



بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از رساله دکتری

آقای مهرداد کارگری رساله ۲۴ واحدی خود را با عنوان بهینه یابی سبد سرویس در مسئله مسیریابی چند سطحی - چند محصولی - چند قرار گاهی وسیله نقلیه در تاریخ ۱۳۹۰/۱۰/۱۹ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این رساله را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه دکتری مهندسی صنایع - مهندسی صنایع پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر محمد مهدی سپهری	دانشیار	
استاد مشاور	دکتر سید کمال چهارسوقی	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر محمد رضا امین ناصری	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر عیسی نخعی کمال آبادی	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر محمد مدرس یزدی	استاد	
استاد ناظر	دکتر فریبرز جولای	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر محمد رضا امین ناصری	دانشیار	

آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهش‌های علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرح‌های تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان‌نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱۸ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

«اینجانب.....دانشجوی رشته.....ورودی سال تحصیلی.....
مقطع..... دانشکده..... متعهد می شوم کلیه نکات مندرج در آئین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته های علمی مستخرج از پایان نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم»

امضا:.....

تاریخ:.....

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

انظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته
سال در دانشکده دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی

سرکار خانم/جناب آقای دکتر ، مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر

و مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب دانشجوی رشته مقطع

تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی:

تاریخ و امضا:



دانشکده فنی و مهندسی

بخش مهندسی صنایع

رساله دکترای تخصصی مهندسی صنایع

بهینه یابی سبد سرویس در مسائل مسیریابی

چند سطحی - چند محصولی - چند قرارگاهی

وسایل نقلیه

استاد راهنما: دکتر محمد مهدی سپهری

استاد مشاور: دکتر سید کمال چهار سوقی

مهرداد کارگری

دیماه ۱۳۹۰

تقدیم به:

میناکندار جمهوری اسلامی ایران حضرت امام خمینی (قدس سره)، مقام معظم رهبری و شهیدان هشت سال دفاع مقدس
و جانبازان (با خصوص جانبازان شیمیایی) و آزادگان

و تقدیم صمیمانه به

پدر و مادرم که که از خواسته هایشان گذشتند، سختی ها را به جان خریدند و خود را سپر بلائی مشکلات و ناملایمات کردند تا

من به جایگاهی که اکنون در آن ایستاده ام برسم

و تقدیم با صمیمیت و عشق به

همسر و فرزندانم که سایه مهربانیشان سایه ساز زندگی می باشند، آنان که اسوه صبر و تحمل بوده و مشکلات مسیر

را برایم تسهیل نمودند.

شکر و قدرانی

صدافزته بوسه بر آن دست می زند

کز کار خلق یک گره بسته واکند

پس مخصوص خداوند مهربان که به انسان توانایی و دانایی بخشید تا به بندگانش شفقت ورزد، مهربانی کند و در حل مشکلاتشان یاری شان نماید. از راحت خویش بگذرد و آسایش هم نوعان را مقدم دارد، با او معامله کند و در این خلوص انباز نگیرد و خوش باشد که پروردگار سمیع و بصیر است.

پس بی گران پروردگاری که هستی مان بخشید و به طریق علم و دانش را، نمونه‌مان شد و به بهمنشینی رهروان علم و دانش مضمحلان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت.

پس از حمد و ستایش ایندستان که توفیق فراگیری علم و دانش را به حقیر عطا فرمود، بر خود لازم می دانم از کلیه معلمین و اساتیدی که در طول ایام تحصیل از خرمن دانششان خوشه چینی نمودم خصوصاً "استاد راهنمای این پژوهش جناب آقای دکتر محمد مهدی سپهری و استاد مشاور جناب آقای دکتر سید کمال چهارسوقی که در طول مراحل مختلف این تحقیق ایجاب را از رهنمود ایشان بی نصیب نگذاشتند، نهایت سپاس و شکر را داشته باشم.

چکیده:

این رساله به مسئله مسیریابی وسیله نقلیه در شرکت‌های پخش و توزیع با تأکید بر کاهش هزینه‌های حمل و نقل می‌پردازد. به‌طور عموم، این شرکت‌ها اقلام مربوط به تقاضاهای واسله را به انبارهای میانی ارسال و پس از مراحل آماده‌سازی آنها را بین مشتریان (خرده‌فروشی‌ها) توزیع می‌کنند. از آنجا که این هزینه حمل و نقل رقم قابل توجهی از هزینه‌های شرکت‌ها را به خود اختصاص می‌دهد، شرکت‌ها سعی بر آن دارند تا با کاهش این هزینه، مزیت رقابتی خود را در بازار تثبیت نمایند.

