

صلى الله عليه وسلم



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)
دانشکده فنی و مهندسی - گروه عمران

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در گرایش مهندسی و برنامه ریزی حمل و نقل

استفاده از بهینه سازی چندهدفی در تخصیص جریان ترافیک

دانشجو:

داود جمور

استاد راهنما:

دکتر امیر عباس رصافی

پاییز ۱۳۸۸

بسمه تعالی



دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)
معاونت آموزشی دانشگاه - مدیریت تحصیلات تکمیلی
(فرم شماره ۲۶)

تعهد نامه اصالت پایان نامه

اینجانب داود جمور دانشجوی رشته عمران - حمل و نقل مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد بدین وسیله اصالت کلیه مطالب موجود در مباحث مطروحه در پایان نامه / تز تحصیلی خود، با عنوان استفاده از بهینه سازی چندهدفی در تخصیص جریان ترافیک را تأیید کرده، اعلام می نمایم که تمامی محتوی آن حاصل مطالعه، پژوهش و تدوین خودم بوده و به هیچ وجه رونویسی از پایان نامه و یا هیچ اثر یا منبع دیگری، اعم از داخلی، خارجی و یا بین المللی، نبوده و تعهد می نمایم در صورت اثبات عدم اصالت آن و یا احراز عدم صحت مفاد و یا لوازم این تعهد نامه در هر مرحله از مراحل منتهی به فارغ التحصیلی و یا پس از آن و یا تحصیل در مقاطع دیگر و یا اشتغال و ... دانشگاه حق دارد ضمن رد پایان نامه نسبت به لغو و ابطال مدرک تحصیلی مربوطه اقدام نماید. مضافاً اینکه کلیه مسئولیت ها و پیامدهای قانونی و یا خسارت وارده از هر حیث متوجه اینجانب می باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو داود جمور

امضاء و تاریخ ۸۸/۷/۳۰

تقدیم به:

فرشتگان آسمان زندگی،

پدر و مادر بزرگوارم،

آنها که زندگی برایشان همه رنج بود،

و وجودشان برایم همه مهر

چکیده

برای تخصیص جریان ترافیک در حال حاضر روش‌های گوناگونی وجود دارد. روش‌های تعادل استفاده کننده و بهینه سازی سیستم از پرکاربردترین این روش‌ها می‌باشند که در نرم افزارهای برنامه ریزی حمل و نقل نیز به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند. دو مسأله مهم در مورد روش‌های تخصیص ترافیک مطرح می‌شود که کارآمدی این روش‌ها را تحت الشعاع قرار می‌دهد. یکی این‌که که در حال حاضر امکان استفاده هم‌زمان از دو روش تخصیص ترافیک امکان پذیر نمی‌باشد و دیگر آن که در روش‌های تخصیص ترافیک تنها یک معیار (معمولاً زمان سفر) به عنوان تابع هدف در نظر گرفته می‌شود و شاخص‌های دیگری که می‌تواند در تخصیص ترافیک تأثیرگذار باشد در مسأله تخصیص وارد نمی‌شود. ارائه راهکاری برای حل این دو مشکل ایده اصلی انجام این پایان نامه می‌باشد.

کار اصلی ما در این تحقیق، تعریف و حل مسائل دو و سه‌هدفی تخصیص جریان ترافیک می‌باشد. برای حل این مسائل، روش وزن‌دهی به عنوان یکی از پرکاربردترین روش‌های حل مسائل بهینه‌سازی چندهدفی، انتخاب گردیده است. مسائل دوهدفی و سه‌هدفی تخصیص ترافیک در شبکه‌های فرضی با استفاده از روش وزن‌دهی و نرم‌افزار NIMBUS حل شده‌اند. مقایسه نتایج روش وزن‌دهی با نرم‌افزار نشان می‌دهد که روابط تحلیلی حاصل از روش وزن‌دهی برای حل مسائل دوهدفی و سه‌هدفی تخصیص، صحیح و قابل کاربرد در انواع شبکه‌ها می‌باشد. همچنین با حل مسأله تخصیص در شبکه بریز بصورت دو هدفی، ملاحظه می‌شود که دیگر تناقضی در شبکه بریز اتفاق نمی‌افتد.

تقدیر و تشکر

با سپاس فراوان به درگاه ایزد منان در اعطای توفیق نگارش این رساله، بدین وسیله نگارنده بر خود لازم می‌داند از همه بزرگوارانی که با راهنمایی و همکاری خود باعث پیشرفت کار شده‌اند صمیمانه تشکر نماید.

