بسمه تعالی

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

**خانم سوسن پناهی** پایان نامه ٦ واحدی خود را **با عنوان مسیریابی پویای وسایل نقلیه کاربرمحور در شبکه حمل ونقل شهری مبتنی بر یادگیری سیستم های چند عامله هوشمند** در تاریخ ۱۳۹۲/۹/۳۰ 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 - سیستمهای اقتصادی اجتماعی پیشنهاد می کنند.

| عضو هیات داوران | نام و نام خانوادگی | رتبه علمی | امضا |
|---|---|---|---|
| استاد راهنما | دکتر عیسی نخعی کمال آبادی | استاد | |
| استاد مشاور | دکتر علیرضا عیدی | استادیار | |
| استاد ناظر | دکتر محمد مهدی سپهری | دانشیار | |
| استاد ناظر | دکتر جعفر رزمی | استاد | |
| مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی) | دکتر محمد مهدی سپهری | دانشیار | |

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

**مقدمه:** با عنایت به سیاست‌های پژوهشی 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 هیات علمی، دانشجویان، دانش آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی که با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

**ماده ۱-** حقوق مادی و معنوی پایان نامه‌ها / رساله‌های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره‌برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مصوب دانشگاه باشد.

**ماده ۲-** انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما مسئول مکاتبات مقاله باشد.

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

**ماده ۳-** انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین نامه های مصوب انجام می‌شود.

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

**ماده ۵-** این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری می شود.

سوسن سناهی

نام و نام خانوادگی

امضاء

## آیین نامه چاپ پایان‌نامه (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 می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثارعلمی» 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 است که در 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 هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت‌چاپ) را به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر درمعرض فروش قرار دهد.

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

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

ماده ۶: اینجانب سوسن پیامی دانشجوی رشته معماری صنایع مقطع کارشناسی ارشد

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

نام و نام خانوادگی: سوسن پیامی

تاریخ و امضا: ۹۲،۱۱،۷

**دانشکده فنی مهندسی**
**پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد**
**رشته مهندسی صنایع**
**گرایش سیستم های اقتصادی اجتماعی**

# مسیریابی پویای وسایل نقلیه کاربر محور در شبکه حمل‌ونقل شهری مبتنی بریادگیری عامل‌های هوشمند چندگانه

**نگارنده:** سوسن پناهی

**استاد راهنما**: دکتر عیسی نخعی کمال آبادی

**استاد مشاور:** دکتر علیرضا عیدی

آذر

۱۳۹۲

تقدیم به:

پدر و مادرم به پاس یک عمر محبت و فداکاری

همسر مهربانم به پاس همراهی او

و تمام کسانی که مرا علم آموختند.

## تقدیر و تشکر:

**منم زیبا که زیبا بنده‌ام را دوست می دارم**

**تو بگشا گوش دل پروردگارت با تو می گوید**

**تورا در بیکران دنیای تنهایان رهایت من نخواهم کرد**

– سهراب سپهری–

**و سپاس در آغاز و انجام اوراست...**

- برخود می‌دانم که ابتدا از زحمات و حمایت‌های **خانواده عزیزم** تشکر کنم. بی شک بدون از خودگذشتگی‌ها، حمایت‌ها و دعای خیر پدر و مادرم، همراهی و کمک همسرم و محبت و حمایت خواهر عزیزم، پیمودن مسیر زندگی‌ام امکان پذیر نبود.
- از استاد راهنما و استاد مشاور گرامی **جناب آقای دکتر نخعی** و جناب **آقای دکتر عیدی** بخاطر کلیه زحماتی که برای آموختن به من متحمل شدند نهایت تشکر را دارم. طی کردن مسیر این پروژه با هدایت و پیگیری ایشان امکان پذیر شد.
- از **اساتیدم در دانشگاه تربیت مدرس**، به پاس آن‌چه از ایشان آموختم و به پاس تمام حمایت‌هایشان نهایت تشکر را دارم.
- در نهایت نیز از کلیه **دوستانم** به خصوص سرکار خانم مهندس تاری تشکر می‌کنم، حضور و حمایت‌هایشان در این مدت برایم نعمت با ارزشی بود. موفقیت ایشان را از خدای بزرگ خواستارم.

