دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده صنایع و مرکز سیستم ها

انتخاب پروژه‌های خیابانی جهت تعریض در شبکه‌های شهری

پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی صنایع - صنایع

نسرین شاه‌حیدری

استاد راهنما

دکتر سید نادر شتاب بوشهری

۱۳۹۳

بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده صنایع و مرکز سیستم ها

انتخاب پروژه‌های خیابانی جهت تعریض در شبکه‌های شهری

پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی صنایع- صنایع

نسرین شاه‌حیدری

استاد راهنما

دکتر سید نادر شتاب بوشهری

۱۳۹۳

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده صنایع و مرکز سیستم ها

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی صنایع – صنایع خانم نسرین شاه‌حیدری

تحت عنوان

انتخاب پروژه‌های خیابانی جهت تعریض در شبکه‌های شهری

در تاریخ ۹۳/۱۰/۲۴ توسط کمیته‌ی تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان‌نامه	دکتر سید نادر شتاب بوشهری
۲- استاد داور	دکتر محمد سعید صباغ
۲- استاد داور	دکتر میثم اکبرزاده
سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر مهدی بیجاری

سپاس سپاس نثار ایزد منان؛

که توفیق رارفیق راهم ساخت تا این پایان نامه را به پایان برسانم .

از استاد فاضل و اندیشمند،

جناب آقای دکتر شتاب بوشهری

به عنوان استاد راهنما که همواره نگارنده را مورد لطف و محبت خود قرار داه اند، کمال تشکر را دارم .

کلیه‌ی حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه (رساله) متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگی،

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش وجودشان که در این سردترین روزگاران، بهترین پشتیبان است،

به پاس قلب های بزرگشان که فریادرس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می گراید،

و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند،

این مجموعه را به پدر و مادر عزیزم و همسر مهربانم تقدیم می کنم.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب ..... هشت

