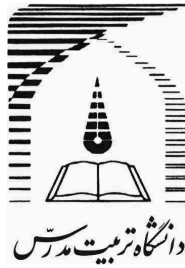


لا اله الا الله



دانشگاه تربیت مدرس  
دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد  
رشته مهندسی صنایع گرایش صنایع

مدلسازی و حل مسأله مسیر یابی خودرو چند قرارگاهی، با استفاده از

روشهای هوشمند

نگارنده

محمد ملک زاده

استاد راهنما

دکتر نسیم نھاوندی

خرداد ۸۸

## تقدیر و تشکر

برخود لازم میدانم از استاد گرانقدر خانم دکتر نسیم نهاوندی که با راهنمایی خود مرا در انجام این کار یاری فرمودند صمیمانه سپاسگزاری نمایم.



بسمه تعالی

## تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

آقای محمد ملک زاده پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان مدلسازی و حل مسئله مسیر یابی خودرو چند قرارگاهی، با استفاده از روشهای هوشمند در تاریخ ۱۳۸۸/۴/۲۷ ارائه کردند.

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

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر نسیم نهاوندی	استادیار	
استاد ناظر	دکتر محمد رضا امین ناصری	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر الپس مسیحی	استادیار	
استاد ناظر	دکتر فریبرز جولای	دانشیار	
مدیر گروه (با نماینده گروه تخصصی)	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 دانشجوی 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 و یا نرم افزار و یا آثار ویژه 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 آئین‌نامه 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 ۸۷/۴/۱ 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.

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

نظر 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 نگارنده در رشته مهندسی صنایع است که در سال ۱۳۸۸ در دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم دکتر نسیم نهاوندی، 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 محمد ملک زاده دانشجوی رشته مهندسی صنایع مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: محمد ملک زاده

تاریخ و امضا: ۱۳۸۸، ۴، ۲۵

## چکیده

در این تحقیق به دنبال حل مسأله مسیر یابی خودرو چند قرارگاهی، با استفاده از شبکه های عصبی می باشیم. مسیر یابی از مهمترین مسائل مطرح در تحقیق در عملیات و در شاخه نظریه گراف است که در صنعت حمل و نقل و بخش خدمات کاربرد فراوانی دارد و بسیاری از مسائل پیرامون ما را در بر می گیرد.

در مسائل مسیریابی سوال اساسی این است که هر کدام از سرویس دهندگان کدام یک از سرویس گیرندگان را تحت پوشش قرار دهد و از طرفی ترتیب ارائه سرویس چگونه باشد تا هزینه کل حداقل گردد؟ از آنجایی که مسأله مسیریابی که در این تحقیق بررسی خواهد شد از نوع مسائل NP-hard می باشد، الگوریتم های دقیق قادر به حل مسائل مسیریابی در ابعاد بزرگ نمی باشند و یا از نظر محاسباتی بسیار زمان بر می باشند. به همین دلیل الگوریتم های ابتکاری و فرا ابتکاری مورد توجه قرار گرفته اند. همانطور که گفته شد روشی که برای حل این مسأله در نظر گرفته شده است، استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی می باشد. در این تحقیق سعی شده است ابتدا به کمک یک الگوریتم تخصیص هریک از مشتریان به یکی از قرارگاهها تخصیص یابند و در مرحله بعد با مدل کردن هر یک از قرارگاهها در قالب یک شبکه عصبی مصنوعی هاپفیلد مسیر خودروهای واقع در این قرارگاه مشخص گردد. در نهایت به منظور بهبود جواب و نزدیک شدن به جواب بهینه به کمک الگوریتم LKH<sup>1</sup> مسیر هر یک از خودروها اصلاح می شود.

به منظور بررسی عملکرد الگوریتم از میان مسائل موجود در ادبیات موضوع ۱۰ مسأله تک قرارگاهی و ۱۰ مسأله چند قرارگاهی انتخاب و با الگوریتم ارائه شده حل گردید. با توجه به نتایج حاصل شده از این مسائل، الگوریتم پیشنهادی دادای متوسط خطای ۳.۸۷ درصد می باشد.