## چکیده

تراکم ایجاد تاخیر و پیدایش صف‌های طولانی در شبکه معابر شهری موجب شده است تا متصدیان امور حمل ونقل در جهت بهره برداری بهینه از سیستم نسبت به کارگیری روش‌های مدیریتی در شبکه معابر شهری اقدام نمایند. لذا هدف کلی تحقیق را می‌توان در قالب توسعه استراتژی‌های موثر مسیریابی به منظور هدایت وسایل نقلیه تعریف کرد. ارزش سویه‌ها بر روی سویه‌های شبکه‌های حمل‌ونقل تحت تاثیر برخی از نامعینی‌ها نظیر تصادفات بشکل پویا تغییر می‌یابد. لذا بدلیل مشکل بودن محاسبات بهترین مسیر پویا در این وضعیت و نیز غیر کافی بودن مدل‌های موجود در ادبیات موضوع، پیدا کردن مدل جایگزین برای الگوریتم مسیریابی یکی از انگیزه‌های تحقیقات در این زمینه بوده است. در این پایان نامه سیستم هدایت مسیر، از شبکه مورد نظر ، داده های مربوط به معیارهای انتخاب مسیر، ضرایب هر کدام از این معیارها تشکیل یافته است. نکته مهم در اینجا کاربر محور بودن مساله است یعنی راننده با وارد نمودن وزن‌های دلخواه به هر کدام از معیارهای مد نظر و مشخص نمودن مبدا و مقصد خود می‌تواند بهترین مسیر را به وسیله عامل‌های هوشمند مستقر در هر تقاطع که خود به سیستم مرکزی متصل هستند، دریافت نماید. مساله مورد نظر در واقع یادگیری این عامل-های هوشمند می باشد. در این پایان نامه از تلفیق دو رویکرد Q-learning و AntSystem(AS) با نام الگوریتم ANT-Q استفاده شده است. از نتایج مهم تحقیق ارائه شده می‌توان به معرفی یک مدل ترکیبی بر پایه عامل‌ها و استفاده از اطلاعات زمان واقعی، حل مدل مساله هدایت مسیر در وضعیت پویا با روش‌های شبیه‌سازی، توانمندسازی مدل‌های یادگیری پیشنهاد شده در ارائه سیاست یا استراتژی انتخاب مسیر در تطبیق با شرایط پویای ترافیکی می‌باشد. در پایان می‌توان به اجرای الگوریتم‌ها بر روی بخشی از شبکه ترافیکی شهر تهران بعنوان یک نمونه واقعی اشاره نمود.



**کلمات کلیدی:** سیستم‌های هوشمند، مسیریابی، حمل و نقل پویا، یادگیری تقویتی، عامل‌های هوشمند

**فهرست مطالب**


**فصل اول: معرفی و کلیات** ۱

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲ اهمیت و ضرورت انجام تحقیق ۳