ساختار مسئله مورد پژوهش در این رساله به این صورت است که متقاضیان درخواست‌های خود را به مرکز اصلی ارسال نموده و تقاضاها پس از بررسی و تجمیع با وسایل حملی که دارای ظرفیت بزرگتری هستند به مراکز میانی حمل می‌شوند، و پس از تخلیه و دسته‌بندی با استفاده از وسایل حمل با ظرفیت کمتر به متقاضیان تحویل می‌گردند. تعیین بهینه تعداد قرارگاه‌ها یا مراکز میانی، مکان استقرار آنها، نحوه اختصاص متقاضیان به این مراکز، سبد سرویس محصولات و مسیریابی سبب کاهش هزینه‌های حمل و نقل و افزایش رضایت متقاضیان می‌گردد. برای مدل‌سازی این مسئله، مدلی ریاضی به منظور جانمایی، تخصیص و مسیریابی تحت عنوان مسئله مسیریابی وسایل نقلیه چند ایستگاهی - چند محصولی و چند سطحی با هدف حداقل نمودن هزینه‌های توزیع ارائه شده، که برای حل آن نیز الگوریتمی ابتکاری طراحی و پیشنهاد شده است. این الگوریتم با استفاده از تخصیص منابع محدود بر پایه آزادسازی ضرایب لاگرانژ، مسئله مسیریابی چند محصولی را به چند مسئله تک محصولی تبدیل می‌کند. بعد از حل مدل ریاضی هر یک از مسائل مسیریابی تک محصولی، با مقایسه ظرفیت تخصیص داده شده و مورد نیاز هر یک از محصولات، تسطیح منابع انجام می‌شود. عملیات تسطیح ظرفیت‌های باقیمانده تا زمانی انجام می‌گیرد که بهبود قابل توجهی در جواب مسئله ایجاد نشود، در این صورت جواب مسئله اصلی حاصل شده است. در ادامه، به منظور انطباق مدل طراحی شده با واقعیت‌های موجود، از تکنیک‌های خوشه‌بندی برای تعیین تعداد بهینه مراکز توزیع استفاده می‌شود. در این بخش، با استفاده همزمان از معیارهای فاصله، میزان همزمانی سفارش و ارزش حجمی تقاضا، ابتدا خوشه‌بندی انجام پذیرفته و سپس بر طبق آن مسیریابی محاسبه می‌گردد.

بر اساس مطالعه موردی و اعتبار سنجی انجام گرفته در این تحقیق نشان داده شد که روش طراحی شده سبب استفاده مطلوب از منابع کمیاب، کاهش قابل توجه هزینه‌های توزیع، افزایش سرعت حل و تعیین بهینه تعداد مراکز توزیع با استفاده از تکنیک‌های خوشه‌بندی و ابزارهای داده‌کاوی می‌گردد. آزمایشات عددی انجام شده بر پایه داده‌های واقعی شرکت تهیه و توزیع قطعات و لوازم یدکی ایران خودرو (ایساکو)، نشانگر برتری الگوریتم طراحی شده نسبت به مدل دقیق برنامه‌ریزی خطی از ابعاد عملکرد محاسباتی و کیفیت جواب است. در واقع، نشان داده شده است که الگوریتم طراحی شده زمان حل مسائل را به میزان ۵ برابر نسبت به زمان حل روش دقیق، کاهش داده، و به علاوه، بکارگیری مدل طراحی شده باعث کاهش ۳۲ درصدی هزینه‌های حمل و نقل توزیع نسبت به شرایط واقعی می‌گردد.

مدل و روش حل طراحی شده در این تحقیق علاوه بر آنکه کاهش هزینه‌های توزیع فراهم می‌آورد، می‌تواند در حوزه‌هایی که پخش و توزیع اقلام از کارکردهای اساسی آنهاست مورد استفاده جدی قرار گیرد؛ که از جمله می‌توان به کاربردهای مدل طراحی شده در انواع مسائل حمل و نقل در شبکه بهداشت و درمان به ویژه ارتباطات مراکز بهداشتی و خانه‌های بهداشت، توزیع دارو، و پشتیبانی خدمات پزشکی در منزل اشاره کرد.

کلمات کلیدی: مسیریابی وسایل نقلیه، ضرایب لاگرانژ، آزادسازی متغیرهای صفویک، انشعاب و تحدید، شبکه، خوشه‌بندی مسائل حمل و نقل در شبکه بهداشت و درمان.

