

اهداف و دامنه

پژوهشنامه حمل و نقل با هدف ارتقاء سطح علمی پژوهشگران و انتشار آخرین یافته های علمی در زمینه حمل و نقل منتشر می شود.

مهم ترین محورهای موضوعی پژوهشنامه حمل و نقل عبارتند از :

- ایمنی حمل و نقل
- اقتصاد حمل و نقل و توسعه پایدار
- حمل و نقل و جنبه های زیست محیطی
- مهندسی ارزش در حمل و نقل
- مدیریت بحران در حمل و نقل
- سیستم های هوشمند حمل و نقل
- زیرساخت های حمل و نقل (پل، تونل، راه و ...)
- ترافیک
- ماشین آلات و تجهیزات
- برنامه ریزی حمل و نقل
- زیرسازی و روسازی راه و راه آهن
- سایر موضوع های مرتبط با حمل و نقل زمینی، دریایی و هوایی

اعتبار علمی - پژوهشی

اعتبار علمی - پژوهشی پژوهشنامه حمل و نقل طی نامه شماره ۳/۲۹۱۰/۸۱ مورخ ۱۳/۸/۱۳۸۳ وزارت علوم، تحقیقات و فناوری به معاونت پژوهشی پژوهشکده حمل و نقل ابلاغ گردیده است.

روش پوششی برای مسیریابی بهینه قطار سبک شهری (LRT)*

اسماعیل آیتی، دانشیار، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

محمد باقری، مدرس دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تربت جام، ایران

E-mail: esmaeel@ayati.co.uk

چکیده

به علت حجم زیاد سفرها و اهمیت روزافزون ارزش وقت مسافران در سفرهای درون شهری، طراحی سیستم‌های کارآمد برای حمل و نقل درون شهری از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. در این میان نیاز به سیستم‌های جدید و کارآ برای حمل و نقل در شهرهای بزرگ امری قطعی است. یک گزینه کارآمد برای سیستم حمل و نقل عمومی در شهرهای بزرگ، سیستم قطار سبک شهری (LRT)^۱ است. یکی از مباحث مهم مربوط به این گونه سیستم‌ها، مسأله طراحی شبکه و مسیریابی خطوط در این سیستم است. به طور کلی به علت بزرگی ابعاد و پیچیدگی ساختار، یک روش تحلیلی برای حل مسأله مسیریابی خطوط حمل و نقل سریع شهری وجود ندارد. در این تحقیق سعی شده است که به مسأله مسیریابی خطوط حمل و نقل سریع شهری از دیدگاه بهینه‌سازی نگرسته شود و با استفاده از روش پوشش سطح مورد مطالعه، مدل مناسب علمی برای حل بهینه مسأله طراحی شبکه خطوط قطار شهری ارائه شود.

واژه‌های کلیدی: قطار سبک شهری LRT، مسیریابی، پوشش، طراحی شبکه، حمل و نقل، مکان‌یابی

۱. مقدمه

با این وجود، روش‌های تحقیق در عملیات می‌توانند از طریق فراهم آوردن ابزاری برای تولید و ارزیابی گزینه‌ها در مرحله طراحی کمک شایانی باشند. به دلیل این که در نظر گرفتن همه معیارهای مرتبط با مسأله طراحی مسیر، کاری بسیار مشکل است، معمولاً یک روند دو مرحله‌ای به صورت زیر برای طراحی مسیر به کار برده می‌شود [۲]:

- ۱- تولید جواب کارآ با در نظر گرفتن معیارهای اصلی، و
- ۲- انتخاب بهترین مسیر از میان گزینه‌های موجود با توجه به هر دو نوع معیارهای قابل اندازه‌گیری و غیرقابل اندازه‌گیری از طریق ارزیابی گزینه‌ها.

گاهی اوقات هدف از ایجاد سیستم حمل و نقل سریع را جابه‌جایی تعداد زیادی از مسافران به صورت کارآ و مؤثر می‌دانند [۳]. بر این

در طراحی سیستم‌های ترانزیت ریلی، تعیین مسیر و ایستگاه‌های آن مورد توجه است. در این فرایند، شخص تصمیم‌گیرنده با یک تابع چند هدفه، تعداد زیادی محدودیت، معیارهای غیر قابل اندازه‌گیری، هزینه‌های سرمایه‌ای بسیار زیاد و مشکلات فراوان مشابه روبرو است.

هنوز روشی که بتواند به گونه تحلیلی به حل این مسأله بپردازد، وجود ندارد. Gendreau و همکاران [۱]، ضمن بیان این واقعیت که طراحی سیستم حمل و نقل سریع، مسأله‌ای همراه با روند پیچیده تصمیم‌گیری و با قیود و اهداف چندگانه و توأم با عدم اطمینان، عوامل غیرقابل اندازه‌گیری، سرمایه‌گذاری کلان و کاری دراز مدت است، اذعان می‌کنند که روش‌های استاندارد طراحی شبکه برای حل این گونه مسائل پیچیده و با ابعاد بزرگ، ناکافی هستند.

گرفته شود که توانایی تولید تعدادی پاسخ مناسب، نه یک پاسخ، برای ارزیابی نهایی را داشته باشد. در این زمینه روش‌هایی ترجیح داده می‌شود که یک خانواده از پاسخ‌های مناسب را با توجه به معیار اصلی مسأله تولید کند. سپس، این پاسخ‌ها با توجه به سایر معیارها ارزیابی می‌شوند، و در نهایت تصمیم‌گیران می‌توانند جواب مناسب را از بین پاسخ‌های پیشنهاد شده انتخاب کنند [۱۰].

