

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد
رشته مهندسی صنایع گرایش مهندسی صنایع

عنوان پایان نامه:

ارائه روشی جدید برای حل مساله مکانیابی - تخصیص در فضای
گسسته با ظرفیت محدود

استاد راهنما: دکتر راشد صحرائیان
استاد مشاور: دکتر عزیزالله جعفری

نگارش: پیمان کاوه

زمستان ۸۸

کلیه حقوق این پایان نامه متعلق به دانشگاه شاهد است.

تقدیم به

پدر و مادرم

که در طول مدت تحصیل

همواره حامی و مشوق من بوده‌اند.

تشکر و قدردانی

بر خود لازم می دانم از زحمات کلیه کسانی که در طول انجام این پایان نامه با راهنمایی ها و زحمات خود به اینجانب کمک کرده اند، تشکر و سپاسگزاری نمایم.

از استاد راهنمای خود جناب آقای دکتر صحرائیان به دلیل صبر، زحمات و راهنمایی هایشان در طول انجام این پایان نامه، کمال تشکر را دارم. همچنین از جناب آقای دکتر جعفری، استاد مشاور اینجانب به دلیل راهنمایی و مشاوره های مفیدشان قدردانی می نمایم.

در پایان نیز از کلیه اساتید محترم گروه صنایع، به خاطر زحمات بی دریغشان در طول مدت تحصیلم، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

چکیده

یکی از مسائل مهم در حوزه مدیریت زنجیره تامین، مساله مکانیابی - تخصیص^۱، است. در این مساله، مکانیابی تسهیلات و تخصیص مشتریان به تسهیلات، برای ارضای تقاضای مشتریان به طور همزمان انجام می-گیرد. مساله مکانیابی -تخصیص، یک مساله غیر چند جمله‌ایی سخت^۲ است. از اینرو استفاده از روش‌های دقیق ریاضی به تنهایی برای حل این مساله، بسیار پرهزینه و غیرممکن است. از این جهت، در این تحقیق روش هیبریدی جدیدی برای حل این مساله، ارائه می‌شود. این روش هیبریدی، ترکیبی از الگوریتم دسته‌بندی K - میانی^۳ و الگوریتم فراابتکاری جستجوی همسایگی ثابت^۴ است. در این روش پیشنهادی، الگوریتم K - میانی، حل اولیه مناسبی را برای الگوریتم جستجوی همسایگی ثابت، فراهم می‌کند. سپس الگوریتم جستجوی همسایگی ثابت با انجام تعویض مناسب مکان استقرار تسهیلات، حل اولیه به‌دست آمده را بهبود می‌دهد. نوآوری روش پیشنهادی، هدفمند کردن تعویض مکان استقرار تسهیلات و تولید حل‌هایی مناسب برای بررسی است. برای بررسی مناسب بودن روش پیشنهادی، آزمایشات محاسباتی بر روی نمونه مسائل استاندارد انجام گرفته است. نتایج به‌دست آمده مناسب بودن روش پیشنهادی را نشان می‌دهد.

واژگان کلیدی: مساله مکانیابی - تخصیص، الگوریتم K - میانی، الگوریتم جستجوی همسایگی ثابت.

^۱ . Location – Allocation problem.

^۲ . NP- hard.

^۳ . K-means clustering algorithm.

^۴ . Fixed neighborhood Search algorithm (FNS).

فهرست مطالب

صفحه

عناوین

فصل اول: کلیات تحقیق

- ۱-۱- مقدمه ۲
- ۲-۱- بیان مساله..... ۳
- ۳-۱- ضرورت انجام تحقیق ۵
- ۴-۱- اهداف مطالعه..... ۶
- ۵-۱- آرایش کلی گزارش ۷
- ۶-۱- خلاصه فصل اول ۷

فصل دوم: ادبیات موضوع

- ۱-۲- مقدمه ۹
- ۲-۲- مساله مکانیابی ۹
- ۱-۲-۲- مساله مکانیابی یک تسهیل ۹
- ۲-۲-۲- مساله مکانیابی چند تسهیل ۱۰
- ۳-۲- مساله مکانیابی - تخصیص ۱۱
- ۱-۳-۲- کاربردهای مساله مکانیابی-تخصیص ۱۳
- ۲-۳-۲- انواع مدل‌های مساله مکانیابی-تخصیص ۱۳