کلمات کلیدی: بهینه سازی، مسأله مسیریابی خودروها، حمل و نقل، روشهای ابتکاری، شبکه های عصبی مصنوعی، شبکه های هاپفیلد

---

<sup>1</sup> Lin-Kernighan heuristic

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵	فهرست جدولها
۵	فهرست نمودارها
۹	فهرست شکلها
۱	فصل اول : کلیات
۱	۱-۱. مقدمه
۲	۲-۱. تعریف مسأله و بیان موضوع اصلی تحقیق و جنبه نوآوری آن
۴	۳-۱. مفروضات تحقیق
۵	۴-۱. کاربردهای مسأله
۶	۵-۱. روش انجام تحقیق و تجزیه و تحلیل نتایج
۶	۶-۱. ساختار پایان نامه
۷	۷-۱. جمع بندی
۸	فصل دوم : معرفی مسأله و مرور تحقیقات انجام شده
۸	۱-۲. مقدمه
۹	۲-۲. تعریف نمادین مسأله
۱۱	۳-۲. مدل عمومی مسأله خودرو چند قرارگاهی
۱۸	۴-۲. طبقه بندی استراتژیهای حل
۲۰	۵-۲. طبقه بندی مسائل مسیریابی خودرو
۲۷	۶-۲. روشهای حل مسائل مسیریابی خودرو



۲۷	۲-۶-۱. روش های دقیق:
۲۸	۲-۶-۲. روشهای ابتکاری
۳۲	۲-۶-۳. روشهای فراابتکاری
۳۷	۲-۷. شبکه های هاپفیلد
۳۹	۲-۷-۱. به کارگیری شبکه هاپفیلد در حل مسائل بهینه سازی
۴۰	۲-۷-۲. بکارگیری شبکه هاپفیلد در حل مسأله TSP
۴۳	۲-۸. جمع بندی
۴۴	<b>فصل سوم: بکارگیری شبکه هاپفیلد برای حل مسأله مسیریابی خودرو</b>
۴۴	۳-۱. مقدمه
۴۵	۳-۲. رویکرد تبدیل مسأله چند قرارگاهی به مسأله های تک قرارگاهی
۴۶	۳-۳. بکارگیری شبکه هاپفیلد در حل مسأله مسیریابی تک قرار گاهی
۴۸	۳-۳-۱. پیاده سازی محدودیتهای نوع اول در شبکه
۴۹	۳-۳-۲. پیاده سازی محدودیتهای نوع دوم در شبکه
۵۰	۳-۳-۳. پیاده سازی محدودیتهای نوع سوم در شبکه
۵۰	۳-۳-۴. برآورد پارامتر $\lambda$
۵۴	۳-۴. بهبود عملکرد شبکه ایجاد شده
۵۶	۳-۵. بکارگیری الگوریتم LKH
۵۸	۳-۶. نتایج کامپیوتری
۶۷	۳-۷. بحث پیرامون نتایج
۷۰	۳-۸. جمع بندی
۷۱	<b>فصل چهارم: نتایج و پیشنهادها برای تحقیقات آتی</b>

۷۱	۱-۴. مقدمه
۷۱	۲-۲. خلاصه تحقیق
۷۲	۳-۴. نتیجه گیری و دستاوردهای تحقیق
۷۴	۴-۴. زمینه های تحقیقات آتی
۷۴	۵-۴. جمع بندی
۷۵	مراجع

## فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۴	جدول ۱-۲: جدول عناصر و موقعیتها
۲۶	جدول ۲-۲: جدول طبقه بندی مسائل مسیر یابی خودروها
۵۷	جدول ۱-۳ میزان بهبود پاسخ ها به کمک الگوریتم LKH
۵۹	جدول ۲-۳: مسأله VRP6
۶۱	جدول ۳-۳: پاسخ مسأله VRP6
۶۲	جدول ۴-۳: نتایج کامپیوتری

## فهرست نمودارها

صفحه	عنوان
۶۸	نمودار ۱-۳: نمودار تغییرت متوسط خطا در مسائل تک قرارگاهی
۶۸	نمودار ۲-۳: نمودار تغییرت متوسط خطا در مسائل چند قرارگاهی
۶۹	نمودار ۳-۳: نمودار تغییرت متوسط خطا در مسائل تک قرارگاهی و چند قرارگاهی
۶۹	نمودار ۴-۳: نمودار تغییرت متوسط خطا نسبت به تعداد قرارگاه در مسائل چند قرارگاهی