چکیده ۱

فصل اول: مقدمه

۱-۱ اهمیت و ضرورت برنامه‌ریزی حمل‌ونقل ۲

۱-۲ اهداف تحقیق و ضرورت انجام کار ۳

۱-۳ روش تحقیق ۴

۱-۴ ساختار ادامه پژوهش ۵

فصل دوم: مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱ مقدمه ۶

۲-۲ مطالعات انجام شده در زمینه طراحی شبکه پیوسته ۸

۲-۳ مطالعات انجام شده در زمینه طراحی شبکه گسسته ۱۰

۲-۴ مطالعات انجام شده در زمینه طراحی شبکه ترکیبی ۱۳

فصل سوم: مدل‌سازی و ارائه روش حل

۳-۱ مقدمه ۱۵

۳-۲ مسئله انتخاب پروژه و مفاهیم آن ۱۵

۳-۲-۱ شناسایی پروژه‌های سرمایه گذاری حمل‌ونقل ۱۵

۳-۲-۲ تعیین اهداف، معیارها و شاخص‌های ارزیابی پروژه‌ها ۱۶

۳-۲-۳ مسئله برنامه‌ریزی دو سطحی ۱۷

۳-۲-۴ تناقض (پارادوکس) بریز ۱۷

۳-۳ معرفی مدل مسئله ۱۷

۳-۳-۱ فرم عمومی‌مسئله انتخاب پروژه ۱۸

۳-۳-۲ مدل پیشنهادی مسئله ۱۹

۳-۴ انتخاب مجموعه خیابان‌های کاندید برای تعریض ۲۱

۳-۴-۱ شاخص شلوغی خیابان ۲۱

۳-۴-۲ شاخص اهمیت خیابان ۲۳

۳-۵ تخصیص ترافیک در شبکه‌های همسایه ۲۶

۳-۵-۱ معرفی الگوریتم فرانک- ولف ۲۷

۳-۵-۲ کاربرد روش فرانک- ولف در حل مسائل تعادل استفاده کننده ۲۸

۳-۶ روش حل مسئله انتخاب پروژه تعریض ۲۹

۳-۶-۱ الگوریتم‌های فراابتکاری ۲۹

۳-۶-۲ الگوریتم بهینه سازی تجمع ذرات ۳۰

۳-۶-۳ معادلات توصیف کننده رفتار ذرات ۳۱

۳-۶-۴ پارامترهای الگوریتم بهینه سازی تجمع ذرات ۳۳
۳-۶-۵ الگوریتم باینری تجمع ذرات ۳۴
۳-۶-۶ الگوریتم تکاملی کوانتوم ۳۵
۳-۶-۷ کوانتوم-گیت ۳۷
۳-۷ تنظیم پارامتر الگوریتم‌ها به روش تاگوچی ۳۸
۳-۸ روند کدکردن مسئله در رایانه ۴۰
۳-۹ جمع بندی ۴۱
فصل چهارم: حل مدل و ارائه نتایج
۴-۱ مقدمه ۴۲
۴-۲ معرفی مدل و شبکه مورد بررسی ۴۳
۴-۳ انتخاب مجموعه خیابان‌های کاندید برای تعریض در شبکه سایکس فالز ۴۴
۴-۴ الگوریتم تخصیص ترافیک پیشنهادی ۴۶
۴-۵ تعیین پارامترهای مدل ارزیابی پروژه‌های تعریض و تولید مسئله ۴۹
۴-۶ حل دقیق مسئله انتخاب پروژه تعریض ۵۰
۴-۷ الگوریتم‌های فراابتکاری پیشنهادی برای حل مدل انتخاب پروژه‌های تعریض ۵۳
۴-۸ تنظیم پارامتر الگوریتم تجمع ذرات به روش تاگوچی ۵۵
۴-۹ نتایج اجرای الگوریتم‌های فراابتکاری ۵۹
۴-۱۰ جمع بندی ۶۱
فصل پنجم: ارائه نتایج و پیشنهادات
۵-۱ مرور مطالب و نتیجه گیری ۶۲
۵-۲ نوآوری‌های پژوهش ۶۳
۵-۳ ارائه پیشنهادات آتی ۶۴
پیوست ها ۶۵
مراجع ۷۱

فهرست نمودار ها

نمودار ۳- ۱-زمان سفر به جریان عبوری در یک خیابان ۲۳
نمودار ۳- ۲-ماتریس کمان- مبدا ۲۵
نمودار ۴- ۱- نمودار مقایسه زمان حل روش معمول فرانک- ولف با روش فرانک- ولف اصلاح شده ٤٨
نمودار ۴- ۲-روند نمایی افزایش زمان حل با افزایش تعداد پروژه ها ۵۱
نمودار ۴- ۳-افزایش جواب‌های امکان پذیر با افزایش سطح بودجه ۵۲
نمودار ۴- ۴- بررسی رابطه بین مقدار بهینه تابع هدف و سطح بودجه ۵۲
نمودار ۴- ۵-نسبت **S/N** برای پارامترها در سطوح مختلف برای مسئله با ۱۰ پروژه پیشنهادی ۵۸
نمودار ۴- ۶- نمودار زمان حل در الگوریتم تجمع ذرات ٦۰
نمودار ۴- ۷- نمودار زمان حل در الگوریتم تکاملی کوانتوم ٦۱