۱	۱- کلیات (طرح تحقیق)	۱
۲	۱-۱ مقدمه	۲
۳	۲-۱ نحوه شکل گیری موضوع	۳
۴	۳-۱ اطلاعات مورد نیاز مسیریابی وسایل نقلیه	۴
۴	۱-۳-۱- اطلاعات ورودی	۴
۴	۲-۳-۱- اطلاعات خروجی	۴
۵	۳-۳-۱- اطلاعات مالی	۵
۵	۴-۱ اهداف عمده تحقیق	۵
۵	۵-۱ اهمیت و جایگاه موضوع	۵
۶	۶-۱ تعریف مسئله تحقیق	۶
۶	۷-۱ پیش فرضهای تحقیق	۶
۷	۸-۱ سوالات اساسی تحقیق (مرزهای دانش تحقیق)	۷
۸	۹-۱ نوآوریهای تحقیق	۸
۸	۱۰-۱ روش انجام تحقیق	۸
۱۰	۱۱-۱ دامنه و حوزه کاربردی تحقیق	۱۰
۱۰	۱-۱۱-۱ روش ها و ابزار گردآوری اطلاعات	۱۰
۱۰	۲-۱۱-۱ موارد کاربرد تحقیق	۱۰
۱۱	۳-۱۱-۱ محدودیت ها و موانع تحقیق	۱۱
۱۱	۱۲-۱ ساختار کلی تحقیق	۱۱
۱۲	۲- مروری بر ادبیات موضوع	۱۲
۱۳	۱-۲ مقدمه	۱۳
۱۳	۲-۲ تعاریف اولیه	۱۳

۱۴	..... ۳-۲ مراحل تکامل VRP
۱۶	..... ۴-۲ بررسی ادبیات موضوع
۱۷	..... ۱-۴-۲ تاریخچه تحقیقات مسیریابی
۱۸	..... ۲-۴-۲ الگوریتم های ابتکاری
۲۲	..... ۳-۴-۲ الگوریتم های فوق ابتکاری
۲۴	..... ۴-۴-۲ الگوریتم های دقیق ریاضی
۲۹	..... ۵-۴-۲ مرور ادبیات مربوط به مدل مسیریابی
۳۲	..... ۶-۴-۲ مرور ادبیات مربوط به خوشه بندی
۳۳	..... ۷-۴-۲ مرور ادبیات مربوط به خوشه بندی و مسیریابی
۳۶	..... ۵-۲ خلاصه مرور ادبیات موضوع
۳۷	..... ۳- مدلسازی و حل مسئله مسیریابی چند سطحی - چند محصولی و چند قرارگاهی
۳۸	..... ۳- ۱ مقدمه
۳۸	..... ۳-۲ مدل ریاضی مسئله چند محصولی
۳۸	..... ۳-۲-۱ تعریف پارامترها و متغیرهای تصمیم گیری
۳۹	..... ۳-۲-۲ مدل ریاضی مسئله
۴۱	..... ۳-۲-۳ محدودیت های مرتبط با زمان بندی
۴۲	..... ۳-۳ حل ابتکاری مدل ریاضی چند محصولی
۴۳	..... ۳-۳-۱ مراحل تجزیه مدل چند محصولی
۴۴	..... ۳-۳-۲ روش ریاضی حل هر یک از مسائل مسیریابی تک محصولی
۴۵	..... ۳-۳-۳ تعیین وضعیت متغیرهای صفر و یک
۴۷	..... ۳-۳-۴ الگوریتم انشعاب و تحدید
۴۷	..... ۳-۳-۵ تسطیح منابع و ظرفیت باقیمانده
۴۸	..... ۳-۴ اعتبار الگوریتم پیشنهادی
۵۱	..... ۳-۵ نتیجه گیری فصل سوم

۵۲	..... ۴- خوشه بندی با رویکرد داده کاوی جهت واقعی کردن مدل طراحی شده
۵۳	..... ۴-۱ مقدمه
۵۳	..... ۴-۲ متدولوژی بخش بندی فروشگاهها
۵۳	..... ۴-۲-۱ آماده سازی داده ها
۵۴	..... ۴-۲-۲ تابع شباهت بر اساس همزمانی سفارش (OC)
۵۵	..... ۴-۲-۳ تابع شباهت بر اساس ترکیب همزمانی سفارش و میزان حجم درخواستی (OCLS)
۵۶	..... ۴-۳ الگوریتم خوشه بندی فروشگاهها
۵۶	..... ۴-۳-۱ الگوریتم خوشه بندی براساس تابع فاصله اقلیدسی
۵۸	..... ۴-۳-۲ الگوریتم خوشه بندی براساس تابع همزمانی سفارش و میزان حجمی (OCLS)
۵۹	..... ۴-۳-۳ الگوریتم خوشه بندی براساس تابع (DOCLS)
۵۹	..... ۴-۴ ارزیابی کیفیت خوشه بندی
۶۰	..... ۴-۴-۱ انتخاب بهترین تعداد خوشه
۶۱	..... ۴-۴-۲ ارزیابی خوشه ها در مدل DOCLS
۶۲	..... ۴-۵ مطالعه موردی
۶۲	..... ۴-۵-۱ خوشه بندی شهرها و فروشگاهها
۶۳	..... ۴-۵-۲ روش محاسبه تعداد خوشه ها
۶۵	..... ۴-۵-۳ تحلیل خوشه ها در مدل DOCLS
۶۹	..... ۴-۶ تجزیه و تحلیل هزینه حمل و نقل در حالات مختلف
۷۱	..... ۴-۷ مقایسه هزینه ها در وضعیت موجود و پیشنهادی
۷۵	..... ۴-۸ نتیجه گیری فصل چهارم
۷۶	..... ۵- توسعه مدل طراحی شده با رویکرد ترکیبی خوشه بندی
۷۷	..... ۵-۱ مقدمه
۷۷	..... ۵-۲ مدل ریاضی مسئله
۷۸	..... ۵-۲-۱ تعریف پارامترها و متغیرهای تصمیم گیری