- ۲-۴- حالت های خاص مساله مکانیابی - تخصیص ۱۶
- ۲-۴-۱- مساله پوشش کلی ۱۷
- ۲-۴-۱-۱- کاربرد های مساله پوشش کلی ۱۷
- ۲-۴-۲- مساله پوشش حداکثر ۱۸
- ۲-۴-۲-۱- کاربردهای مساله پوشش حداکثر ۱۸
- ۲-۴-۳- مساله P- میانی ۱۹
- ۲-۴-۳-۱- کاربرد های مساله P- میانی ۱۹
- ۲-۴-۴- مساله P- میانی ظرفیت دار ۱۹
- ۲-۴-۴-۱- کاربردهای مساله P- میانی ظرفیت دار ۲۰
- ۲-۴-۵- مساله مکانیابی - تخصیص با ظرفیت محدود بر روی خط ۲۰
- ۲-۴-۶- مساله مکانیابی - تخصیص با یک کارخانه عرضه ۲۱
- ۲-۵- روشهای حل مساله مکانیابی - تخصیص ۲۲
- ۲-۵-۱- روشهای دقیق ۲۲
- ۲-۵-۲- روشهای ابتکاری ۲۳
- ۲-۵-۳- روشهای فراابتکاری ۲۵
- ۲-۵-۴- روشهای هیبریدی ۲۷
- ۲-۵-۵- روشهای فرمول بندی مجدد مدل ۲۷
- ۲-۶- مقایسه روشهای مختلف حل مساله مکانیابی - تخصیص ۲۹

۲-۷- خلاصه فصل دوم ۳۹

فصل سوم: روش هیبریدی پیشنهادی

۳-۱- مقدمه ۴۱

۳-۲- کلیات روش جدید پیشنهادی ۴۱

۳-۳- جزئیات روش هیبریدی پیشنهادی ۴۳

۳-۳-۱- الگوریتم دسته‌بندی K -میانی ۴۳

۳-۳-۲- الگوریتم جستجوی همسایگی ثابت ۴۵

۳-۳-۳- الگوریتم جستجوی همسایگی ثابت اصلاح‌شده ۴۵

۳-۳-۱- روشهای جدید حذف مکانهای کاندید نامناسب ۴۶

۳-۳-۲- شرط توقف ۴۸

۳-۴- مساله مسیریابی وسیله نقلیه ۵۰

۳-۴-۱- روش ابتکاری پیشنهادی ۵۰

مثال: ۵۲

۳-۵- خلاصه فصل سوم ۵۷

فصل چهارم: انجام محاسبات و تحلیل نتایج

۴-۱- مقدمه ۵۹

۴-۲- انجام محاسبات مساله P -میانی با ظرفیت محدود ۵۹

- ۴-۲-۱- هر مشتری فقط به یک تسهیل تخصیص داده میشود..... ۶۰
- ۴-۲-۱- مقایسه نتایج روش هیبریدی ارائه شده با سایر روشها..... ۶۱
- ۴-۲-۲- هر مشتری را می توان به بیش از یک تسهیل تخصیص داد..... ۶۴
- ۴-۳- انجام محاسبات مساله مسیریابی وسیله نقلیه با ظرفیت نامحدود..... ۶۶
- ۴-۴- انجام محاسبات مساله مکانیابی - تخصیص با ظرفیت محدود و هزینه استقرار..... ۶۸
- ۴-۵- خلاصه فصل چهارم..... ۷۱

فصل پنجم: جمع بندی و پیشنهادات

- ۵-۱- بحث و نتیجه گیری..... ۷۲
- ۵-۲- پیشنهادات..... ۷۳
- ۷۴ ضمائم و مراجع.....

