

برنامه ریزی در سیستم اتوبوسرانی شهری

طراحی شبکه خطوط اتوبوسرانی شهری

اولین گام برنامه‌ریزی سیستم اتوبوسرانی شهری پس از تعیین سیاست‌های کلی، طراحی شبکه خطوط اتوبوسرانی است. این گام مهم دارای دو مرحله اصلی است که در مرحله اول، پایانه‌های شهر مکان‌یابی شده و در مرحله دوم، شبکه خطوط طراحی می‌گردد. طراحی شبکه خطوط اتوبوسرانی معمولاً به منظور پوشش تقاضای سفر انجام می‌شود. بدین مفهوم که خطوط باید به نحوی در سطح شهر گسترش یابند که تقاضای سفر بین کلیه نقاط را تحت پوشش خود قرار داده و افراد بتوانند در کمترین زمان ممکن، سفر خود را با سیستم اتوبوس شهری انجام دهند.

فرآیند طراحی خطوط اتوبوسرانی شامل چهار مرحله است که طراحان و برنامه‌ریزان حمل و نقل شهری بر اساس آن اقدام به طراحی شبکه می‌نمایند.

۱- جمع‌آوری اطلاعات ورودی

۲- تعیین هدف طراحی شبکه

۳- مدل‌سازی

۴- حل مدل

در گام اول، طراح با توجه به مطالعات حمل‌ونقل بالادست، اطلاعاتی را که این مطالعات در اختیار وی قرار می‌دهند (نوع اطلاعات، سطح جزئیات و قابلیت اطمینان) را بررسی می‌نماید. در این گام، طراح در می‌یابد که چه اطلاعات ورودی را برای طراحی شبکه اتوبوسرانی در اختیار دارد و در صورتی که این اطلاعات برای طراحی شبکه - با دقتی که در شهر مورد نیاز است - کافی نباشد، برنامه‌ریزی لازم را برای انجام آماربرداری و کسب اطلاعات مورد نیاز انجام می‌دهد.

در گام دوم، طراح با توجه به سیاستگذاری‌های بالادست که در مرحله طراحی استراتژیک صورت گرفته است و همچنین با توجه به اطلاعات پایه که در اختیار دارد، اقدام به تعیین اهداف طراحی شبکه اتوبوسرانی می‌نماید.

اهداف طراحی شبکه اتوبوسرانی به طور کلی از سه دیدگاه مسئله را مورد توجه قرار می‌دهند: دیدگاه اپراتور یا گردانندگان سیستم، دیدگاه کاربران و دیدگاه اجتماع. گردانندگان سیستم همواره به دنبال حداقل کردن هزینه‌ها و حداکثر کردن سود سیستم می‌باشند که در اکثر موارد، این هدف در تناقض با هدف مسافران یعنی افزایش سرعت و راحتی سفر می‌باشد. اجتماع نیز به دنبال حداکثر کردن سود عمومی حاصل از حمل‌ونقل عمومی است. لذا باید هدف طراحی شبکه از میان اهداف مورد توجه گردانندگان سیستم، مسافران و اجتماع به گونه‌ای انتخاب شود که منافع هر دو طرف تامین گردد.

مهم‌ترین اهدافی که از دیدگاه گردانندگان سیستم مورد توجه می‌باشند، عبارتند از: کاهش هزینه‌های کل سیستم، کاهش حجم ناوگان، افزایش سود سیستم، کاهش مصرف انرژی، کاهش هزینه‌های احداث، کاهش صندلی خالی-ساعت. همچنین مهم‌ترین اهدافی که از دیدگاه کاربران (مسافران) سیستم مورد توجه هستند، عبارتند از: کاهش زمان سفر، کاهش تعداد تغییر خط، افزایش راحتی (وجود صندلی خالی)، افزایش پوشش خدمات، افزایش مستقیم بودن خطوط. اجتماع نیز به دنبال شاخص‌هایی نظیر اختلاف مسیر اتوبوس‌ها با کوتاه‌ترین مسیر می‌باشد.