۷۹	..... ۲-۲-۵ تابع هدف :
۸۰	..... ۳-۲-۵ محدودیت های مربوط به مسیر یابی وسایل نقلیه :
۸۱	..... ۴-۲-۵ محدودیت های مربوط به زمانبندی حرکت وسایل نقلیه
۸۱	..... ۵-۲-۵ محدودیت های مربوط علامت متغیر های تصمیم گیری :
۸۲	..... ۴-۵ نتایج فصل پنجم
۸۳	..... ۶- نتایج و تحقیقات آتی
۸۴	..... ۱-۶ مقدمه
۸۵	..... ۲-۶ نتایج و دستاوردهای تحقیق
۸۶	..... ۳-۶ زمینه های تحقیقات آتی
۸۷	..... ۷- مراجع
۹۷	..... ۸- پیوست ها
۹۸	..... ۱-۸ پیوست
۹۸	..... ۱-۱-۸ هزینه های مسئله مسیریابی وسایل نقلیه
۱۰۰	..... ۲-۱-۸ روش استفاده از مسئله عمومی تخصیص
۱۰۰	..... ۳-۱-۸ روش مجموعه بخش بندی
۱۰۱	..... ۴-۱-۸ تکنیک های مدلسازی و روشهای حل مسائل مسیریابی
۱۰۱	..... ۱-۴-۱-۸ روشهای ریاضی (دقیق)
۱۰۳	..... ۲-۴-۱-۸ روشهای هیورستیک (کلاسیک - ابتکاری)
۱۰۶	..... ۳-۴-۱-۸ روشهای فوق ابتکاری
۱۰۹	..... ۵-۱-۸ بررسی کلی مسئله مسیریابی وسایل نقلیه
۱۱۰	..... ۶-۱-۸ بررسی کلی مسئله (VRP) با چند مرکز توزیع MDVRP
۱۱۵	..... ۷-۱-۸ مقایسه مدل‌های حل شده VRP , MDVRP

فهرست جداول

صفحه	عنوان جدول
۱۰	جدول (۱-۱) : موارد کاربرد مسئله مسیریابی
۴۴	جدول (۱-۳) :
۴۹	جدول (۲-۳) : مقایسه زمان حل هزینه حمل و نقل الگوریتم پیشنهادی و LP
۶۳	جدول (۱-۴) : مقایسه میزان تراکم خوشه ها از توابع مختلف
۶۴	جدول (۲-۴) : تعداد , کیفیت و هزینه خوشه ها
۶۷	جدول (۳-۴) : ارزش فروشگاهها و شهرهای هر خوشه
۶۸	جدول (۴-۴) : مقایسه هزینه حمل و نقل در حالات مختلف
۷۰	جدول (۵-۴) : مقایسه ی هزینه ی حمل و نقل با وسایل نقلیه و تعداد دیپوهای مختلف
۷۱	جدول (۶-۴) مقایسه هزینه در وضعیت موجود و پیشنهادی
۱۱۱	جدول (۱-۸) : جهت گیری تحقیقات والگوریتم های حل مسائل MDVRP, VRP در پنج سال اخیر
۱۱۲	جدول (۲-۸) : حوزه ها و جهت گیریهای تحقیقاتی مسئله MDVRP در پانزده سال اخیر
۱۱۳	جدول (۳-۸) : الگوریتم های مورد استفاده برای حل مسائل MDVRP در پانزده سال اخیر
۱۱۶	جدول (۴-۸) : مقایسه مدل های حل شده VRP , MDVRP