فهرست جدول‌ها

عناوین

صفحه

- جدول (۱-۱). تخمین تعداد نقاط بهینه محلی. ۵
- جدول (۱-۲). مقایسه روشهای مختلف حل مساله مکانیابی - تخصیص. ۳۰
- جدول (۲-۲). مقایسه روشهای مختلف حل مساله مکانیابی - تخصیص. ۳۱
- جدول (۳-۲). مقایسه روشهای مختلف حل مساله مکانیابی - تخصیص. ۳۲
- جدول (۴-۲). مقایسه روشهای مختلف حل مساله مکانیابی - تخصیص. ۳۳
- جدول (۵-۲). مقایسه روشهای مختلف حل مساله مکانیابی - تخصیص. ۳۴
- جدول (۶-۲). مقایسه روشهای مختلف حل مساله مکانیابی - تخصیص. ۳۵
- جدول (۷-۲). مقایسه روشهای مختلف حل مساله مکانیابی - تخصیص. ۳۶
- جدول (۸-۲). مقایسه روشهای مختلف حل مساله مکانیابی - تخصیص. ۳۷
- جدول (۹-۲). مقایسه روشهای مختلف حل مساله مکانیابی - تخصیص. ۳۸
- جدول (۱-۴). نتایج حاصل از ۱۰ تکرار. ۶۰
- جدول (۲-۴). مقایسه نتایج روش هیبریدی پیشنهاد شده با روش دیاز و فلژر. ۶۲
- جدول (۳-۴). نتایج حاصل از ۱۰ بار تکرار الگوریتم. ۶۵
- جدول (۴-۴). نتایج حاصل از الگوریتم ابتکاری پیشنهادی و الگوریتم کلونی مورچگان. ۶۷
- جدول (۵-۴). نتایج الگوریتم پیشنهادی برای مساله مکانیابی - تخصیص با ظرفیت محدود و هزینه ثابت. ۶۹
- جدول (۶-۴). نتایج الگوریتم پیشنهادی برای مساله مکانیابی - تخصیص با ظرفیت محدود و هزینه متغیر. ۷۰

فهرست شکل‌ها

عناوین

صفحه

- شکل ۱-۱. استقرار ۳ تسهیل با هزینه کل ۲۱۷۶۷۴ واحد پول. ۴
- شکل ۲-۱. استقرار ۲ تسهیل با هزینه کل ۱۲۱۹۵۹ واحد پول. ۴
- شکل ۳-۱. استقرار ۳ تسهیل با هزینه کل ۱۲۴۶۰۸ واحد پول. ۴
- شکل ۱-۳. کلیات روش جدید پیشنهادی. ۴۲
- شکل ۲-۳. گام‌های الگوریتم K -میان. ۴۳
- شکل ۳-۳: مثالی ساده از مراحل الگوریتم k -میان. ۴۴
- شکل ۴-۳. گام‌های الگوریتم FNS. ۴۶
- شکل ۵-۳. حذف نقاط کاندید. ۴۷
- شکل ۶-۳. گام‌های الگوریتم پیشنهادی. ۴۹
- شکل ۷-۳. گام‌های الگوریتم ابتکاری پیشنهاد شده. ۵۱
- شکل ۸-۳. مکان استقرار مشتریان. ۵۳
- شکل ۹-۳. دسته‌بندی مشتریان با الگوریتم K -میان. ۵۳
- شکل ۱۰-۳. ایجاد زیر دسته با الگوریتم K -میان. ۵۴
- شکل ۱۱-۳. تعداد شهرها و مشتری هر شهر. ۵۴
- شکل ۱۲-۳. ماتریس distance. ۵۵
- شکل ۱۳-۳. ماتریس D . ۵۵
- شکل ۱۴-۳. شهرورودی و خروجی هر دسته اصلی. ۵۶

فصل اول

کلیات تحقیق

۱-۱- مقدمه

معمولا هر سازمان دولتی یا خصوصی با مساله مکانیابی مواجهه است. این مساله کاربرد زیادی در زمینه- های مختلف دارد، به گونه‌ایی که با بکارگیری آن، شرکت‌های تولیدی محل مناسب استقرار کارخانه‌های تولید، مونتاژ و انبارهای نگهداری مواد را مشخص می‌کنند. فروشگاه‌های زنجیره‌ایی نیز برای کسب منفعت بیشتر با استفاده از آن، فروشگاه‌های خود را در محل مناسب احداث می‌نمایند. حتی خانوارهای یک جامعه نیز با کمک آن می‌توانند، محل مناسب سکونت خود را با توجه به فاکتورهای کمی و کیفی‌ایی از قبیل، هزینه رفت و آمد به مراکز خدماتی و محل کار، هزینه زندگی و آلودگی صوتی مشخص کنند. از اینرو مسائل مکانیابی اهمیت خاصی در موضوعات مختلف پیدا کرده‌اند. مسائل مکانیابی‌ایی، از قبیل مساله مکانیابی- تخصیص^۵، مساله مکانیابی- مسیریابی^۶، مساله مکانیابی چند تسهیل^۷، مساله مکانیابی سلسله مراتبی^۸، مساله مکانیابی کانون^۹،... از جمله مسائلی‌اند، که در طی سالیان اخیر اهمیت خود را در این حوزه نشان داده‌اند. البته یکی از این گونه مسائل مکانیابی که توانسته است، نقش بیشتری در این زمینه ایفا کند، مساله مکانیابی- تخصیص بوده است.