جناب آقای دکتر رصافی، استاد راهنمای نویسنده، که در طول نگارش پایان‌نامه کمال همکاری را با نویسنده داشته است و از راهنمایی‌های ارزنده ایشان در طول دوران تحصیل نیز بهره جستیم. اساتید بزرگوار گرایش برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، آقایان دکتر پورمعلم و دکتر امینی، که در طول دوران تحصیل افتخار شاگردی ایشان را داشتیم.

استاد محترم جناب آقای دکتر کی‌منش، داور خارج جلسه دفاع، که با راهنمایی‌های ارزنده خود به بهتر شدن کار کمک نمودند.

در پایان از آقایان مهندس حاجی زمانی و مهندس شریفی که در انجام مراحل از پایان‌نامه نگارنده را یاری نمودند، تشکر می‌نمایم.

داود جمور

پاییز ۱۳۸۸

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه

- ۱-۱-۱- مقدمه ۱
- ۱-۲-۱- تعریف مسأله ۱
- ۱-۳-۱- اهمیت موضوع ۱
- ۱-۴-۱- هدف تحقیق ۲
- ۱-۵-۱- مراحل تحقیق و برنامه مطالعات ۲
- ۱-۶-۱- ساختار پایان نامه ۳

فصل دوم: ادبیات تحقیق

- ۱-۲-۱- مقدمه ۵
- ۱-۲-۲- مقدمه ای بر بهینه سازی چندهدفی ۵
- ۱-۳-۲- تاریخچه بهینه سازی چندهدفی ۷
- ۱-۴-۲- تعاریف و مفاهیم بهینه سازی چندهدفی ۸
- ۱-۴-۲-۱- تعاریف ۹
- ۱-۴-۲-۲- معین و نامعین بودن ماتریس ها ۱۳
- ۱-۴-۲-۳- تحدب ۱۶
- ۱-۵-۲- مروری بر شرایط بهینگی ۱۹
- ۱-۵-۲-۱- بهینه سازی غیرخطی یک بعدی بدون محدودیت ۱۹
- ۱-۵-۲-۲- بهینه سازی غیرخطی چندبعدی بدون محدودیت ۲۰
- ۱-۵-۲-۳- بهینه سازی چندبعدی با محدودیت ۲۱
- ۱-۵-۲-۳-۱- روش لاگرانژین ۲۱
- ۱-۵-۲-۳-۲- شرایط کان-تاکر برای مسائل بهینه سازی با محدودیت های نامساوی ۲۳
- ۱-۵-۲-۳-۳- شرایط کان-تاکر برای مسئله بهینه سازی با محدودیت های مساوی ۲۶
- ۱-۶-۲- تکنیک های حل مسائل بهینه سازی چندهدفی ۲۸
- ۱-۶-۲-۱- روش وزن دهی ۲۹
- ۱-۶-۲-۱-۱- تعریف ریاضی روش ۳۰

۳۲.....	۲-۱-۶-۲- وزن صفر و تابع هدف منفی.....
۳۶.....	۲-۱-۶-۳- مزایا و معایب روش وزن دهی.....
۳۷.....	۲-۶-۲- روش حدی.....
۳۸.....	۲-۲-۱- تعریف ریاضی روش.....
۳۹.....	۲-۲-۲- الگوریتم حل مسائل چندهدفی به روش حدی.....
۴۴.....	۲-۶-۳- روش لکسیکوگرافیک.....
۴۶.....	۲-۶-۴- روش سلسله مراتبی.....
۵۰.....	۲-۶-۵- روش برنامه ریزی آرمانی.....
۵۴.....	۲-۷- مقایسه روش های حل مسائل بهینه سازی چندهدفی.....
۵۵.....	۲-۸- تخصیص جریان ترافیک.....
۵۷.....	۲-۹- نتیجه گیری.....

فصل سوم: روش تحقیق

۵۹.....	۳-۱- مقدمه.....
۵۹.....	۳-۲- روش های تخصیص جریان ترافیک.....
۶۰.....	۳-۲-۱- تخصیص همه یا هیچ.....
۶۱.....	۳-۲-۲- روش تخصیص جزئی.....
۶۲.....	۳-۲-۳- روش محدودیت ظرفیت.....
۶۲.....	۳-۲-۴- روش تعادل استفاده کننده.....
۶۴.....	۳-۲-۵- تعادل استفاده کننده تصادفی.....
۶۵.....	۳-۲-۶- روش بهینه سازی سیستم.....
۶۶.....	۳-۳- استفاده از بهینه سازی چندهدفی در تخصیص جریان ترافیک.....
۶۷.....	۳-۳-۱- روش مناسب برای حل مسائل چندهدفی تخصیص ترافیک.....
۶۸.....	۳-۳-۲- حل مسائل چندهدفی تخصیص ترافیک با استفاده از روش وزن دهی.....
۶۹.....	۳-۳-۱- حل مسأله دوهدفی تخصیص ترافیک با روش وزن دهی.....
۷۱.....	۳-۳-۲- حل مسأله سه هدفی تخصیص ترافیک با روش وزن دهی.....
۷۶.....	۳-۴- نتیجه گیری.....