فهرست جدول ها

جدول۲- ۱-مثالی از تصمیمات در مسائل **UTNDP**.....۷
جدول ۳- ۱-رابطه نسبت جریان عبوری به حداکثر ظرفیت و وضعیت ترافیکی ۲۲
جدول ۳- ۲- مقدار زاویه دوران برای به هنگام سازی کوانتوم- بیت ۳۸
جدول ٤- ۱- مجموعه خیابان‌های کاندید برای تعریض در شبکه سایکس فالز ٤٥
جدول ٤- ۲- مقایسه زمان حل الگوریتم فرانک- ولف با روش معمول و روش پیشنهادی..... ٤٨
جدول ٤- ۳- نتایج حل شمارش کامل برای ابعاد مختلف با سطح بودجه ۰/۵..... ٥٠
جدول ٤- ٤- نتایج حل شمارش کامل برای مسئله با ابعاد ۱۰ پروژه در سطوح مختلف بودجه ٥١
جدول ٤- ٥-سطوح پیشنهادی هر عامل در الگوریتم تجمع ذرات..... ٥٦
جدول ٤- ٦-جدول آرایه‌های متعامد استاندارد **L9**..... ٥٧
جدول ٤- ۷-مقادیر تابع هدف به دست آمده مطابق با آزمایش‌های جدول **L9**..... ٥٧
جدول ٤- ۸-سطوح بهینه الگوریتم انبوه ذرات در مسئله با ۱۰ پروژه..... ٥٨
جدول ٤- ۹- نتایج اجرای الگوریتم تجمع ذرات برای مسئله با ۱۰ پروژه پیشنهادی..... ٥٩
جدول ٤- ۱۰-نتایج اجرای الگوریتم تکاملی کوانتوم برای مسئله با ۱۰ پروژه پیشنهادی..... ٦٠
جدول پ-۱- محاسبه شاخص شلوغی برای خیابان‌های شبکه سایکس فالز(مرتب شده به صورت نزولی) ٦٥

فهرست شکل ها

شکل ۳- ۱-کمان بحرانی (**i,j**) در بین مسیرهای مبدا-مقصد (**k,s**) ۲٤
شکل ۳- ۲-نحوه یافتن موقعیت جدید برای ذرات ۳۱
شکل ٤- ۱-شبکه سایکس فالز ٤۳
شکل ٤- ۲- خیابان‌های کاندید برای تعریض ٤٦
شکل ٤- ۳-نحوه نمایش جواب برای اجرای الگوریتم ٥۳
شکل ٤- ٤- روند نمای الگوریتم انبوه ذرات پیشنهادی ٥٥
شکل ٤- ٥-روندنمای الگوریتم تکاملی کوانتوم پیشنهادی ٥٦

چکیده

نقش و اهمیت بخش حمل‌ونقل بر هیچ کس پوشیده نیست و همگان بر این باروند که حمل‌ونقل یکی از مهم ترین ارکان اقتصاد ملی محسوب می‌شود که به دلیل داشتن نقش زیر بنایی، تاثیر فراوانی بر فرایند رشد اقتصادی هر کشوری دارد. یکی از مسائل مطرح در حوزه حمل‌ونقل، انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری حمل‌ونقل می‌باشد. این مسئله برای متولیان حوزه حمل‌ونقل بسیار حائز اهمیت است. زیرا آن‌ها همواره پروژه‌های بالقوه بسیاری را در دست بررسی دارند که به دلیل اهداف و محدودیت‌های مختلف، ارزیابی و انتخاب آن‌ها با پیچیدگی روبرو می‌باشد. به دلیل حساسیت سیستم حمل‌ونقل و تاثیر قابل توجه آن بر زندگی عموم مردم، اقتضا می‌نماید که فرآیند برنامه‌ریزی و انتخاب پروژه در این حوزه با رعایت توجه و دقت کافی به انواع تاثیرات آن انجام پذیرد.

یکی از زیر فصل‌های انتخاب پروژه‌های حمل‌ونقل در ارتباط با پروژه‌های ساخت خیابان‌های جدید و یا تعریض خیابان‌های موجود است. تحقیقات زیادی در زمینه ارزیابی پروژه‌های ساخت و یا تعریض خیابان‌ها در شبکه حمل‌ونقل شهری انجام شده است. در تمامی تحقیقات یاد شده، "ساخت خیابان های جدید" و یا "ساخت خیابان‌های جدید و تعریض خیابان‌های موجود به طور همزمان" مورد توجه قرار گرفته است و تقریبا هیچ کدام از پژوهش‌های انجام گرفته، ارزیابی پروژه‌های تعریض خیابان‌ها در شبکه حمل‌ونقل شهری را به تنهایی در نظر نگرفته اند.