صفحه	عنوان شکل
۶	شکل ۱-۱: ابعاد مسئله تحقیق MDVRP چند سطحی - چند محصولی - چند دپویی
۹	شکل ۱-۲: مراحل انجام تحقیق
۱۵	شکل ۱-۲: مسئله مسیریابی وسایل نقلیه (VRP)
۱۵	شکل ۲-۲: مسئله مسیریابی وسایل نقلیه چند ایستگاهی - چند سطحی
۱۶	شکل ۳-۲: نمودار مسئله مسیریابی وسایل نقلیه چند ایستگاهی - یک سطحی
۵۰	شکل ۱-۳: مقایسه زمان حل الگوریتم پیشنهادی و BLP
۵۰	شکل ۲-۳: مقایسه هزینه حمل و نقل الگوریتم پیشنهادی و BLP
۵۷	شکل ۱-۴: الگوریتم خوشه بندی k-means
۶۵	شکل ۲-۴: مقایسه کیفیت و هزینه خوشه ها
۷۲	شکل (۳-۴): بررسی رفتار تابع هزینه برای تعداد ۱۰ الی ۸۰۰ دپو
۷۳	شکل (۴-۴): بررسی رفتار تابع مسافت طی شده برای تعداد ۱۰ الی ۸۰۰ دپو
۷۴	شکل (۵-۴): بررسی رفتار تابع زمان تحویل کالا به مشتری برای تعداد ۱۰ الی ۸۰۰ دپو

فصل اول
کلیات (طرح تحقیق)

۱-۱ مقدمه

هزینه های حمل و نقل بین (۵۰-۱۰) درصد قیمت تمام شده محصولات را تشکیل می دهد ، بنابراین کاهش هزینه های حمل و نقل تاثیر قابل توجهی بر کاهش قیمت تمام شده محصولات خواهد داشت. هدف اصلی این مطالعه توسعه و بهبود روشهای مدل سازی و حل مسائل مسیریابی وسایل نقلیه چند ایستگاهی - چند محصولی و چند سطحی ، با هدف حداقل مجموع هزینه های حمل و نقل می باشد. این مسئله دارای کاربردهای زیادی در شرکتهای تولیدی و خدماتی است. اهداف عمده این تحقیق بطور مشخص شامل بهبود سیستم حمل و نقل ، کاهش هزینه ها ، افزایش بهره وری و سودآوری شرکتهای تولیدی (خدماتی) از طرق کاهش کل زمان (هزینه) سفر با استفاده از خوشه بندی و تخصیص مشتریان به مراکز توزیع و سپس انتخاب مسیر و تعداد ناوگان حمل و نقل مناسب می باشد.

انتخاب این موضوع به لحاظ افزایش میزان سوددهی موسسات تولیدی و خدماتی از اهمیت خاصی برخوردار است و می تواند تاثیر بسیار زیادی در افزایش بهره وری ، موفقیت در مسابقات رقابتی ، کاهش هزینه های عملیاتی حمل و نقل ، حداقل نمودن کالای در جریان توزیع ، تامین بموقع تقاضای مشتریان ، حفظ اعتبار سازمان ، رضایت مندی مشتریان و استفاده بهینه از منابع سازمان داشته باشد.

مسیریابی وسایل نقلیه فعالیتی است که هدف آن استفاده بهینه از منابع توزیع ، به منظور تامین تقاضای مشتریان در موعد معین ، به میزان معین و در مکان معین با حداقل هزینه می باشد. در این سیستمها تحویل هر محصول به مشتری نیاز به انجام یک سری عملیات در مراحل مختلف است.

تصمیمات مدیریتی در مسیریابی وسایل نقلیه را بطور کلی می توان در سه دسته مسائل تصمیم گیری بلندمدت ، میان مدت و کوتاه مدت تقسیم بندی نمود. در مسائل بلند مدت معمولاً " تاکید بیشتر بر پیش بینی نیازهای کلی بوده و شامل تصمیم گیریهای استراتژیک از قبیل انتخاب محل انبارهای توزیع ، انتخاب تجهیزات و فرآیند توزیع ، انتخاب نوع محصولات ، ایجاد مسیرهای جدید و پیش بینی تقاضای مشتریان است . در برنامه ریزی میان مدت مواردی همچون دسته بندی مشتریان ، تعیین انباشته های توزیع ، مسیریابی هریک از وسایل نقلیه با هدف حداقل نمودن مجموع هزینه های توزیع مورد نظر قرار می گیرد در برنامه ریزی کوتاه مدت مسایلی چون زمانبندی عملیات حمل و نقل روزانه ، تعیین توالی عملیات حمل و نقل و تخصیص وسایل به عملیات توزیع مورد توجه می باشد.