## فهرست شکلها

صفحه	عنوان
۴۱	شکل ۱-۲: ماتریس شهر- موقعیت در مسأله TSP
۵۳	شکل ۱-۳: شبکه استفاده شده برای حل VRP با $m$ متغیر و $n$ مشتری
۵۴	شکل ۲-۳: ساختار شبکه

# فصل اول

## کلیات

### ۱-۱. مقدمه

بهینه سازی هزینه های حمل و جابجایی کالا، مورد توجه مدیران کارشناسان و پژوهشگران علوم مربوطه می باشد. در سطح کلان و ملی، استفاده از ناوگان مناسب در حمل و نقل کالا باعث می شود که قیمت تمام شده محصولات و خدمات کمتر شود. مسیر یابی مناسب، برنامه ریزی و نظارت بر ناوگان حمل و نقل و تعیین تعداد و نوع آنها از دیدگاه هزینه ها، استراتژی های تصمیم گیری بوده و در سطوح خرد و کلان قابل تامل می باشد.

در این راستا مسأله مسیر یابی خودرو تک قرارگاهی و چند قرارگاهی نیز به عنوان یک مسأله تخصیص منابع در زمینه حمل و نقل مورد توجه واقع شده است. آنچه که در این مسائل به آن پرداخته می‌شود، چگونگی تخصیص منابع بر اساس محدودیت های زمان و هزینه می باشد.

## ۲-۱. تعریف مسأله و بیان موضوع اصلی تحقیق و جنبه نوآوری آن

مسأله VRP<sup>۲</sup> و حالت خاص آن یعنی مسأله MDVRP<sup>۳</sup> یکی از شناخته شده ترین مسائل در زمینه تحقیق در عملیات و بهینه سازی ترکیبی می باشد. یک تعریف کوتاه و اما جامع از MDVRP را می توان بدین صورت بیان نمود:

مجموعه ای از مشتریان  $\{1,2,..,n\}$  که توسط یک سری از قرارگاه ها  $\{1,2,..,M\}$  تغذیه می گردند. در هر یک از این قرارگاه  $m$  خودرو مستقر شده اند و این خودروها به ارائه خدمات به مشتریان می پردازند . پیمودن مسیر فواصل بین مشتریان هزینه هایی را دربردارد که این هزینه ها می توانند معانی متفاوتی داشته باشند (Pisinger and Ropke,2005).

یک جواب شدنی برای این نوع مسائل این است که هر یک از مشتریان به یکی از قرارگاهها تخصیص یابند و هر خودرو قرار گرفته در قرارگاهها با طی یک مسیر به ارائه خدمت به مشتریان پردازد و در هر مسیر مشتری تنها یک بار خدمات دریافت نماید . جواب بهینه در نهایت در جهت حداقل کردن هزینه کل حمل عمل خواهد نمود.

عناصر اصلی استفاده شده در تعریف مسأله حمل و نقل، مشتری، قرارگاه و خودرو می باشد. مشتری رکن اصلی و نیروی موثر چنین سیستمی است. هر مشتری میزان معینی از نوعی خدمت تقاضا می کند و نیاز به ارائه خدمات کارا تر و موثرتر برای مشتریان، دلیل مطرح شدن این نوع مسائل می باشد. قرارگاه یا قرارگاه ها، شامل منابعی هستند که مشتریان درخواست می کنند. این قرارگاه ها

---

<sup>2</sup> Vehicle Routing Problems

<sup>3</sup> Multi Depot Vehicle Routing Problems

می توانند انبار مرکزی یا دفتر مرکزی اداره خدماتی باشند از طرف دیگر مشتریان نیز ممکن است، یک مصرف کننده نهایی، یا یک خرده فروشی و یا هر نوع مصرف کننده دیگری باشند. علاوه بر این خودرو به عنوان یک اصطلاح عمومی شامل هر نوع تجهیزات یا امکاناتی می باشد که قادر است منابع را در فاصله بین قرارگاه ها و مشتری منتقل نماید.

مشتریان به عنوان یکی از عناصر مسائل حمل و نقل تعیین کننده توالی حرکت منابع تخصیص یافته هستند

حال اگر به مسأله مسیریابی خودروها و نحوه رفتار سه عنصر اصلی آن (مشتری، قرارگاه و خودرو) توجه نماییم، می توان این مسائل را به انواع مختلفی از مسائل تصمیم گیری در برنامه ریزی تخصیص منابع تقسیم کرد.