فصل چهارم: یافته‌های تحقیق

۷۸.....	۱-۴- مقدمه
۷۸.....	۲-۴- بررسی مسأله دوهدفی تخصیص جریان ترافیک در شبکه بریز
۷۸.....	۱-۲-۴- مفهوم تناقض بریز
۸۱.....	۲-۲-۴- بررسی تناقض بریز برای مسأله بهینه سازی سیستم
۸۲.....	۳-۲-۴- حل مسأله دوهدفی تخصیص در شبکه بریز با استفاده از روش وزن دهی
۸۸.....	۴-۲-۴- حل مسأله دوهدفی تخصیص در شبکه بریز با نرم افزار NIMBUS
۸۸.....	۱-۴-۲-۴- معرفی نرم افزار NIMBUS
۸۹.....	۲-۴-۲-۴- تعریف و حل مسأله در نرم افزار NIMBUS
۹۴.....	۳-۴-۲-۴- تحلیل نتایج نرم افزار و ترسیم جبهه کارایی
۱۰۲.....	۳-۴- بررسی مسأله سه هدفی تخصیص جریان ترافیک در یک شبکه فرضی
۱۰۲.....	۱-۳-۴- حل مسأله سه هدفی تخصیص در شبکه فرضی با روش وزن دهی
۱۰۶.....	۲-۳-۴- حل مسأله سه هدفی تخصیص در شبکه فرضی با نرم افزار NIMBUS
۱۰۸.....	۴-۴- مقایسه نتایج روش وزن دهی و نرم افزار NIMBUS
۱۰۸.....	۵-۴- نتیجه گیری
فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادها	
۱۱۰.....	۱-۵- مقدمه
۱۱۰.....	۲-۵- نتایج
۱۱۱.....	۳-۵- پیشنهادها
۱۱۲.....	۴-۵- جمع بندی
۱۱۳.....	منابع و مآخذ

فهرست جداول

- جدول (۱-۲): مقادیر اهداف برای نقاط موثر و غیر موثر در یک مسأله دوهدفی ماکزیمم سازی..... ۱۱
- جدول (۲-۲): رابطه بین یک تابع و ماتریس هیشین آن..... ۱۷
- جدول (۳-۲): جواب های موثر مثال چند هدفی به روش وزن دهی..... ۳۱
- جدول (۴-۲): جواب های بهینه برنامه ریزی تک هدفی برای وزن های مختلف..... ۳۴
- جدول (۵-۲): نقاط گوشه و مشخصات آنها در مثال روش وزن دهی..... ۳۵
- جدول (۶-۲): جواب های موثر مربوط به وزن های مختلف..... ۳۶
- جدول (۷-۲): جدول تغییرات توابع هدف در روش حدی..... ۴۰
- جدول (۸-۲): جواب های موثر و مقادیر توابع هدف برای مقادیر مختلف L_2 ۴۳
- جدول (۹-۲): جواب های موثر مثال روش سلسله مراتبی به ازای مقادیر مختلف ϵ ۴۹
- جدول (۱۰-۲): مقادیر و حدود قیود در مسأله برنامه ریزی آرمانی..... ۵۳
- جدول (۱-۴): خلاصه نتایج حل مسأله دوهدفی تخصیص در شبکه بریز با استفاده از روش وزن دهی..... ۸۶
- جدول (۲-۴): خلاصه نتایج حل مسأله دوهدفی تخصیص در شبکه بریز با استفاده از نرم افزار NIMBUS..... ۹۷
- جدول (۳-۴): خلاصه نتایج حل مسأله سه هدفی تخصیص ترافیک در شبکه فرضی با روش وزن دهی..... ۱۰۵