۱-۳ تعریف مساله ۴

۱-۴سوالات تحقیق ۶

۱-۵ جنبه جدید و نوآوری تحقیق ۶

۱-۶ کاربردهای تحقیق ۷

۱-۷ فرضیات تحقیق ۷

**فصل دوم: مرور ادبیات سیستم‌های حمل ونقل هوشمند** ۸

۲-۱ مقدمه ۹

۲-۲ تعریف سیستم‌های حمل و نقل هوشمند ۹

۲-۳ تقسیم بندی ITS و قلمرو کاربردی پایان نامه ۱۲

۲-۴ تاریخچه ITS ۱۳

۲-۴-۱ تاریخچه ITS در جهان ۱۳

۲-۴-۲ تاریخچه ITS در ایران ۱۴

۲-۵ مزایای عمده ITS ۱۵

۲-۵-۱ افزایش ایمنی ۱۵

۲-۵-۲ تراکم و تاخیر ۱۵

۲-۵-۳ کارایی شبکه زیر ساخت ۱۵

۲-۵-۴ بهره‌وری ۱۶

۲-۵-۵ مصرف انرژی و محیط زیست ۱۶

۲-۵-۶ اطلاع رسانی ۱۷

۲-۶ محدودیت های ITS در کشورهای در حال توسعه ۱۸

۲-۷ گروههای خدمات کاربرITS ۱۸

۲-۷-۱ مدیریت ترافیک و سفر ۱۹

۲-۷-۲ بهره برداری از حمل و نقل عمومی ۱۹

۲-۷-۳ پرداخت الکترونیکی ۱۹

۲-۷-۴ عملیات ناوگان تجاری ۲۰

۲-۷-۵ مدیریت فوریت‌ها ۲۰

۲-۷-۶ سیستم پیشرفته ایمنی و کنترل وسایل نقلیه ۲۰
۲-۷-۷ مدیریت اطلاعات ۲۱
۲-۷-۸ مدیریت نگهداری و ساخت ۲۱
۲-۸ حوزه‌های فعالیت در ITS ۲۲
**فصل سوم: مسیریابی در سیستم‌های حمل‌ونقلی** ۲۵
۳-۱ مقدمه ۲۶
۳-۲ ماژول برنامه ریزی مسیر ۲۷
۳-۳ هدایت مسیر چند هدفه ۲۷
۳-۴ سیستم های هدایت مسیر دینامیک و استاتیک ۲۸
۳-۵ الگوریتم کوتاهترین مسیر ۳۰
۳-۵-۱ الگوریتم دایکسترا ۳۰
۳-۵-۲ جستجوی ابتکاری ۳۱
۳-۵-۲-۱ محدود کردن حوزه جستجو ۳۲
۳-۵-۲-۲ تجزیه مساله جستجو ۳۲
۳-۵-۲-۳ محدود کردن لینک‌های جستجو ۳۲
۳-۵-۳ جستجوی سلسله مراتبی ۳۳
۳-۵-۴ جستجوی دوطرفه ۳۳
۳-۶ سیستم‌های قطعی و تصادفی ۳۴
۳-۷ مسیریابی در سیستم‌های هوشمند ۳۶
۳-۷-۱ فاکتورهای موثر بر انتخاب مسیر از سوی کاربران هدایت مسیر ۳۷
**فصل چهارم** ۳۹
**هدایت مسیر وسایل نقلیه مبتنی بر عامل‌ها**
۴-۱ مقدمه ۴۰
۴-۲ تعریف عامل ۴۱
۴-۲-۱ کاربرد راه حل‌های منتنی بر عامل ۴۴
۴-۲-۲ محدودیت راه حل های مبتنی بر عامل ۴۵
۴-۳ تعریف سیستم های چند عاملی ۴۶
۴-۳-۱ سیستم مدیریت ترافیک چند عاملی ۴۶
۴-۳-۲ خصوصیت سیستم های چند عاملی ۴۷
۴-۴ طبقه بندی عامل ها از لحاظ هوشمندی ۴۸