در این پایان نامه، هدف انتخاب مجموعه خیابان‌هایی از شبکه حمل‌ونقل شهری برای تعریض است به گونه ای که ضمن امکان پذیر بودن تعریض این مجموعه خیابان‌ها (مثلاً از دیدگاه بودجه تعریض) زمان سفر در شبکه تا حد امکان بهبود یابد. به همین منظور، ابتدا یک مدل ریاضی جهت انتخاب پروژه در شبکه خیابان‌های شهری در حالتی که تنها تعریض خیابان‌های شبکه مورد نظر باشد، معرفی شده است. سپس یک الگوریتم ابتکاری جهت تعیین مجموعه خیابان‌های کاندید جهت تعریض ارائه گشته است. از آنجا که مسئله انتخاب پروژه در شبکه‌های حمل‌ونقل، از دیدگاه حل از نوع مسائل NP-hard است و یکی از زمان بر ترین قسمت‌ها در حل این مسئله، حل زیر مسئله تخصیص ترافیک است و با توجه به این موضوع که تعریض خیابان‌های موجود در شبکه، پیکره و توپولوژی شبکه مبنا را تغییر نمی دهد، یک الگوریتم ابتکاری برای حل مسئله تخصیص ترافیک در این حالت، پیشنهاد شده است و در آخر از الگوریتم‌های فراابتکاری تجمع ذرات و تکاملی کوانتوم جهت حل مدل انتخاب پروژه تعریض، استفاده گردیده است و نتایج آن‌ها باهم مقایسه گشته و نشان داده شد که الگوریتم تجمع ذرات در مقایسه با الگوریتم تکاملی کوانتوم، در زمان‌های تقریبا برابر، نتایج بهتر و نزدیک به بهینه ارائه می‌دهد.

کلمات کلیدی: انتخاب پروژه در خیابان‌های شهری، الگوریتم تخصیص ترافیک فرانک- ولف، الگوریتم تجمع ذرات، الگوریتم تکاملی کوانتوم

فصل اول
مقدمه

۱-۱ اهمیت و ضرورت برنامه‌ریزی حمل‌ونقل

از دیرباز توسعه اقتصادی در گرو توسعه بازرگانی بوده وتوسعه بازرگانی نیز وابسته به پیشرفت صنعت حمل‌ونقل بوده است. شواهد موجود در داخل کشور وحتی درکشوهای خارجی نشان دهنده این حقیقت است که وجود امکانات حمل‌ونقل کارآ بر بهبود میزان رفاه اجتماعی اهمیتی قابل توجه دارد.

البته توسعه صنعت حمل‌ونقل همیشه با معیارهای اقتصادی اندازه گیری نمی‌شود وچه بسا دراین قلمرو اولویت های استراتژیکی و فرهنگی مطرح بوده است، به طوری که درحال حاضر سرمایه گذاری در صنعت حمل‌ونقل درکشورهای توسعه یافته، درصد قابل توجهی از کل سرمایه گذاری‌ها را تشکیل می‌دهد و این مقدار درکشورهای درحال توسعه باید میزانی مطلوب داشته باشد تا بتوان از سرمایه گذاری درسایر زمینه‌ها بهره مطلوب گرفت.

البته سرمایه‌گذاری در حمل‌ونقل مستلزم سرمایه‌گذاری سنگین است و کشورها برای برطرف کردن موانع و تنگناهای مالی موجود، ناچار به برنامه‌ریزی در این زمینه هستند.

برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، فن نظام‌یافته‌ای از تجزیه و تحلیل عناصر حمل‌ونقل و ترافیک است که هدف آن طراحی نزدیک به بهینه‌ی مجموعه‌ی تسهیلات موجود و روش به کارگیری آن‌هاست. هم‌چنین، هدف دیگر برنامه‌ریزی سیستم‌های حمل‌ونقل، بکارگیری تسهیلات حمل‌ونقل جدید در آینده، به گونه‌ای که با توجه به

تسهیلات حمل‌ونقلی موجود، اهداف در نظر گرفته شده به بهترین وجه ممکن ارضا گردد. این برنامه‌ریزی را می‌توان در سطوح فضایی مختلف انجام داد. برنامه‌ریزی حمل‌ونقل شهری، یک ارزیابی مداوم برنامه‌های حمل‌ونقل برای رسیدن به اهداف و مقاصد یک جامعه شهری است.

۱-۲ اهداف تحقیق و ضرورت انجام کار

یکی از مسائل مطرح در حوزه برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، ارزیابی، اولویت‌بندی و انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری حمل‌ونقل (TIP[1]) می‌باشد. این مسئله برای متولیان حوزه حمل‌ونقل بسیار حائز اهمیت است. زیرا آن‌ها همواره پروژه‌های بالقوه‌ی بسیاری را در دست بررسی دارند که به دلیل اهداف و محدودیت‌های مختلف، ارزیابی، اولویت‌بندی و انتخاب آن‌ها با پیچیدگی روبرو می‌باشد. به دلیل حساسیت سیستم حمل‌ونقل و تاثیر قابل توجه آن بر زندگی عموم مردم، اقتضا می‌نماید که فرآیند انتخاب پروژه در این حوزه با رعایت توجه و دقت کافی به انواع تاثیرات آن انجام پذیرد.

مسئله انتخاب پروژه‌های سرمایه گذاری در شبکه‌های حمل‌ونقل را می‌توان نمونه‌ای از مسائل طراحی شبکه در سطح استراتژیک دانست. از نقطه نظر بهینه‌سازی، یک مسئله‌ی تصمیم‌گیری دو سطحی است که تصمیم‌گیری در سطح بالایی توسط طراحان سیستم(شبکه) و در سطح پایینی توسط کاربران سیستم انجام می‌پذیرد. تصمیم‌گیری طراحان سیستم در خصوص پیکره‌بندی شبکه با هدف بهبود عملکرد سیستم می‌باشد و در مقابل کاربران شبکه مسیرهای سفر خود را در پاسخ به تصمیم اخذ شده در سطح بالایی انتخاب می‌کنند. از آنجا که فرض می‌شود استفاده کنندگان از شبکه، انتخاب‌های خود را با هدف بیشینه کردن مطلوبیت خود از سفر انجام می‌دهند، انتخاب‌های آنان لزوماً هماهنگ با تصمیماتی که برای طراحان سیستم بهینه است، نمی‌باشد.

مسئله‌ی انتخاب پروژه در شبکه حمل‌ونقل شهری به این سوال پاسخ می‌دهد که سیستم در شرایط محدودیت بودجه چگونه گسترش یابد که عملکرد شبکه برای تقاضای آینده بهبود یابد. ارزیابی و انتخاب پروژه‌ها در شبکه، که گاهی با نام طراحی شبکه نیز شناخته می‌شود، به دلیل غیر محدب بودن تابع هدف مسئله برنامه‌ریزی دوسطحی، از نظر حل با مشکل روبرو می‌باشد. تاکنون در زمینه حل مسئله دوسطحی یاد شده، تحقیقات بسیاری انجام شده و الگوریتم‌های فراابتکاری بسیاری برای حل مسئله سطح بالاتر پیشنهاد شده است، که در همه‌ی آنها مسئله سطح پایین‌تر توسط یک الگوریتم تخصیص ترافیک حل می‌شود.