امروزه پرداختن به موضوع مسیریابی وسایل نقلیه قبل از آنکه متوجه سخت افزار باشد حول محور نرم افزار دور می زند. یعنی روشهای جدید در مورد افزایش بهره وری و کاهش هزینه را صرفاً " در افزایش منابع نمی داند و قبل از آنکه به فکر توسعه و سرمایه گذاری اضافی برای منابع جدید باشند ، اهمیت ویژه ای برای بکارگیری هرچه بهتر از منابع در دسترسی قائل است. به عبارت بهتر آن بخش از تصمیمات مدیریتی که در مسیریابی وسایل نقلیه بیشتر مورد نظر است تصمیمات میان مدت بوده که دسته بندی مشتریان ، تعیین میزان انباشته های توزیع و مسیریابی از جمله مسائل مهم آن است ، زیرا در سیستم های توزیع بعد از تعیین تقاضای مشتریان و تجهیزات حمل ، عملیات بر روی دسته بندی ، مشتریان ، میزان انباشته توزیع و مسیریابی صورت می گیرد. بر این اساس یکی از مهمترین و بهترین راه های کنترل و کاهش هزینه های توزیع ، تصمیم گیری در خصوص دسته بندی مشتریان ، تعیین انباشته توزیع و مسیریابی صحیح برای هر یک از وسایل نقلیه در هر پریرود می باشد در مسائل مسیریابی وسایل نقلیه اهمیت مسیر بین انبار

مرکزی تا انبارهای میانی و انبارهای میانی و مشتریان بسیار آشکار و انکار ناپذیر است و معمولاً هزینه زیادی بر سیستم تحمیل می‌کند. و لذا کنترل این مسیرها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این تحقیق قبل از عملیات مسیریابی مشتریان طبقه بندی شده و سپس عملیات تعیین میزان انباشته توزیع و مسیریابی انجام شده است. بنابراین ما بدنال مسیرهایی هستیم که با در نظر گرفتن محدودیت وسایل حمل، با حداقل هزینه تقاضای مشتریان را در موعد مقرر تامین کند.

در این تحقیق تاکید بر روش برنامه‌ریزی میان مدت و بطور خاص روی طبقه بندی مشتریان، تعیین انباشته توزیع و مسیریابی است. حل مسئله مسیریابی مستلزم پیش بینی تقاضای مشتریان، طبقه‌بندی مشتریان، تخصیص وسایل حمل و نقل، تعیین انباشته توزیع و مسیریابی می‌باشد. در صورتی که تصمیمات در همه مراحل بصورت صحیح و بموقع انجام شود باعث حداقل شدن هزینه‌های پخش و توزیع است.

از آنجا که اخذ تصمیمات صحیح در هریک از موارد فوق مستقیماً روی افزایش سطح عملکرد سیستم و بهره‌وری آن تاثیر گذار بوده و در توانایی و قابلیت رقابت شرکتهای تولیدی و خدماتی نقش تعیین کننده‌ای دارد. توسعه و بهبود روشهای مدل‌سازی و حل مسائل مسیریابی وسایل نقلیه در این تحقیق مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در ادامه این فصل مطالب مرتبط با تعاریف اولیه، نحوه شکل‌گیری موضوع تحقیق، اهمیت، اطلاعات مورد نیاز مسیریابی وسایل نقلیه، اهداف عمده تحقیق، لزوم پرداختن به موضوع (اهمیت و جایگاه موضوع تحقیق)، تعریف مسئله تحقیق، پیش فرضها و سوالات تحقیق، نوآوری‌های تحقیق، روش انجام تحقیق، دامنه و حوزه تحقیق، جامعه و نمونه آماری و روشها و ابزار گردآوری اطلاعات، موارد کاربرد تحقیق، محدودیت‌ها و موانع تحقیق و در نهایت جمع بندی فصل ارائه شده است.

۱-۲ نحوه شکل‌گیری موضوع

بعد از شناخت اهداف، نیازها و محدودیت‌های سازمان، بدلیل اینکه تعداد اهداف و نیازهای سازمان بسیار زیاد و منابع سازمان بسیار محدود هستند، دستیابی به همه اهداف بطور همزمان امکانپذیر نیست، بنابراین باید با در نظر گرفتن نظرات افراد هیات مدیره، سهامداران، مدیران ارشد، کارشناسان و مشتریان و از طرف دیگر محدودیت منابع، مشکلات سازمان و لزوم ایجاد بهبود مستمر و مداوم، اولویت و امتیاز هریک از اهداف را تعیین نمود. بعد از تعیین اولویت اهداف، برای دسترسی به هریک از آنها باید یک یا چند پروژه تعریف شود. هریک از این پروژه‌ها برای دسترسی به یک یا چند هدف تدوین می‌شود.

اما همه آنها در جهت دستیابی به اهداف کلی سازمان خواهد بود. برای انجام این پروژه، با توجه به محدودیت منابع سازمان و اولویت اهداف باید مراحل اجرای هر پروژه در یک جدول زمانبندی به همراه منابع مورد نیاز ارائه شود. انتخاب این موضوع به لحاظ افزایش میزان سوددهی موسسات تولیدی و خدماتی از اهمیت خاصی برخوردار است و می‌تواند تاثیر بسیار زیادی در افزایش بهره‌وری، موفقیت در مسابقات رقابتی، کاهش هزینه‌های عملیاتی حمل و نقل، حداقل نمودن کالای در جریان توزیع، تامین بموقع تقاضای مشتریان، حفظ اعتبار سازمان، رضایت‌مندی مشتریان و استفاده بهینه از منابع سازمان داشته باشد.