^۵ . Location- Allocation Problem.

^۶ . Location- Routing Problem.

^۷ . Multi-Facility Location Problem.


^۸ . Hierarchical Location Problem.

^۹ . Hub Location Problem.

مساله مکانیابی - تخصیص، نخستین بار توسط (Cooper, 1963) مطرح شد. در واقع این مساله، یکی از مسائل استقرار تجهیزات است که در آن، تعداد بهینه تسهیلات، محل استقرار تسهیلات و نحوه تخصیص آنها به مشتریان، برای تامین تقاضای مشتریان تعیین می‌شود.

۱-۲- بیان مساله

مساله مکانیابی - تخصیص، از دو زیر مساله، مکانیابی تسهیلات و تخصیص مشتریان به تسهیلات تشکیل شده است. این دو هدف، به طور همزمان تابع هدف مساله مکانیابی - تخصیص را تشکیل می‌دهند. شرایط معمول در مساله مکانیابی - تخصیص بدین صورت است که، مکانهای کاندید جهت استقرار تسهیلات مشخص و معلوم‌اند. تعدادی مشتری نیز در نقاط مشخص مستقر هستند که آماده‌ی دریافت خدمت از تسهیلات‌اند. تقاضای هر یک از مشتریان و ظرفیت هر تسهیل معلوم است. تعیین تعداد تسهیلات و مکان استقرار هر یک از آنها و همچنین نحوه تخصیص مشتریان به تسهیلات، جزء اهداف مساله مکانیابی - تخصیص است. استقرار تسهیلات در نقاط کاندید نیز، سبب ایجاد هزینه در سیستم حمل و نقل می‌شود: هزینه ثابت استقرار و هزینه حمل و نقل. معیار ارزیابی، مجموع این دو هزینه است، که باید حداقل شود.

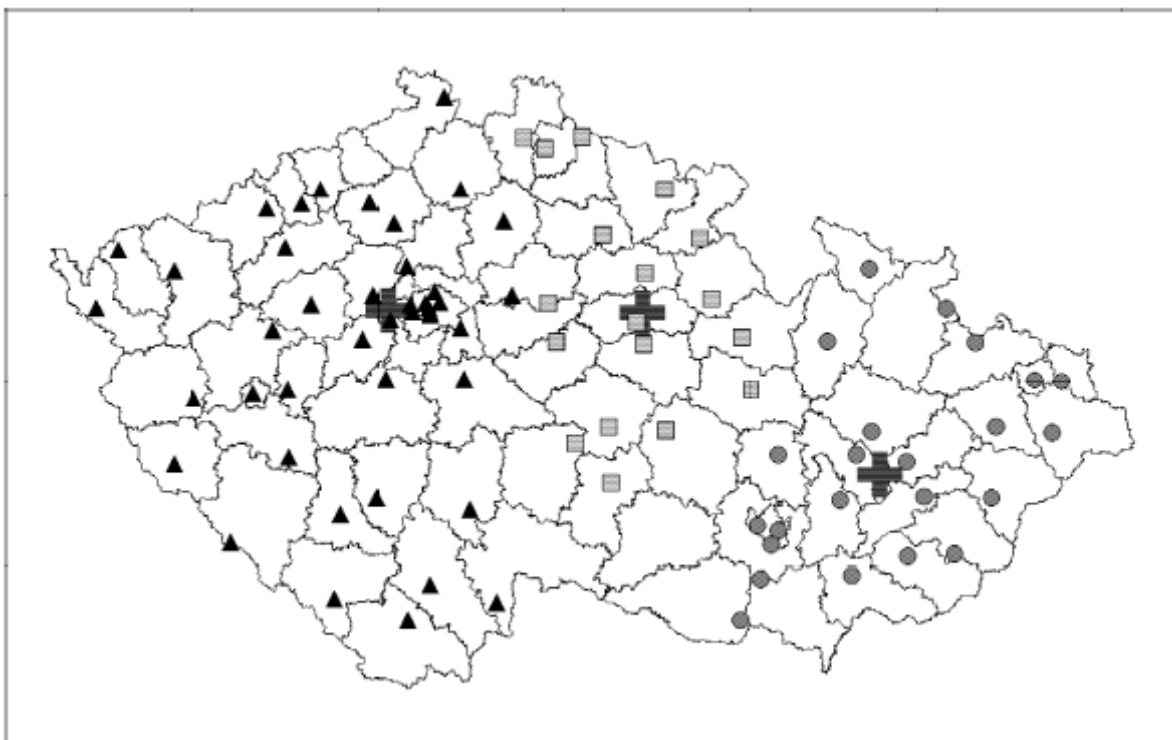
شکل ۱-۱، نمایی از مساله مکانیابی - تخصیص را نشان می‌دهد. در ناحیه ترسیم شده، ۸۴ مشتری وجود دارد که باید، بهترین تعداد تسهیلات، مکان استقرار آنها و نحوه تخصیص مشتریان به تسهیلات مشخص شود. با مقایسه نتایج حاصل از شکل‌های (۱-۱) و (۲-۱) و (۳-۱)، متوجه می‌شویم که، تعداد بهینه تسهیلات برابر ۲ است. چون کمترین مجموع هزینه حمل و نقل و ثابت را دارد. در شکل (۲-۱)، نقاط دایره به یک تسهیل و نقاط مربع، به تسهیلی دیگر تخصیص داده شده‌اند (Hanta, 2002). شکل  مکان استقرار تسهیلات را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱. استقرار ۱ تسهیل با هزینه کل ۲۱۷۶۷۴ واحد پول.