راه حل و جواب های انواع مسائل مسیریابی خودروها از اهمیت شایانی در مسائل کاربردی برخوردار می باشند و روش های حل انواع مختلف این سری از مسائل محور پژوهش های مختلفی قرار گرفته است. بطور کلی روش های حل را می توان به دو گروه روش های دقیق و روشهای تقریبی (ابتکاری و فراابتکاری) تقسیم کرد.

با توجه به محدودیت الگوریتم های ریاضی (روشهای دقیق) و عدم کارایی آنها در مسائل بزرگ مسیریابی، طرح الگوریتم های ابتکاری و فراابتکاری از اهمیت بیشتری برخوردار است.

در این راستا در این تحقیق سعی شده از روش شبکه های عصبی به عنوان یک روش ابتکاری برای حل این مسأله بهینه یابی ترکیبی استفاده شود که در ادبیات موضوعی کمتر به آن پرداخته شده است. این روش حل همانند بسیاری از روشهای ابتکاری دیگر از مکانیسم های موجود در طبیعت الهام گرفته است، با توجه به خاصیت پردازش موازی اطلاعات در مغز انسان و استفاده از این رویکرد در شبکه های عصبی مصنوعی، راه کاری برای حل مسائل بهینه سازی مطرح شده است. در واقع شبکه های عصبی مدل های محاسباتی هستند که همانند نرون های مغز انسان عمل می نمایند.



اما نکته بسیار مهم این است که الگوریتم شبکه های عصبی یک الگوریتم ایجاد کننده است بدین معنی که یک جواب شدنی می دهد بدون اینکه تضمینی برای بهینه بودن آن وجود داشته باشد. جهت بهینه سازی جوابهای مسأله نیاز به روش دیگری است که در حقیقت تکمیل کننده روش حل شبکه های عصبی خواهد بود. روش و الگوریتم مورد استفاده در این پژوهش، الگوریتم بهبود دهنده LKH<sup>4</sup> است. این الگوریتم به دسته الگوریتم های بهینه یابی محلی تعلق دارد. در این الگوریتم یک مسیر کامل از تمامی گره ها تشکیل شده و ۲ یا  $\lambda$  کمان با یکدیگر به گونه ای جابجا می شوند تا بهبودی در طول کل مسیر حاصل گردد. این امر تا وقتی که دیگر هیچ بهبودی امکان پذیر نباشد، ادامه می یابد و بدین ترتیب جواب نهایی بهبود می یابد.

### ۱-۳. مفروضات تحقیق

در این تحقیق مسأله مسیر یابی چند قرارگاهی بررسی می شود. در این مسأله به کمک یک سری از خودروهای واقع در قرارگاهها، محصول خاص و یا خدمات ویژه ای به مشتریان ارائه می گردد. تابع هدف به دنبال کمینه کردن مجموع هزینه های توزیع می باشد.

به طور خلاصه مفروضات زیر در این مدل در نظر گرفته شده اند:

۱. تعداد مراکز سرویس دهی بیش از یکی می باشد.
۲. تعداد سرویس دهندگان در هر مرکز سرویس ثابت می باشد.
۳. تعداد سرویس گیرندگان ثابت می باشد.
۴. زمان ارائه سرویس صفر در نظر گرفته نشده است.
۵. گراف مورد نظر یک گراف کامل می باشد.
۶. هزینه های رفت و برگشت روی هر یال برابر می باشند.

---

<sup>4</sup> Lin-Kernighan heuristic

۷. ناوگان وسایل حمل و نقل به صورت همسان و بدون محدودیت ظرفیت در نظر گرفته شده است.

۸. تقاضای هر یک از مشتریان ثابت می باشد.

۹. همگی مسیرهای خدمت رسانی از مبدا یا قرارگاه ها شروع و در نهایت پس از ارائه خدمت به آنها ختم می شوند.

