5)p .425-413.

12. Mohaymany, A. S. and A. Gholami, Multimodal feeder network design problem: ant colony optimization approach. Journal of Transportation Engineering ,2001 .136 :(4)p .331-323.

[۱۳]. افندیزاده زرگری، ش. ، فرح زاد، ا. ، و کلانتری، ن. ، ارائه مدل طراحی همزمان شبکه حمل و نقل همگانی چند مده(ریلی و اتوبوس) با استفاده از الگوریتم ژنتیک، ششمین کنگره ملی مهندسی عمران، ۱۳۹۰ ، دانشگاه سمنان.

[۱۴]. طهوری نیا، م. ، و شریعت مهیمنی، ا. ، تحلیل تغییرات تقاضا و اثرات آن در طراحی شبکه تغذیه کننده چند طریقه ای، فصلنامه مهندسی حمل و نقل، ۱۳۹۲، سال پنجم(شماره اول).

15. Atashpaz-Gargari, E. and C. Lucas. Imperialist competitive algorithm: an algorithm for optimization inspired by imperialistic competition. In evolutionary computation ,2007 CEC .2007 IEEE Congrees on .2007 IEEE.

16. Ciaffi, f. , E. Cipriani, and M. Petrelli, feeder bus network design problem: a new metaheuristic procedure and real size applications. Procedia-Social and Behavioral Sciences ,2012 .54 :p .807-798.

Abstract

According to the high demand for public transportation system in metropolitan cities, it is necessary to use mass rapid transit services in main corridors. These services have high reliability and can transport high demand volume. One of the ways for increasing integration of public transportation services, and connect suburbs to mass rapid transit network, is using feeder systems. In this research, in addition to investigate the factors affecting the improvement of public transportation systems, a method for designing feeder systems to increase the performance of public transportation systems, will be determined. This method will be in the path of decreasing the user, s and also operator, s costs. These costs for users is in the form of travel time and for operator is in the form of network routes length and total number of network routes. Decreasing in each of these costs, lead to decrease total costs of network. To achieve this goal, network must be optimally designed. Network design problem is a NP-Hard problem and cannot be solved either with usual optimization method or need more long time. Because of this, for solving this problem, Heuristic and metaheuristic methods are used. In this research, Imperialist competitive algorithm, that is one of the new methods in solving optimization problems, is used for solving the feeder bus network design problem and a pattern based on this method is represented. The problem is solved for a benchmark network and results are compared with some important researches. According to results, in addition to high speed and high ability of this method to solve the problem, the network that was designed by this research,s method, has less travel time, total traveled distance in network .and total number of the routes in compare to networks that were designed by other researches

Keywords: public transportation, feeder, imperialist competitive algorithm