شکل ۱-۲. استقرار ۲ تسهیل با هزینه کل ۱۲۱۹۵۹ واحد پول.



شکل ۱-۳. استقرار ۳ تسهیل با هزینه کل ۱۲۴۶۰۸ واحد پول.

۱-۳- ضرورت انجام تحقیق

معمولاً مکانیابی کارخانه‌ها، انبارها و کلاً نقاط عرضه‌ای که بایستی به مشتریان سرویس‌رسانی کنند، تحت تأثیر هزینه‌های حمل و نقل قرار دارد. از اینرو مستقر کردن تعداد مناسبی از این‌گونه تسهیلات و یافتن مکان استقرارشان، تأثیر زیادی در کاهش هزینه حمل و نقل یک سیستم پشتیبانی زنجیره تامین دارد. از طرفی مطالعات انجام شده در خصوص حل چنین مسائلی ثابت کرده است که، این‌گونه مسائل معمولاً دارای نقاط بهینه محلی زیادی هستند. چون توابع هدف مسائل اشاره‌شده، محدب و مقعر نیست (Cooper, 1963). برای بررسی اینکه چگونه تعداد نقاط بهینه محلی، مساله اشاره‌شده با افزایش تعداد مشتریان تغییر می‌کند، تخمینی از تعداد نقاط بهینه محلی برای یک سری هفت‌تایی از مسائل بررسی شده، در جدول (۱-۱) آورده شده است.

جدول (۱-۱). تخمین تعداد نقاط بهینه محلی.

ردیف	مرجع مساله	m, n	تخمین تعداد نقاط بهینه محلی	احتمال بدست آوردن جواب بهینه
۱	ولدی، ۱۳۷۸	7, 3	۹	٪۳۰.۷
۲	ولدی، ۱۳۷۸	20, 3	۱۰	٪۲۱.۵
۳	ولدی، ۱۳۷۸	35, 3	۳۴	٪۱۸.۸
۴	ولدی، ۱۳۷۸	65, 5	>300	٪۹.۱
۵	ولدی، ۱۳۷۸	150, 21	1000	٪۰.۹
۶	ولدی، ۱۳۷۸	250, 25	نامعلوم	٪۰.۶۵*۱۰ ^{-۵}
۷	ولدی، ۱۳۷۸	500, 40	نامعلوم	٪۰.۶۵*۱۰ ^{-۵}