فهرست اشکال

- شکل (۱-۲): نمایش فضای متغیرها و فضای توابع هدف در یک مسأله چندهدفی کمینه سازی ۱۱
- شکل (۲-۲): نمایش جواب های موثر (غیرمسلط) در یک مسأله مینیمم سازی دوهدفی ۱۲
- شکل (۳-۲): جواب های موثر و فضای امکان پذیر در یک مسأله مینیمم سازی دوهدفی ۱۲
- شکل (۴-۲): نمایش مجموعه نقاط موثر در فضای متغیرها (قطعه BC) برای مثال روش وزن دهی ۳۲
- شکل (۵-۲): نمایش منطقه قابل قبول OABCD برای مثال روش وزن دهی ۳۵
- شکل (۶-۲): نمایش جبهه کارایی مقعر برای مسأله کمینه سازی دوهدفی ۳۷
- شکل (۷-۲): نمایش فضای امکان پذیر با و بدون وجود محدودیت های مربوط به توابع هدف ۳۹
- شکل (۸-۲): نمایش جبهه کارایی برای مثال روش حدی ۴۴
- شکل (۹-۲): نمایش جبهه کارایی برای مثال روش سلسله مراتبی ۴۹
- شکل (۱۰-۲): نمایش ترسیمی مثال چندهدفی به روش برنامه ریزی آرمانی ۵۴
- شکل (۱-۴): نمودار جبهه کارایی برای مسأله دوهدفی تخصیص در شبکه بریز با روش وزن دهی ۸۷
- شکل (۲-۴): اولین مرحله از تعریف مسأله در نرم افزار NIMBUS ۹۱
- شکل (۳-۴): تعریف توابع هدف و محدودیت ها در نرم افزار NIMBUS ۹۲
- شکل (۴-۴): کلاس بندی توابع هدف در نرم افزار NIMBUS به منظور تولید جواب های جدید ۹۳
- شکل (۵-۴): نتایج تحلیل در نرم افزار پس از کلاس بندی توابع هدف ۹۳
- شکل (۶-۴): جواب اولیه و جواب های جدید در خروجی عددی نرم افزار ۹۵
- شکل (۷-۴): جواب های جدید در خروجی عددی نرم افزار ۹۶
- شکل (۸-۴): جبهه کارایی مسأله دوهدفی تخصیص در شبکه بریز پس از حل در نرم افزار NIMBUS ۹۸
- شکل (۹-۴): مقایسه جواب های موثر مسأله بریز در نرم افزار NIMBUS ۹۹
- شکل (۱۰-۴): نمودارهای میله ای مربوط به جواب های موثر مسأله بریز به ترتیب توابع هدف ۱۰۰
- شکل (۱۱-۴): نمودارهای میله ای مربوط به جواب های موثر مسأله بریز به ترتیب گزینه ها ۱۰۱
- شکل (۱۲-۴): مقایسه نموداری جواب های موثر مسأله سه هدفی تخصیص ۱۰۷
- شکل (۱۳-۴): مقایسه سه بعدی جواب های موثر مسأله سه هدفی تخصیص ۱۰۷

١

مقدمه

۱-۱- مقدمه

تخصیص جریان ترافیک چهارمین و آخرین مرحله از فرآیند برنامه‌ریزی حمل‌ونقل می‌باشد که بعد از مراحل تولید، توزیع و تفکیک سفر قرار دارد و در آن تصمیم‌گیری افراد در انتخاب مسیر سفر مدل‌سازی می‌شود. تخمین حجم ترافیک در کمان‌های شبکه، محاسبه کل مسافت پیموده شده توسط وسایل نقلیه، زمان سفر کل سیستم و تخمین مسیر استفاده شده بین هر زوج مبدأ-مقصد از جمله اهداف تخصیص جریان ترافیک در شبکه می‌باشد، که از سال‌ها پیش مورد بررسی و مطالعه محققین زیادی قرار گرفته است. در این پایان‌نامه قصد داریم روشی دقیق‌تر و پیشرفته‌تر برای تخصیص جریان ترافیک در شبکه‌های حمل‌ونقلی ارائه نمائیم.

۱-۲- تعریف مسأله

تخصیص سفر، تصمیم‌گیری افراد در انتخاب مسیر سفر (پیش بینی جریان ترافیک) می‌باشد. تعادل استفاده‌کننده و بهینه‌سازی سیستم از پرکاربردترین روش‌های تخصیص جریان ترافیک می‌باشند که در نرم‌افزارهای برنامه‌ریزی حمل‌ونقل به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما در این روش‌ها برای تخصیص ترافیک تنها شاخص زمان سفر در نظر گرفته می‌شود. آنچه که در اینجا اهمیت پیدا می‌کند، امکان بکارگیری هم‌زمان این دو روش و نیز در نظر گرفتن سایر شاخص‌های عملکردی شبکه در تخصیص جریان ترافیک می‌باشد که در ادامه به این مهم پرداخته خواهد شد.