۳. روش حل مسأله

در این مقاله یک روند دو مرحله‌ای مبتنی بر این دیدگاه، برای حل مسأله مسیریابی قطار شهری در پیش گرفته شده است. بدین منظور با استفاده از مدل مسیر - پوششی^۲ در مرحله اول با توجه به معیار انتخابی، کریدورهایی که پتانسیل گذر مسیر LRT را دارد شناسایی می‌شود و سپس در مرحله دوم با استفاده از اطلاعات این کریدوره‌های مجزا، شبکه‌ای شامل چند مسیر برای LRT پیشنهاد می‌شود.

در مرحله اول روش پوشش به منافع تعریف شده بر روی شبکه برای یافتن کریدورها استفاده می‌شود و سپس در مرحله دوم این الگوریتم (الگوریتم تعمیم یافته) برای حالت شبکه (ترکیب مسیره‌های منفرد) به کار گرفته می‌شود، زیرا در این مرحله بایستی بهترین ترکیب شناسایی شود. مبنای کار در هر دو مرحله روش پوشش به منافع تعریف شده در شبکه است.

۴. معیارهای مورد استفاده در این پژوهش

هدف اصلی از ایجاد سیستم حمل و نقل ریلی جابه‌جایی تعداد زیادی از مسافران به صورت کارآ و مؤثر است. به این ترتیب مسیره‌هایی در اولویت قرار می‌گیرند که حجم تقاضای سفر حمل و نقل عمومی در آن‌ها بیش از مقدار معینی باشد. از سوی دیگر سیستم حمل و نقل همگانی باید به گونه‌ای عمل کند که علاوه بر ارضاء تقاضای پیش‌بینی شده آینده، سهم بیشتری از کل سفرها را نیز به خود اختصاص دهد. بنابراین یکی از معیارهایی که می‌تواند در ارزیابی گزینه‌های مختلف ریلی شهری مورد استفاده قرار گیرد را می‌توان به صورت زیر مطرح کرد:

۱- "مسیر ریلی بین دو گروه مشخص (مبدأ - مقصد) موجب افزایش و ارضاء تقاضای استفاده‌کنندگان از حمل و نقل همگانی شود."

۲- از سوی دیگر ساخت مسیر ریلی نیازمند هزینه‌های مالی بسیار

اساس اگر هدف، مکان‌یابی یک مسیر منفرد باشد، این هدف را می‌توان به صورت پیشینه کردن جمعیت پوشش داده شده توسط مسیر بیان کرد.

۲. مروری بر تحقیقات گذشته

یکی از اولین کارهایی که برای حل مسأله مکان‌یابی خطوط سیستم حمل و نقل سریع انجام شد، «یافتن مسیری با کمترین هزینه بین مبدأ - مقصد تحت قیود مختلف» بود [۴]. در کار بعدی Current بعنوان یک کاوش چندمنظوره، مسیری را با حداکثر پوشش و حداقل طول مسیر مورد مطالعه قرار داد [۵]. در سال‌های اخیر سه روش ابتکاری برای مسأله مکان‌یابی یک مسیر از شبکه سیستم حمل و نقل سریع با دیدگاه پوشش به جمعیت، در نظر گرفتن محدودیت فواصل بین ایستگاهی و در نظر گرفتن تقاضای مبدأ - مقصد ارایه شده است. اولین روش توسط Bruno و همکاران ارایه شد که در آن تنها وسیله رقیب با سیستم حمل و نقل همگانی وسیله شخصی بود. مدل ارایه شده در این مطالعه نسبت به دیگر مدل‌ها واقعی‌تر و دارای مبنایی منطبق با رفتار انسانی است [۶]. روش بعدی توسط Dufourd و همکاران ارایه شد که در آن از الگوریتم «جستجوی تابو» استفاده شده است [۷]. سومین روش ابتکاری توسط Bruno و همکاران پیشنهاد شد. در این مطالعه از یک روش دو مرحله‌ای برای مکان‌یابی مسیر ریلی استفاده شد [۸]. همچنین Wirasighe و همکاران توانستند متغیرهای غیروابسته برای یک مسیر هماهنگ حمل و نقل عمومی ریلی و اتوبوس را به صورت بهینه پیدا کنند [۹].

مسأله طراحی شبکه سیستم‌های حمل و نقل ریلی با محدودیت‌ها و اهداف گوناگونی همراه است که بعضی از آن‌ها را نمی‌توان به روشنی بیان و یا حتی اندازه‌گیری کرد. در حال حاضر هیچ روش تحلیلی وجود ندارد که توانایی حل مسأله طراحی شبکه حمل و نقل همگانی سریع را با همه ابعاد آن داشته باشد. همه روش‌های شناخته شده موجود در حقیقت برای مکان‌یابی یک مسیر منفرد از شبکه به کار می‌رود. بنابراین، مسأله اصلی (طراحی شبکه) به مسیریابی هر یک از مسیره‌های منفرد شبکه (زیرشبکه) تبدیل می‌شود. آشکار است پس از حل مسأله مکان‌یابی خطوط شبکه می‌توان کارآیی شبکه نهایی را با روش‌های مربوطه چون تخصیص ترافیک شبکه‌های همگانی - خیابانی ارزیابی کرد [۱۰].

در مکان‌یابی مسیره‌های شبکه حمل و نقل باید روش‌هایی به کار