[1] Transportation Investment Projects

یکی از زیر فصل‌های انتخاب پروژه‌های سرمایه گذاری در شبکه‌های حمل‌ونقلی، پروژه‌های ساخت خیابان‌های جدید و یا تعریض خیابان‌های موجود است. همانطور که در فصل بعد توضیح داده می شود، تحقیقات زیادی در زمینه ارزیابی پروژه‌های ساخت و یا تعریض خیابان‌ها در شبکه حمل‌ونقل شهری، انجام شده است. در تمامی تحقیقات یاد شده، "ساخت خیابان‌های جدید" و یا "ساخت خیابان‌های جدید و تعریض خیابان‌های موجود به طور همزمان" مورد توجه قرار گرفته است و تقریبا هیچ کدام از پژوهش‌های انجام گرفته، ارزیابی پروژه‌های تعریض خیابان‌ها در شبکه حمل‌ونقل شهری را به تنهایی در نظر نگرفته‌اند.

از آنجا که مسئله‌ی انتخاب پروژه در شبکه‌های حمل‌ونقل، از دیدگاه حل از نوع مسائل NP-hard است و یکی از زمان‌برترین قسمت‌ها در حل این مسئله، حل زیر مسئله‌ی تخصیص ترافیک است و با توجه به این موضوع که تعریض خیابان‌های موجود در شبکه، پیکره و توپولوژی شبکه مبنا را تغییر نمی دهد، یکی از اهداف این پایان نامه، تغییر در الگوریتم حل مسئله تخصیص ترافیک، به گونه‌ای است که زمان حل مسئله تخصیص ترافیک به میزان قابل توجهی کاهش یابد.

به طور کلی در این پایان نامه اهداف زیر دنبال می‌شود:

۱. معرفی مدل ریاضی جهت انتخاب پروژه در شبکه خیابان‌های شهری در حالتی که تنها تعریض خیابان‌های موجود در شبکه، مورد نظر باشد؛
۲. ارائه الگوریتمی ابتکاری جهت تعیین مجموعه خیابان‌های کاندید تعریض در شبکه؛
۳. بهبود الگوریتم حل مسئله‌ی تخصیص ترافیک در حالت یاد شده‌ی بالا؛
۴. تلاش جهت حل کارای مدل یاد شده در بند ۱ با استفاده از روش‌های فراابتکاری.

۱-۳ روش تحقیق

این پژوهش، یک تحقیق کاربردی- توصیفی قلمداد می‌شود که در آن پس از جمع آوری سوابق موضوع از منابع و مقالات پیرامون انتخاب پروژه در شبکه خیابان‌های شهری و آشنایی با مدل‌ها و روش‌های موجود در این ارتباط، به تعریف شاخص‌هایی جهت انتخاب مجموعه خیابان‌های کاندید جهت تعریض با استفاده از اطلاعات حمل‌ونقلی موجود و مدل‌سازی مسئله‌ی انتخاب پروژه خیابان‌هایی برای تعریض کردن، به صورت یک مسئله برنامه‌ریزی ریاضی پرداخته می‌شود و مدل بدست آمده، با استفاده از روش‌های فراابتکاری حل خواهد گردید.

۱-۴ ساختار ادامه پژوهش

این پژوهش در پنج فصل تنظیم شده است. در ادامه و در فصل دوم مروری بر پژوهش‌های پیشین انجام می‌گیرد و انواع مدل‌های طراحی شبکه خیابان‌های شهری به تفصیل شرح داده می‌شود. در فصل سوم ابتدا مدل ریاضی جهت انتخاب پروژه در شبکه خیابان‌های شهری در حالتی که تنها تعریض خیابان‌ها مورد نظر باشد، معرفی می‌شود. سپس، روشی ابتکاری جهت انتخاب مجموعه خیابان‌های کاندید تعریض ارائه می‌گردد. در ادامه‌ی فصل، روشی ابتکاری جهت بهبود زمان حل الگوریتم مسئله تخصیص ترافیک در شبکه‌های همسایه‌ی شبکه مبنا، پیشنهاد شده و پس از آن روش‌هایی فراابتکاری برای حل مدل مسئله‌ی انتخاب پروژه خیابان‌های تعریض، معرفی می‌شود. در فصل چهارم، روش حل‌های فراابتکاری معرفی شده بر روی شبکه سایکس فالز، مورد استفاده قرار گرفته و نتایج حل ارائه می‌شود. فصل پنجم به جمع‌بندی مطالب و ارائه‌ی پیشنهادات برای مطالعات آتی خواهد پرداخت.