طراحان شبکه اتوبوسرانی معمولاً برای طراحی شبکه، ترکیبی از این اهداف را مورد استفاده قرار می‌دهند. رابطه ۱ شکل کلی تابع هدف طراحی شبکه اتوبوسرانی را نشان می‌دهد.

رابطه ۱- $f_c = \alpha_0 f_0 + \alpha_1 f_1 + \alpha_2 f_2 + \dots$

در این رابطه f_c تابع هدف ترکیبی است که از ترکیب اهداف f_0 ، f_1 ، f_2 و اهداف دیگر (در صورت وجود) شکل می‌گیرد. اهداف f_0 ، f_1 و f_2 به وسیله ضرایب وزن‌دهی α_0 ، α_1 و α_2 وزن‌دهی شده و با هم جمع می‌گردند. ضرایب وزن‌دهی α_0 ، α_1 و α_2 ضرایبی هستند که اهداف مختلف را که واحدهای مختلفی دارند، به یک واحد که معمولاً هزینه است، تبدیل می‌کنند. دیدگاه دیگری نیز برای در نظر گرفتن اهداف مختلف وجود دارد و آن در نظر گرفتن محدودیت در حل مسئله است. یعنی هدف مسئله بهینه کردن یک شاخص می‌باشد، در عین اینکه شاخص‌های دیگر نباید از حد معینی تجاوز کنند. به عنوان نمونه، حداقل کردن زمان سفر در شبکه به نحوی که حجم ناوگان از یک عدد مشخص بیشتر نشود یا اینکه پوشش تقاضا از یک مقدار مشخص کمتر نگردد.

محدودیت‌ها نیز به نوعی بیان‌کننده اهداف طراحی هستند و در برخی شرایط جابجایی یک شاخص از محدودیت به درون تابع هدف و برعکس امکان‌پذیر می‌باشد.

در توابع هدف ترکیبی مطابق رابطه ۱، تعیین ضرایب وزن‌دهی α بسیار اهمیت دارند. برای به‌دست آوردن این ضرایب باید به طور دقیق ارزش مالی هر هدف مشخص گردد. تعیین ارزش مالی برای اهدافی که ماهیتاً از جنس هزینه هستند، نظیر حجم ناوگان یا مصرف انرژی به سادگی امکان‌پذیر است، اما برای اهدافی که جنبه اجتماعی دارند، نظیر زمان انتظار یا راحتی مردم پیچیده خواهد بود و نیازمند انجام نظرسنجی از افراد خبره می‌باشد.

در گام سوم، فرآیند طراحی شبکه خطوط، مدل ریاضی یا مدل مفهومی مسئله ساخته می‌شود که شکل کلی این مدل به صورت رابطه ۲ خواهد بود.

$$\text{Max / Min } f(x, n)$$

s.t.

$$g_i(x, n) = 0.$$

$$h_i(x, n) \leq 0.$$

رابطه ۲-

در این رابطه، طراح به دنبال حداقل یا حداکثر کردن یک تابع هدف است که در بخش قبل معرفی گردید. این تابع هدف با تغییر کردن متغیرهای x و n تغییر می‌کند. همچنین دو محدودیت g و h بایستی به صورت بیان شده ارضا گردند. در برخی مسائل ممکن است نتوان به سادگی یک مدل ریاضی را ایجاد نمود. در چنین شرایطی معمولاً مدل مسئله به صورت مفهومی و توصیفی ایجاد می‌گردد که طبیعتاً حل چنین مسائلی تمهیدات خاص خود را می‌طلبد.

در گام چهارم، پس از آنکه کلیات مدل به صورت ریاضی یا توصیفی بیان شد، طراح باید مدل ایجاد شده را حل کند که این گام بیشترین انرژی را در طراحی شبکه می‌طلبد.