۱-۳- اهمیت موضوع

با توجه به رشد بی‌رویه وسایل نقلیه موتوری و کمبود ظرفیت شبکه معابر در اکثر شهرهای بزرگ، نیاز به روش‌های دقیق‌تر، کارآمدتر و واقعی‌تر در فرآیند برنامه‌ریزی حمل‌ونقل و به ویژه در تخصیص جریان ترافیک بیش از پیش احساس می‌شود. روش‌های گوناگونی برای تخصیص جریان ترافیک از گذشته تاکنون مورد استفاده قرار گرفته است. تعداد زیادی از روش‌های قدیمی دارای ویژگی‌های نامطلوبی بودند و نیاز به جایگزینی آنها در کارهای بعدی احساس می‌شد. برخلاف روش‌های تعادلی، تعدادی از روش‌های تخصیص این حقیقت که زمان سفر در کمان‌ها وابسته به حجم کمان است را در نظر نمی‌گیرند. هرچند که روش‌های تعادلی بر دیگر روش‌های تخصیص ترافیک ترجیح داده می‌شوند ولی نکته مهم بکارگیری هم‌زمان روش‌های تعادلی و وارد نمودن شاخصی علاوه بر زمان سفر در تخصیص ترافیک می‌باشد. در این

تحقیق برآنیم که مفاهیم بهینه‌سازی چندهدفی را که به طور گسترده در علوم مختلف مورد استفاده قرار گرفته است، در تخصیص ترافیک وارد نموده و روشی جدید برای تخصیص جریان ترافیک بر پایه بهینه‌سازی چندهدفی ارائه نماییم.

۱-۴- هدف تحقیق

هدف اصلی این پایان‌نامه، ارائه روشی برای تخصیص جریان ترافیک با استفاده از بهینه‌سازی چندهدفی می‌باشد. از جمله مزایای این روش می‌توان به واقعی‌تر بودن آن و اهمیت دادن به نظرات تصمیم‌گیرنده در فرآیند تخصیص اشاره نمود.

در روش‌های تعادل استفاده‌کننده و بهینه‌سازی سیستم که به عنوان دو روش پرکاربرد در تخصیص جریان ترافیک شناخته می‌شوند، تخصیص ترافیک در شبکه، معادل حل یک مسأله بهینه‌سازی یک هدفی است، که در آن یک تابع هدف تحت چند محدودیت بهینه می‌گردد. برای اینکه در تخصیص جریان ترافیک مفاهیم تعادل استفاده‌کننده و بهینه‌سازی سیستم به‌طور هم‌زمان در نظر گرفته شود، باید یک مسأله بهینه‌سازی دوهدفی حل گردد. در این مسأله بهینه‌سازی، توابع هدف همان توابع تعادل استفاده‌کننده و بهینه‌سازی سیستم و محدودیت‌ها نیز همان محدودیت‌های مربوط به مسائل یک هدفی استفاده‌کننده و سیستم می‌باشد. همچنین در صورتی که بخواهیم علاوه بر زمان سفر شاخص‌های دیگری نظیر مسافت سفر و آلودگی هوا را نیز در تخصیص جریان ترافیک در نظر بگیریم باید یک مسأله بهینه‌سازی سه هدفی را حل نماییم. به این ترتیب با وارد نمودن مفاهیم بهینه‌سازی چندهدفی در تخصیص جریان ترافیک روشی کارا برای تخصیص بدست می‌آوریم.

۱-۵- مراحل تحقیق و برنامه مطالعات

با توجه به ماهیت این پایان‌نامه، روش کلی تحقیق بر روابط تحلیلی و نتایج حاصل از نرم‌افزار استوار است. جزئیات کار در این تحقیق به شرح زیر می‌باشد:

- بررسی مسأله و جمع‌آوری اطلاعات
- مطالعه و تحقیق در مورد مفاهیم بهینه‌سازی چندهدفی
- بررسی الگوریتم‌ها و روش‌های حل مسائل بهینه‌سازی چندهدفی
- تعریف مسائل چندهدفی تخصیص جریان ترافیک

- یافتن الگوریتم مناسب برای حل مسائل چندهدفی تخصیص
- کاربرد الگوریتم حل بهینه‌سازی چندهدفی در تخصیص جریان ترافیک
- کنترل نتایج و روابط حاصل از تحلیل تئوری
- انجام عملیات تخصیص ترافیک در شبکه‌های فرضی با نتایج بدست آمده از الگوریتم چندهدفی
- انجام عملیات تخصیص ترافیک در شبکه‌های فرضی با نرم‌افزار چندهدفی NIMBUS
- مقایسه نتایج تحلیل تئوری و نتایج نرم‌افزار NIMBUS
- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

۱-۶- ساختار پایان نامه

پایان‌نامه حاضر علاوه بر چکیده مطالب که در ابتدا آمده است، مشتمل بر پنج فصل می‌باشد. فصل اول، یعنی فصل حاضر ضمن تعریف موضوع، به بیان هدف و اهمیت تحقیق می‌پردازد. همچنین روند کلی انجام فعالیت‌ها و معرفی ساختار پایان‌نامه در این فصل آمده است.