۴-۵ یادگیری در سیستم های هوشمند ۴۹
۴-۵-۱ مساله یادگیری تقویتی ۵۰
۴-۵-۱-۱ خاصیت مارکوف ۵۴
۴-۵-۱-۲ تخمین تابع های ارزش و معادله بهینگی بلمن ۵۶
۴-۵-۲ روش‌های پایه‌ای حل مساله یادگیری تقویتی ۵۷
۴-۵-۲-۱روش‌های یادگیری اختلاف موقت ۵۸
۴-۵-۲-۱-۱روش SARSA ۵۹
۴-۵-۲-۱-۲ روش Q-learning ۶۱
۴-۶ الگوریتم فرا ابتکاری مورچگان ۶۴
۴-۶-۱ معرفی اجتماع مورچگان ۶۵
۴-۶-۲سیستم مورچگان ۶۸
۴-۷رویکرد تلفیقی سیستم مورچگان و Ant-Q یادگیری تقویتی ۷۱
۴-۸ روش تحلیل سلسله مراتبیAHP ۷۴
۴-۸-۱ کاربردها ۷۵
۴-۸-۲ قدم‌های فرایند تحلیل سلسله مراتبی ۷۵
**فصل پنجم: مبانی و متدولوژی تحقیق** ۷۸
۵-۱ مقدمه ۷۹
۵-۲ مفاهیم اولیه ۸۰
۵-۲-۱ توصیف شبکه ۸۰
۵-۲-۲ سطح سرویس دهی ۸۰
۵-۳ پیشینه طرحهای کنترل ترافیک در تهران ۸۱
۵-۴ محدوده شبکه مورد مطالعه ۸۲
۵-۵ مفروضات ۸۲
۵-۶ داده های مورد استفاده مساله ۸۲
۵-۷ الگوریتم یادگیری برای مساله مورد بررسی ۸۳
۵-۸ اجرای الگوریتم یادگیری عامل‌ها بر روی شبکه ۸۹
۵-۹ فلوچارت الگوریتم Ant-Q ۹۳
۵-۱۰ شبیه سازی الگوریتم یادگیری ۹۸
۵-۱۱ نتایج اجرای شبیه سازی ۹۹

۵-۱۲ ارزیابی عملکرد ۱۰۱
۵-۱۳ تنظیم پارامترهای مدل ۱۰۲
۵-۱۳-۱ نرخ یادگیری ۱۰۳
۵-۱۳-۲ تنظیم ضریب تنزیل پاداش ۱۰۴
۵-۱۲-۳ تنظیم تعداد تکرار شبیه سازی ۱۰۴
۵-۱۴ مقادیر نهایی انتخاب شده برای پارامترهای مدل یادگیری ۱۰۶
۵-۱۵ اجرای مدل یادگیری در وضعیت پویا یا غیر ایستا ۱۰۷
**فصل ششم نتیجه گیری و تحقیقات آتی** ۱۱۰
۶-۱مقدمه ۱۱۱
۶-۲نتایج مهم تحقیق ۱۱۱
۶-۳محدودیت‌های تحقیقات مورد بررسی ۱۱۳
۶-۴ پیشنهادات برای تحقیقات آتی ۱۱۴
منابع ۱۱۵
پیوست الف ۱۲۳

**فهرست شکل‌ها**


شکل ۲-۱ ساختار درختی مساله تحقیق ۱۲
شکل ۲-۲ حوزه های مهم فعالیت در ITS ۲۲
شکل ۳-۱ جست و جوی کوتاهترین مسیر در شبکه‌های سلسله مراتبی دو سطحی ۳۳
شکل ۴-۱ نمایشی از ساختار پایه ای هر عامل ۴۹
شکل ۴-۲ فلوچارت الگوریتم مسیر یابی به منظور مدلسازی کمی ۵۰
شکل ۴-۳ نمایشی از اجزای یادگیری تقویتی ۵۴
شکل ۴-۴ الگوریتم SARSA ۶۰
شکل ۴-۵ الگوریتم Q-learning ۶۱
شکل ۴-۶ نمونه ای از یک شبکه ۶۲
شکل ۴-۷ الگوریتم ACO ۶۸
شکل ۴-۸ الگوریتم Ant-Q ۷۳
شکل ۵-۱ شبکه مورد بررسی در این تحقیق ۹۰
شکل ۵-۲ نمای واقعی از شبکه مورد نظر ۹۱
شکل ۵-۳ فلوچارت الگوریتم یادگیری مساله تحقیق ۹۳
شکل ۵-۴ مسیر نهایی در شبکه مساله تحقیق ۱۰۰
شکل۵-۵ مسیرنهایی درصورت پویایی ۱۰۹