برای دستیابی به یک مسیر و برنامه مناسب توزیع با هدف حداقل نمودن کل مسافت‌های پیموده شده به یکی از روشهای زیر می‌توان عمل شود.

- توسعه یکی از روشهای متداول و تجربی مسیریابی وسایل نقلیه
- ترکیب تعدادی از روشهای موجود مسیریابی وسایل نقلیه
- ایجاد یک مدل و روش جدید در مسیریابی وسایل نقلیه

لزوم استفاده و بکارگیری هریک از روشها مستلزم شناخت اولیه از مسائل و مدل‌های مسیریابی وسایل نقلیه، شناخت روشهای حل مسائل مسیریابی، طبقه‌بندی آنها، مقایسه مزایا و معایب و تعیین موارد کاربرد هریک از آنها می‌باشد. براین اساس برای دستیابی به اطلاعات فوق الذکر باید به مطالعه مقالات، رساله‌ها و کتابهای مرتبط با موضوع پرداخت.

۱-۳-۳ اطلاعات مورد نیاز مسیریابی وسایل نقلیه

مسیریابی وسایل نقلیه یکی از مسائل عمده در بسیاری از تصمیم‌گیری‌هاست و مدیران رده‌های مختلف در هر سازمان با آن درگیر هستند. این تصمیم‌گیری‌ها از نقطه نظر پیچیدگی، دیدگاه و افق زمانی با هم متفاوت است. بعلاوه داده‌های موجود از نظر درجه اطمینان با هم متفاوتند و لذا معمولاً "مقدرو نیست که کلیه جزئیات اطلاعات در دسترس، در فرآیند تصمیم‌گیری وارد شوند. بدین دلیل در مسائل عملی اطلاعاتی که پردازش می‌شوند براساس طبیعت و افق برنامه‌ریزی، ساختار سیستم توزیع و تشکیلات شرکت جمع‌آوری می‌شوند این اطلاعات معمولاً "به سه دسته زیر تقسیم می‌شود:

۱-۳-۱-۱ اطلاعات ورودی

سطح موجودی در دسترس (دپوی اصلی، مراکز توزیع و مشتریان)

میزان قطعی بودن و تغییرات سفارشات

پیش بینی و تخمین تقاضای آینده

سطح منابع موجود در دسترس (نیروی انسانی و تجهیزات حمل و نقل)

ظرفیت هریک از انبارهای منطقه‌ای، انبار مرکزی و مشتریان

نوع تجهیزات، ظرفیت آنها و تعداد در دسترس

طول مسیرهای موجود بین انبارها و مشتریان

حداکثر زمان موجود برای تامین نیاز مشتریان

وزن و حجم هریک از قطعات

مدت زمان حمل، بارگیری و باراندازی

۱-۳-۲-۱ اطلاعات خروجی

میزان ارسال هریک از محصولات برای هریک از انبارهای میانی و مشتریان

میزان موجودی کالا در هریک از مراکز تولیدی، انبارهای میانی و مشتریان

تعیین مسیر هریک از تجهیزات حمل و نقل و مشتریان مورد خدمت

خوشه‌بندی انبارهای میانی و مشتریان

تعیین انباشته توزیع هر محصول در هر وسیله حمل
تعیین ظرفیت‌های استفاده نشده
مسیری که درخواست‌ها طی آن توزیع می‌شوند
نوع وسیله نقلیه‌ای که در خواست‌ها با آن حمل می‌شوند

۱-۳-۳- اطلاعات مالی

هزینه‌های ثابت حمل و نقل
هزینه‌های متغیر حمل و نقل
هزینه‌های تغییر نرخ حمل

۱-۴ اهداف عمده تحقیق

هدف اصلی این مطالعه توسعه یکی از حوزه‌های اصلی مسیریابی وسایل نقلیه با حداقل مجموع هزینه‌های حمل و نقل می‌باشد. این مسئله دارای کاربردهای زیادی در شرکت‌های توزیع کالا و خدمات می‌باشد. اهداف عمده این تحقیق بطور مشخص شامل بهبود سیستم حمل و نقل، کاهش هزینه‌ها، افزایش بهره‌وری و سودآوری شرکت‌های توزیع (حمل و نقل) از طرق زیر می‌باشد:

کاهش مقدار موجودی قطعات در انبار مرکزی و انبارهای میانی.

کاهش کل زمان (هزینه) سفر ناوگان حمل و نقل.

تحویل بموقع اقلام و قطعات به مشتریان.