در فصل دوم پس از بیان مقدمه و تاریخچه‌ای از بهینه‌سازی چندهدفی، مفاهیم و تعاریف مربوط به بهینه‌سازی چندهدفی ارائه می‌شود. سپس روش‌ها و تکنیک‌های حل مسائل بهینه‌سازی چندهدفی مورد بررسی قرار می‌گیرد و در پایان مقایسه‌ای بین روش‌های حل مسائل چندهدفی صورت می‌گیرد. در فصل سوم، روش‌های تخصیص جریان ترافیک و مزایا و معایب هر یک مورد بررسی قرار گرفته است. علاوه بر این، تعریف مسائل دو هدفی و سه هدفی تخصیص جریان ترافیک و حل آنها با روش وزن‌دهی در این فصل به طور کامل توضیح داده شده است.

در فصل چهارم، مفهوم تناقض بریز، بررسی تناقض بریز برای مسأله بهینه‌سازی سیستم و حل مسأله دوهدفی تخصیص ترافیک در شبکه بریز با روش وزن‌دهی و نرم‌افزار NIMBUS به تفصیل مورد بحث قرار گرفته است. همچنین معرفی نرم‌افزار NIMBUS، روند حل مسأله دوهدفی تخصیص در نرم‌افزار، حل مسأله سه هدفی تخصیص در یک شبکه فرضی با روش وزن‌دهی و نرم‌افزار NIMBUS و مقایسه نتایج روش وزن‌دهی و نرم‌افزار در این فصل گنجانده شده است.

در فصل پنجم، مهم‌ترین نتایج حاصل از این پایان‌نامه ارائه می‌گردد. همچنین با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق و تحقیقات دیگر، پیشنهادهایی برای ادامه مطالعات ارائه می‌شود که بتواند راهگشای تعیین موضوعات تحقیق در آینده باشد.

۲

ادبیات تحقیق

۲-۱- مقدمه

در شبکه‌های حمل‌ونقلی استفاده کنندگان در نظر دارند به نحوی از امکانات عرضه شده استفاده نمایند که هزینه‌های آنها یا کل سیستم حداقل گردد. هم‌زمان با افزایش استفاده از شبکه حمل و نقلی موجود، هزینه‌های استفاده از این امکانات نیز افزایش می‌یابد. جریانی از جابجایی متقاضیان استفاده از سیستم حمل‌ونقل که با توجه به دو عامل مذکور حاصل می‌شود، جریان تعادلی تخصیص ترافیک نامیده می‌شود.

با استفاده از تخصیص ترافیک می‌توان به یک برآورد قابل قبول از حجم ترافیک در معابر و میزان استفاده از شبکه‌های حمل‌ونقلی دست یافت. بدیهی است که بررسی نتایج حاصل از تخصیص منجر به ارزیابی سیستم‌های حمل‌ونقلی موجود می‌گردد، به علاوه با استفاده از یک مدل مناسب تخصیص ترافیک، امکان اثرسنجی اعمال هرگونه تغییر در سیستم‌های حمل‌ونقلی و همچنین کاربری زمین وجود خواهد داشت و بر این اساس می‌توان سناریوهای مختلف اعمال تغییر را بررسی نموده و عملکرد شبکه پس از اعمال این تغییرات را بصورت کمی مورد ارزیابی قرار داد.

برای تخصیص ترافیک در حال حاضر روش‌های گوناگونی از قبیل روش همه یا هیچ، محدودیت ظرفیت، تخصیص جزئی، تعادل استفاده کننده و بهینه‌سازی سیستم وجود دارد. نکته مهم در مورد این روش‌های تخصیص ترافیک این است که برای تخصیص جریان ترافیک در شبکه تنها یکی از این روش‌ها می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد و امکان بکارگیری دو روش به‌طور هم‌زمان وجود ندارد. هم‌چنین در این روش‌ها تنها یک معیار برای تخصیص در نظر گرفته می‌شود. بنابراین کمبود روش مناسبی که بتواند امکان بکارگیری هم‌زمان روش‌های تعادلی یا معیارهای مختلف را در تخصیص ترافیک فراهم نماید، احساس می‌شود. برای آنکه بتوان به چنین روشی دست یافت باید از مفاهیم و تکنیک‌های حل مسائل بهینه‌سازی چندهدفی بهره جست. لذا فصل حاضر به ادبیات تحقیق می‌پردازد. در این فصل پس از بیان مقدمه و تاریخچه‌ای از بهینه‌سازی چندهدفی، مفاهیم و تعاریف مربوط به بهینه‌سازی چندهدفی ارائه می‌شود. سپس روش‌ها و تکنیک‌های حل مسائل بهینه‌سازی چندهدفی مورد بررسی قرار می‌گیرد و در پایان مقایسه‌ای بین روش‌های حل مسائل چندهدفی صورت می‌گیرد.