**فهرست نمودارها**


نمودار ۵-۱ نمودار ارزیابی عملکرد ۱۰۱

نمودار۵-۲ نمودار روند تغییرات متوسط زمان مسیر یابی به ازای مقادیر مختلف نرخ یادگیری ۱۰۳

نمودار ۵-۳نمودار روند تغییرات متوسط زمان مسیر یابی در تکرارهای مختلف شبیه سازی ۱۰۵

نمودار ۵-۴ نمودار روند تغییرات متوسط زمان مسیر یابی در تکرارهای مختلف شبیه سازی بر مبنای مشخصه نهایی ۱۰۷

نمودار۵-۵ روند تغییرات متوسط زمان مسیر یابی در وضعیت پویا ۱۰۸

## فهرست جداول


جدول ۲-۱ خدمات و گروه‌های تشکیل دهنده ITS ۱۹

جدول ۴-۱ جمع بندی تعاریف ارائه شده در مورد عامل-های هوشمند ۴۳

جدول ۴-۲ جدول تخصیص کدها به عمل‌ها و گره‌ها ۶۳

جدول ۴-۳ مقادیر بهینه پارامترهای ACO ۶۹

جدول ۴-۴ تغییر RI به ازای مقادیرمختلف n ۷۷

جدول ۵-۱ ارزش اختصاصی به ازای سطوح مختلف سرویس ۸۱

جدول ۵-۲ تخصیص کد به سویه‌های موجود در شبکه ۹۵

جدول ۵-۲ تخصیص کد به گره‌های موجود در شبکه ۹۶

جدول ۵-۴ احتمال عبور از یک گره به گره‌های دیگر ۹۷

جدول ۵-۵ مقادیر نهایی مربوط به تابع ارزش ۹۸

جدول ۵-۶ مشخصه نهایی انتخاب شده برای الگوریتم یادگیری ۱۰۶

# فصل اول

# معرفی و کلیات

## ۱-۱ مقدمه

در گذشته، پاسخ دولت‌ها به تراکم ترافیکی، ایجاد زیرساخت‌های جدید بود. این امر موجب افزایش ظرفیت برای سطوح معمول ترافیک و همچنین به عنوان تضمینی برای افزایش ناگهانی تقاضا و حوادث احتمالی بود. اما به دلایل مختلفی، این دیدگاه امروزه از کارایی کمتری برخوردار می‌باشد. پیشرفت‌های اخیر در پردازش اطلاعات و تکنولوژی‌های اطلاعاتی امکان ایجاد پاسخ متفاوتی را برای تراکم فراهم آورده است.

یک دیدگاه جامع در این زمینه، تامین اطلاعات لازم برای مسافران در جهت انتخاب اهداف سفر در شرایط قبل و حین سفر است. پیشرفت‌ها در پردازش اطلاعات، حسگر و فناوری ارتباطی، این امکان را بوجود آورده است که مسافران را با اطلاعاتی بر مبنای اطلاعات همزمان در خصوص شبکه آگاه سازد. اطلاعات کامل‌تر و دقیق‌تر این امکان را برای رانندگان ایجاد می‌نماید تا تصمیمات بهتری برای سفر اتخاذ نمایند. به طور مشخص، سیستم‌هایی وجود دارند که انتخاب مسیر سفر را با تامین اطلاعات در خصوص شرایط شبکه یا با پیشنهاد مسیرهای مشخص به مقصد ایجاد می‌کنند که به آنها سیستم‌های هدایت مسیر و اطلاعاتی گفته می‌شود. هدایت مسیر به عنوان اقدامی در راستای بهبود اطلاعات قابل دسترسی برای رانندگان در جهت تصمیم گیری بهتر در خصوص انتخاب مسیرشان می باشد.

به طور کلی، یکی از دلایل افزایش تراکم در شبکه، عدم اطلاع مسافران از تمام گزینه‌هایشان در انتخاب مسیر می‌باشد. با توجه به غیر قابل پیش بینی بودن شرایط سفر، تجربیات قبلی نمی تواند مبنای کاملی برای تصمیمات سفر باشد و پشتیبانی آن با اطلاعات بلادرنگ می تواند منجر به تصمیمات بهتری در ارتباط با بهبود شرایط شبکه گردد (Lindley, 1987).