### ۱-۴. اهمیت و کاربردهای مسأله

هزینه های حمل و نقل یکی از فاکتورهای مهم در هزینه تمام شده محصولات می باشد. در واقع بالا بودن هزینه های حمل و نقل و اهمیت این بخش در اقتصاد کشورهای مختلف جهان موجب گردیده است که به مسائل مسیریابی خودروها و حل آنها توجه بسزایی شود. بر اساس یک پژوهش صورت گرفته (Srivastava and Benton, 1990) هزینه های حمل و نقل و انبارداری در حدود ۲۰ درصد از کل تولید ناخالص داخلی (GDP<sup>۵</sup>) برآورد شده است و در پژوهشی دیگری میزان هزینه های توزیع در حدود ۱۶ درصد ارزش فروش یک محصول اعلام شده است (Kearny, 1980).

بنابراین علت متداول بودن و اهمیت به مسائل VRP در ادبیات موضوع، دستاوردهای بسیار بزرگ بالقوه در تغییر سیستم حمل و نقل و ارزش افزوده ای است که می توان با بهبود آن ایجاد کرد. دامنه کاربردهای انواع مختلف مسائل مسیریابی، بسیار وسیع و گسترده می باشد بطوریکه در زمینه های متفاوتی چون برنامه ریزی مسیر کشتی ها و هواپیماها، سیستم های جمع آوری زباله، سرویس های ادارات و مدارس، زمانبندی جمع آوری و ارسال محموله های پستی، سیستم های پاسخگویی اضطراری از قبیل آتش نشانی، آمبولانس ها، سیستمهای توزیع مواد غذایی و بسیاری دیگر کاربرد دارند. هر یک از موارد بالا، بنابر مفروضات و محدودیتها برای عناصر سه گانه مسائل

---

<sup>5</sup> Gross Domestic Product

مسیریابی و تابع هدف و حتی نوع مسیرهای حرکت خودروها، می توانند به عنوان یک مسأله مسیریابی تعریف گردد.

با نگاهی گذرا به زمینه های کاربرد این سری از مسائل می توان اهمیت آن را در کاهش هزینه ها و بهینه کردن خدمات حتی در مسائل مربوط به امور بسیار مهم شهری دریافت.

### ۱-۵. روش انجام تحقیق و تجزیه و تحلیل نتایج

مراحل کلی انجام تحقیق عبارتند از:

- گردآوری و مطالعه منابع، مقالات و کتابهای مربوط به موضوع در جهت یافتن شناخت کاملی نسبت به مسأله
- تهیه مدل و پیاده سازی مسأله در قالب مدل شبکه عصبی هاپفیلد
- بررسی کارایی روش حل پیشنهادی با توجه به مقایسه جوابهای مدل و روشهای حل موجود در ادبیات موضوع

روش گردآوری اطلاعات شامل استفاده از اینترنت، استفاده از کتابها، استفاده از مقالات و مجله های علمی موجود در کتابخانه ها است.

نتایج حل حاصل از رویکرد حل پیشنهادی با توجه به مقایسه هزینه کل جواب نهایی با مقادیر موجود در ادبیات موضوع مقایسه شده اند.

### ۱-۶. ساختار پایان نامه

فصل حاضر که فصل اول پایان نامه است به بیان کلیاتی در ارتباط با هدف و جنبه نوآوری

تحقیق، معرفی و تعریف مسأله، کاربردهای مسأله، روش انجام تحقیق و ساختار کلی نگارشی تحقیق

اختصاص دارد. در فصل دوم به معرفی کامل مسأله، مدل عمومی مسأله، معرفی استراتژیها و روشهای مختلف حل و در نهایت به دسته بندی مسائل مختلف پرداخته می شود. از آنجایی که در این تحقیق روش شبکه های عصبی هاپفیلد برای حل این مسأله بکار گرفته شده است، در پایان فصل دوم به معرفی شبکه هاپفیلد می پردازیم. فصل سوم به بیان رویکرد پیشنهادی برای حل مسأله اختصاص دارد. در این فصل سعی شده است مسأله در قالب یک مدل شبکه عصبی هاپفیلد پیاده سازی گردد. در پایان در فصل چهارم به بیان و مقایسه نتایج و نتیجه گیری کلی و مسیر تحقیقات آتی پرداخته ایم.

## ۱-۷. جمع بندی

این فصل به بیان کلیات تحقیق اختصاص داشت. پس از بیان مقدمه ای در مورد زمینه تحقیق، به معرفی اجمالی مسأله تحقیق، اهمیت مسأله و جنبه کاربردی بودن آن و نیز به بیان مفروضات کلی مسأله پرداخته شد.