۲-۲- مروری بر بهینه‌سازی چندهدفی

انسان در زندگی روزمره خود تصمیمات بسیاری می‌گیرد، این تصمیمات از مسائل شخصی و فردی تا مسائل بزرگ و کلان را شامل می‌شود. در اکثر مسائل تصمیم‌سازی عموماً اهداف و عوامل متعددی مطرح است و فرد تصمیم‌ساز سعی می‌کند بین چند گزینه موجود، بهترین گزینه را انتخاب کند.

در سال ۱۹۷۲ در اولین کنفرانس تصمیم‌گیری چندمعیاری^۱ در دانشگاه کارولینای جنوبی مشخص گردید که مسائل تصمیم‌گیری دنیای واقعی که معمولاً شامل چند هدف متضاد و غیرقابل قیاس می‌باشند، به‌طور هم‌زمان در نظر گرفته می‌شود. این اشتباه و عدم دقت در تصمیم‌گیری مستلزم پرداخت هزینه خطا می‌باشد و هرچه قدرت و اختیارات مدیریت بیشتر باشد هزینه تصمیم غلط نیز بالاتر خواهد بود. برای پیشگیری از خطا در تصمیم‌گیری و پرداخت هزینه‌های گزاف آن، نیاز به تکنیک‌های قوی در این زمینه می‌باشد. از این‌رو تکنیک‌های برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری چندهدفی در چند دهه اخیر بسیار مورد توجه محافل علمی و کاربردی بوده است. [۲۰]

برای عملی ساختن اهداف لازم است یک تخمین از اهمیت اهداف تجزیه‌ناپذیر به وسیله وزن‌های متناظر آنها داشته باشیم. کاربرد بهینه‌سازی چندهدفی به عنوان یک استراتژی در فرآیند طراحی، جایگزین مناسبی برای تصمیم‌گیری در طی مراحل منفرد می‌باشد. این موضوع کاربردهای متنوعی در مدیریت دارد. از جمله این کاربردها می‌توان به اولویت‌بندی پروژه‌های عمرانی، مدیریت شهری (تعیین بهینه محل خدمات اعم از آتش نشانی، خدمات شهری و تأسیسات عمومی)، حمل‌ونقل، زمان‌بندی پالایش نفت، طراحی تولید، بودجه‌بندی، مدیریت جنگل‌ها و ... اشاره نمود.

فرآیند تصمیم‌سازی چند معیاره با دو مشکل اساسی زیر روبروست.

۱- فقدان استاندارد برای اندازه‌گیری معیارهای کیفی

۲- فقدان واحد برای تبدیل معیارها (اعم از کیفی و کمی) به یکدیگر

با توجه به مشکلات مربوط به فرآیند تصمیم‌سازی چندمعیاره، می‌توان گفت که این فرآیند ساده نبوده و به علت عدم وجود استاندارد از سرعت و دقت کافی برخوردار نیست و به‌مقدار زیادی به فرد تصمیم‌گیرنده وابسته است. برای رفع این مشکل و یا حداقل کردن آثار جانبی آن، روش‌های تصمیم‌سازی چند معیاره طراحی شده‌اند که هرکدام از اصول و قوانین خاصی پیروی نموده و دارای مزایا و معایبی می‌باشند که در قسمت‌های بعدی این تحقیق به برخی از این روش‌ها و خصوصیات آنها اشاره می‌شود. [۲۰]

^۱Multiple Criteria Decision Making (MCDM)

۲-۳- تاریخچه بهینه سازی چندهدفی

پایه و اساس مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره توسط پارتو^۱ و در اواخر قرن نوزدهم میلادی (۱۸۹۶) بنا گردید و در طی سال‌های بعد همچنان توسعه یافت. این مدل‌ها بخصوص در سه دهه اخیر از رشد روز افزونی برخوردار بوده است. با توجه به اینکه هدف از بهینه‌سازی چند معیاره، عموماً انتخاب تصمیم‌های مناسب از میان یک سری گزینه با در نظر گرفتن چندین معیار و یا توابع هدف می‌باشد، بنابراین تعجب آور نیست که مبنای این روش‌ها در تئوری‌های اقتصادی قرار داشته باشد. [۱۹]

مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره را می‌توان از نظر تعداد گزینه‌ها به دو دسته مدل‌های گسسته و مدل‌های پیوسته تقسیم کرد. اگر مجموعه جواب‌های قابل قبول، قابل شمارش باشد، مسئله چند معیاره را گسسته می‌نامیم.^۲ مانند انتخاب یک تکنولوژی مناسب از بین چند تکنولوژی موجود و یا انتخاب یک منزل مناسب از بین چند منزل. در اینجا قابل ذکر است که برخی از مولفین مانند هوانگ و یون (۱۹۸۱)^۳ و زیمرمن (۱۹۹۶)^۴ این نوع مسائل را به اختصار MADM^۵ نام‌گذاری کرده‌اند. [۲۰]