فصل دوم
مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱ مقدمه

مطالعات انجام شده در زمینه تحلیل شبکه‌های حمل‌ونقل و ساخت مدل‌های حمل‌ونقلی و ارایه روش‌های حل سریع برای آن‌ها، طی پنج دهه اخیر به دلایل زیادی از جمله افزایش جمعیت که منجر به افزایش فعالیت‌های انسانی و ایجاد مشکلاتی از قبیل ازدحام، آلودگی هوا و تصادفات شده است، سطح پیچیدگی بالای مسئله، جذابیت تئوری، اهمیت عملی و میان رشته ای بودن آن، روندی رو به افزایش داشته است.

بیشتر فعالیت‌های انجام شده در زمینه‌ی انتخاب پروژه‌های حمل‌ونقل را می‌توان در حیطه‌ی مسائل طراحی شبکه حمل‌ونقل شهری (UTNDP[1]) یافت. فراهانی[2] و همکاران [۱] در سال ۲۰۱۳ مرور جامعی از تعاریف، طبقه بندی‌ها، اهداف، محدودیت‌ها، متغیرهای تصمیم و روش‌های حل این مسائل را معرفی نمودند که هم شامل مسائل طراحی شبکه خیابان‌ها (RNDP[3]) و هم مسائل طراحی شبکه‌ی حمل‌ونقل عمومی(PTNDP[4]) است. آن‌ها در پژوهش خود مسائل طراحی شبکه‌ی حمل‌ونقل شهری را به صورت سه تعریف کلی زیر، طبقه بندی کردند:

[1] Urban Transportation Network Design Problem
[2] Farahani
[3] Road Network Design Problem
[4] Public Transit Network Design Problem

۱. مسائل مربوط به ساخت خیابان‌های جدیدیا افزایش ظرفیت خیابان‌های موجود؛
۲. تعیین مکان‌های بهینه‌ی تسهیلات که به شبکه‌ی حمل‌ونقل اضافه می‌شود ویا تعیین افزایش ظرفیت بهینه‌ی تسهیلات موجود دریک شبکه؛
۳. سلسله فرایندهای تصمیم‌گیری کامل در برنامه‌ریزی حمل‌ونقل که شامل تصمیمات استراتژیک، تاکتیکی و کاربردی می‌شوند. مثال‌هایی از این سه سطح تصمیم‌گیری که در مسائل حمل‌ونقل رایج است، در جدول ۲-۱ دیده می‌شود.

جدول۲- ۱-مثالی از تصمیمات در مسائل UTNDP

تصمیمات کاربردی	تصمیمات تاکتیکی	تصمیمات استراتژیک
- زمان بندی چراغ‌های راهنمایی - تعیین برنامه زمانی ترافیک - زمان‌بندی تعمیرات خیابان‌های شهری	- تعیین جهت خیابان‌های‌یکطرفه - تخصیص مسیرهای اتوبوس ویژه - تعیین تخصیص مسیرها در خیابان‌های دوطرفه - تعیین تکرار خدمات ترافیکی	- ساخت خیابان‌های جدید - طراحی مسیرهای اتوبوس - گسترش خیابان‌های موجود

تاکنون روش‌های زیادی برای پرداختن به مسئله‌ی انتخاب پروژه مورد بررسی قرار گرفته است که می‌توان رویکردهای مورد استفاده جهت حل آن‌ها را با توجه به نوع مدل کردن مسئله و سپس حل آن در سه دسته اصلی طبقه‌بندی نمود که این سه دسته عبارتند از:

۱. تحلیل هزینه-فایده (CBA[1]) : در این رویکرد تلاش می‌شود تا کلیه‌ی معیارهای مورد استفاده اعم از اقتصادی و غیر اقتصادی به‌یک معیار واحد (عموما مقادیر پولی) تبدیل شده و در نهایت پروژه‌ها بر این اساس ارزیابی شوند. علیرغم استفاده گسترده از CBA در ارزیابی پروژه‌های سرمایه گذاری حمل‌ونقل، این روش با محدودیت‌ها و انتقاداتی همراه است. از جمله اینکه تبدیل معیارهای ناملموس نظیر پیامدهای اجتماعی و زیست- محیطی به مقادیر قابل اعتماد پولی کاری بسیار مشکل و بحث برانگیز است. تشریح جزئیات روش CBA برای ارزیابی سرمایه گذاری در پروژه‌های زیربنایی حمل‌ونقل در مرجع [۲] آمده است.
۲. تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM[2]) : تصمیم‌گیری چند معیاره امروزه به عنوان‌یکی از شاخه‌های پر طرفدار علم تصمیم‌گیری به حساب می‌آید.یکی از مهمترین دلایل روآوری گسترده محققین به این حوزه را می‌توان

[1] Cost-Benefit Analysis
[2] Multiple Criteria Decision Making

پیچیده تر شدن مسائل تصمیم‌گیری از یک سو و عدم پاسخگویی مناسب سایر روش‌های تصمیم‌گیری از سوی دیگر دانست. وجود معیارهای متعدد تصمیم‌گیری یکی از مهمترین پیچیدگی‌های مسائل واقعی تصمیم‌گیری است و روش‌های MCDM نیز دقیقا بر اساس این نیاز توسعه یافته اند [۳].

۳. برنامه‌ریزی ریاضی: مسائل برنامه‌ریزی ریاضی را از منظر توابع هدف، می‌توان به دو دسته تک هدفه و چند هدفه تقسیم نمود. از طرفی مسائل چند هدفه با تخصیص وزن‌های مناسبی به مقادیر هدف، قابلیت تبدیل شدن به‌یک مسئله‌ی تک هدفه را دارند.

در پژوهش‌های انجام شده در زمینه طراحی شبکه و انتخاب پروژه در شبکه خیابان‌های شهری، اغلب پژوهشگران، هدف را مجموع زمان سفر در نظر گرفته اند.

از یک دیدگاه، مسئله طراحی خیابان‌های شهری را می‌توان در سه گروه تقسیم‌بندی کرد:

۱. مسئله طراحی شبکه پیوسته(CNDP[۱]) که تنها با متغیرهای تصمیم پیوسته کار می‌کند. مانند افزایش ظرفیت خیابان‌ها، زمان بندی چراغ‌های راهنما، و تعیین عوارض خیابان‌های خاص.
۲. مسئله طراحی شبکه گسسته (DNDP[۲])؛که تنها در ارتباط با متغیرهای تصمیم گسسته است همچون ساخت خیابان‌های جدید، افزودن باند جدید به خیابان‌های موجود،و تعیین جهت خیابان‌های یک طرفه.
۳. مسئله طراحی شبکه ترکیبی (MNDP[۳])؛که ترکیبی از دومسئله بالا را شامل می‌شود.

ادامه‌ی بررسی مطالعات انجام شده در زمینه مسئله طراحی شبکه خیابان‌های شهری، مطابق دسته‌بندی فوق انجام می‌شود.

۲-۲ مطالعات انجام شده در زمینه طراحی شبکه پیوسته

بخش قابل توجهی از مطالعات انجام شده در زمینه طراحی خیابان‌های شهری، برطراحی شبکه‌ی پیوسته تمرکز دارد. یک علت آن ممکن است پیوستگی متغیرهای تصمیم باشد که اجازه استفاده از رویکردهای مدل‌سازی و متدولوژی‌های حل مختلف زیادی را می‌دهد.

[1]Continuous Network Design Problem
[2]Discrete Network Design Problem
[3] Mixed Network Design Problem