در جدول فوق، m, n ، به ترتیب نشان‌دهنده تعداد تسهیلات و مشتریان هستند. نتایج نشان می‌دهد که الگوریتم‌های دقیق، معمولاً روش‌های مناسبی برای حل مساله مکانیابی - تخصیص نیستند. از اینرو لازم است

که از روش‌های غیردقیق برای حل مساله اشاره شده استفاده شود. در این تحقیق، روش هیبریدی جدیدی برای حل مساله اشاره شده پیشنهاد می‌شود که منطق اصلی آن هدفمند نمودن، تعویض مکان استقرار تسهیلات برای فرار از نقاط بهینه محلی و تولید حل‌هایی مناسب برای بررسی است. چون رسیدن به یک نقطه بهینه محلی، مجموع هزینه‌های حمل‌ونقل و هزینه استقرار را در یک سیستم پشتیبانی زنجیره تامین به شدت افزایش می‌دهد.

۴-۱- اهداف مطالعه

با توجه به اهمیت مساله مکانیابی-تخصیص، هدف این تحقیق ادامه کار (Brimberg et al, 2005) و ارائه

روش هیبریدی جدیدی برای حل مساله مکانیابی - تخصیص با ظرفیت محدود^{۱۰}، است.

مفروضات مساله مذکور و تابع هدف آن به شرح ذیل است:

مفروضات مساله:

- ۱- مکان استقرار مشتریان و تقاضای هر یک از آنها مشخص است.
- ۲- مکان‌های کاندید استقرار تسهیلات، همان مکان استقرار مشتریان است.
- ۳- ظرفیت هر یک از تسهیلات یکسان است.
- ۴- محدودیت ظرفیت برای هر تسهیل وجود دارد.
- ۵- هر مشتری را می‌توان به بیش از یک تسهیل تخصیص داد.
- ۶- مسافت میان مشتری و تسهیل از نوع مستقیم^{۱۱} است.
- ۷- هزینه استقرار ثابت و متغیر برای مستقر کردن هر تسهیل وجود دارد.

اهداف:

- ۱- برای ارضای تقاضای مشتریان چه تعداد تسهیل باید مستقر کرد؟
- ۲- چه مکان‌هایی باید برای ارضای تقاضای مشتریان انتخاب شود؟

^{۱۰} . Capacitated Location – Allocation Problem.

^{۱۱} . Euclidean distance.

۳- هر یک از مشتریان را باید به چه تسهیلی تخصیص داد؟

۴- هر تسهیل چه حجمی از تقاضای هر مشتری را برآورده می‌کند؟

معیار ارزیابی تابع هدف، مجموع هزینه‌های حمل و نقل و ثابت است که باید حداقل شود. در این تحقیق، برای حل مساله فوق از روش هیبریدی الگوریتم K - میانی و الگوریتم جستجوی همسایگی ثابت استفاده شده است. تفصیل و توضیح بیشتر در خصوص روش پیشنهادی مذکور را به فصل‌های آینده واگذار می‌کنیم. برای محک‌زنی روش پیشنهادی جدید، نمونه مسائل استاندارد استانی که در این زمینه وجود دارد را با روش پیشنهادی خود حل نموده و با انواع روشهایی که تاکنون ارائه شده است مقایسه می‌نماییم. در نهایت با مقایسه نتایج حاصل، ارزشمند بودن روش ارائه شده را نشان می‌دهیم.

۱-۵- آرایش کلی گزارش

در فصل دوم تحقیق حاضر، به مرور ادبیات موضوع مساله مکانیابی - تخصیص پرداخته می‌شود. در فصل سوم، روش هیبریدی پیشنهادی برای حل مساله مکانیابی - تخصیص شرح داده می‌شود. در فصل چهارم، نتایج محاسباتی، برای مقایسه و ارزیابی عملکرد روش پیشنهادی نشان داده می‌شود. در فصل پنجم نیز، نتیجه‌گیری و تحقیقات آتی آورده شده است.

۱-۶- خلاصه فصل اول

در ابتدای این فصل، موضوع تحقیق یعنی مساله مکانیابی - تخصیص شرح داده شد. در ادامه ضرورت انجام تحقیق بیان شد. اهداف انجام تحقیق به همراه مفروضات و اهداف مساله مکانیابی - تخصیص توضیح داده شد. در فصل بعد شرح مفصلی از ادبیات موضوع و کارهای انجام شده در این زمینه بیان می‌شود.

فصل دوم

ادبیات موضوع