از دیگر اهداف می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

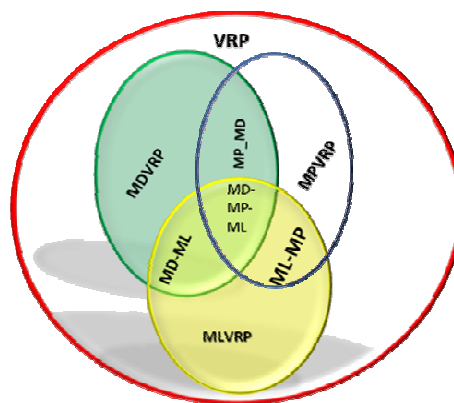
- کاهش تعداد ناوگان حمل و نقل مورد نیاز
- کاهش متوسط فاصله زمانی هر درخواست تا تحویل کالا
- کاهش تعداد مراکز تخلیه در هر بار ارسال وسیله نقلیه

۱-۵ اهمیت و جایگاه موضوع

مدیریت موثر عملیات پخش و توزیع محصولات تولیدی نقش بسیار مهمی را در موفقیت هر سازمان تولیدی ایفاء می‌کند. این امر در جهت سود دهی موسسات تولیدی و خدماتی از اهمیت خاصی برخوردار بوده و می‌تواند تاثیر بسیار زیادی در افزایش بهره‌وری، کاهش هزینه‌های عملیاتی حمل و نقل، حداقل کردن هزینه نگهداری اقلام و استفاده بهینه از منابع داشته باشد. از طرف دیگر این موضوع تاثیر قابل توجهی بر کاهش قیمت کالا برای مصرف کننده دارد. دلیل اهمیت و جایگاه ویژه این موضوع است که مدل‌های و روش‌های حل مسائل مرتبط با مسیریابی طی سال‌های گذشته همواره به عنوان یکی از موضوعات تحقیقاتی مهم مطرح بوده است. بر این اساس پیش بینی می‌شود که این موضوع در آینده نیز همچنان توجه عده زیادی از محققان را به خود معطوف دارد. شرایط کنونی بازارهای داخلی و خارجی شامل رقابت شدید، تأمین رضایت مشتریان و استفاده بهینه از منابع را مورد تاکید قرار می‌دهد. از این رو پرداختن به موضوع مسیریابی وسایل نقلیه چندایستگاهی، چند محصولی و چند سطحی با هدف حداقل نمودن هزینه‌های توزیع از اهمیت و جایگاه ویژه‌ای برخوردار است.

۱-۶ تعریف مسئله تحقیق

بطور کلی مسئله مسیریابی وسایل نقلیه، یعنی تعیین مسیر حمل کالا از یک مبدا به چند مقصد، بگونه‌ای که وسایل نقلیه در مجموع کمترین مسیر را طی کنند. این وسایل از یک مرکز توزیع حرکت نموده و بعد از توزیع اقلام بین مشتریان به مرکز توزیع خود بر می‌گردند. همچنین هر مشتری فقط در یک مسیر قرار می‌گیرد. اگر تعداد مراکز توزیع بیشتر از یکی باشد مسئله MDVRP حاصل می‌شود اگر تعداد محصولات بیشتر از یکی باشد مسئله MPVRP چند محصولی حاصل می‌شود. اگر توزیع محصولات در چند سطح صورت گیرد مسئله MLVRP حاصل می‌شود. حالات چند محصول، چندسطحی و چندایستگاهی نیز با هم قابل ترکیب هستند. در این تحقیق یک مرکز توزیع عمده وجود دارد که دارای چند محصول است. این محصولات به کمک روش VRP بین انبارهای میانی توزیع شده و سپس از انبارهای میانی بین مشتریان نهایی توزیع خواهد شد. ابعاد مسئله تحقیق در شکل ۱-۱ نشان داده شده است.



شکل ۱-۱ ابعاد مسئله تحقیق MDVRP چند سطحی-چند محصولی- چندایستگاهی

۱-۷ پیش فرضهای تحقیق

پیش‌فرضها زیر مبنای مدل‌سازی و روش حل انتخاب شده در این تحقیق است.

الف- دسته بندی در قالب لایه :

در این تحقیق سه لایه وجود دارد. لایه اول مرکز توزیع اصلی، لایه دوم انبارهای میانی و لایه سوم مشتریان می‌باشند. در هر لایه فقط از یک نوع وسیله نقلیه (یا چند نوع وسیله نقلیه مشابه) استفاده می‌شود.

ب- دسته بندی در قالب مراکز توزیع:

همه محصولات به مقدار مناسب در مرکز توزیع اصلی و مراکز توزیع میانی در اختیار است.

هر انبار میانی فقط در مسیر یک وسیله نقلیه قرار دارد و هر مشتری فقط در یک مسیر از یک انبار میانی قرار دارد.

تقاضای انبارهای میانی و مشتریان در دوره‌های مختلف بصورت قطعی ولیکن میزان متفاوت دارند. ولی برای اجرای مدل از متوسط تقاضا در دوره‌های مختلف استفاده شده است.