اگر مجموعه جواب‌های قابل قبول، غیرقابل شمارش باشد در این صورت مسأله چند معیاره را پیوسته می‌نامیم. مانند تعیین عمر بهینه یک قطعه برای تعویض، به طوری که هزینه کاهش یافته و قابلیت اطمینان بیشتر گردد. همچنین تعیین مقدار خرید از یک یا چند فروشنده در صورت وجود محدودیت ظرفیت، بودجه و کیفیت. هوانگ و مسعود (۱۹۷۹)^۶ و همچنین زیمرمن این نوع مسائل را (با برخی استثنائات مانند برنامه‌ریزی عدد صحیح)^۷ MODM نامیده‌اند. [۱۹]

افراد مختلف روی دسته‌بندی روش‌های حل مسائل چند معیاره بحث کرده‌اند. گروهی تکنیک‌ها را بر اساس تعداد گزینه (حالت‌های گسسته و پیوسته) دسته‌بندی کرده و برخی بر اساس نوع اطلاعات ارائه شده از طرف تصمیم‌گیرنده روش‌ها را تقسیم‌بندی نموده‌اند. گروهی نیز مدل‌ها را بر اساس تعداد تصمیم‌گیرنده گروه‌بندی کرده‌اند.

^۱Pareto^۲Korhonen et.al (1992)^۳Hwang and Yoon (1981)^۴Zimmerman (1996)^۵Multiple Attribute Decision Making (MADM)^۶Hwang and Masud (1979)^۷Multiple Objective Decision Making (MODM)

همان‌گونه که گفته شد مدل‌های چند معیاره به دو دسته کلی مدل‌های گسسته و پیوسته تقسیم می‌شوند. زیمرمن^۱ معتقد است که با اندکی اغماض می‌توان بیان داشت که مدل‌های گسسته همان مدل‌های چندشاخصه^۲ و مدل‌های پیوسته همان مدل‌های چندهدفی^۳ می‌باشند. کورهنن و همکاران (۱۹۹۲)^۴ اظهار می‌دارند که مدل‌های گسسته مدلهایی هستند که در آنها گزینه‌ها بطور صریح^۵ تعریف شده‌اند، در حالی که در مدل‌های پیوسته، گزینه‌ها بطور تلویحی^۶ بیان شده‌اند.

به طور کلی مدل‌های چندهدفی به منظور طراحی بکار گرفته می‌شوند در حالی که مدل‌های چند شاخصه به منظور انتخاب گزینه برتر استفاده می‌گردند. [۱۷]

در این تحقیق تمرکز اصلی روی مدل‌های چندهدفی (پیوسته) می‌باشد. با توجه به مطالعات بسیار زیادی که در زمینه بهینه‌سازی چندهدفی صورت گرفته است، می‌توان به اهمیت این موضوع پی برد. از جمله محققینی که در زمینه بهینه‌سازی چندهدفی در دو دهه اخیر مطالعاتی را انجام داده‌اند، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود. [۳]

کومار، سینک و تواری (۱۹۹۱)، سوبل (۱۹۹۲)، اولسن (۱۹۹۳)، فریرا و ماچادو (۱۹۹۶)، تامیز و جونز (۱۹۹۶)، اوکوبو و تانیواکی (۱۹۹۸)، فو (۲۰۰۰)، فو و همکاران (۲۰۰۰)، جوهانسون و دیوکر (۲۰۰۱) و فو و دیوکر (۲۰۰۳).^۷

۲-۴- تعاریف و مفاهیم بهینه‌سازی چندهدفی

در بهینه‌سازی چندهدفی بدلیل تضاد و امکان سنجش‌ناپذیری توابع هدف، یافتن یک جواب منحصر بفرد که تمام توابع هدف را بطور هم‌زمان بهینه کند، غیر ممکن است. در حقیقت جواب یک مسأله

^۱Zimmerman (1996)

^۲Multiple Attribute Decision Making

^۳Multiple Objective Decision Making

^۴Korhonen et.al.(1992)

^۵Explicitly defined alternatives

^۶Implicitly defined alternatives

^۷Kumar, Singh, and Tewari, 1991; Sobol, 1992; Olson, 1993; Ferreira and Machado, 1996; Tamiz and Jones, 1996; Ohkubo and Taniwaki, 1998; Fu, 2000; Fu et al., 2000; Johnson and Diwekar, 2001; Fu and Diwekar, 2003.