در این راستا شواهد زیادی وجود دارد که حتی کسانی که خود را آشنا با محدوده می‌دانند، تنها گزینه‌های اطلاعاتی محدودی را در اختیار دارند. همانطور که جفری در سال ۱۹۸۱ بیان کرد، اطلاعات بهتر در خصوص گزینه‌ها و شرایط سفر موجب می‌گردد تا حتی رانندگان بومی نیز مسافت سفر و زمان سفر خود را تا ۷ درصد کاهش دهند(Jeffrey, 1981).

در این راستا، سیستم های هدایت مسیر، رانندگان را با اطلاعات مربوط به مسیرهای مناسب آشنا کرده و بسته به هدف عملیات می‌تواند موجب تامین اهداف مورد نظر متولیان شبکه، استفاده کنندگان یا سایر اهداف مفروض گردد (Bottom, 2001). تاکنون رویکردهای به کار گرفته شده در ارتباط با سیستم های هدایت مسیر عموما با محور کاهش زمان سفر کاربران شبکه، البته با فرضیات مختلفی در ارتباط با رفتار راننده و تغییر شرایط شبکه نسبت به زمان به انجام رسیده است.

## ۱-۲ اهمیت و ضرورت تحقیق

به طور طبیعی کاربر همواره قصد دارد که کوتاهترین مسیر را انتخاب نماید اما گاهی اوقات تنها معیار مسافت مهم نیست بلکه معیارهای دیگری همچون سرعت طی کردن مسیر، چگالی، ظرفیت خیابان ها وغیره می‌تواند به عنوان اهدافی به مساله مورد نظر اضافه شوند. لذا هدایت مسیر کاربر، به مقصد مورد نظر تحت مسیرهای مختلف مطرح است.

امروزه یکی از مشکلات شهرهای بزرگ، افزایش جمعیت و به تبع آن افزایش تعداد وسایل نقلیه به منظور جابه‌جایی کالاها و مردم می‌باشد که این امر در کنار برخی از مسائل دیگر موجب تراکم[1] و ازدحام در شبکه‌های حمل و نقل شهری می‌گردد.

از سوی دیگر در خصوص تسهیلات موجود حمل و نقل شهری نظیر مسیرها، خیابان‌ها، تقاطع ها و پایانه‌ها به دلیل کمبود تجربه یا ناآشنایی برخی از رانندگان وسایل نقلیه (به ویژه وسایل نقلیه شخصی که قدرت انتخاب مسیرهای متعدد را دارند) با گزینه‌های مختلف موجود برای طی مسیر،

[1] congestion

نمی‌توانند سریع‌ترین مسیرها را با توجه به پویایی‌های محیط شبکه حمل و نقل انتخاب نموده و اغلب سفرهای طولانی‌تری دارند که این موضوع نیز تراکم را در شبکه‌های حمل و نقل شهری تشدید می نماید. در نتیجه پیچیدگی سفرها در حال افزایش می‌باشد. از این رو از جمله چالش‌های اصلی شبکه-های ترافیکی، مسیریابی یا هدایت مسیرهای وسایل نقلیه به مقصدشان تحت وضعیت پویای ترافیک می‌باشد.

به عنوان یک راه حل، ساختن خیابان‌ها و آزادراه‌های جدید شدیدا زمان بر و پرهزینه بوده و در برخی موارد به دلیل تاثیرات منفی نظیر تغییرات کاربری زمین‌ها، آلودگی‌های زیست محیطی حتی غیر موجه است.

با توجه به شرایط ذکر شده، رانندگان وسایل نقلیه برای جلوگیری از ترافیک و انجام سفرهای آسان‌تر به هدایت ترافیکی نیاز دارند. هدایت ترافیکی در پی مدیریت حرکت وسایل نقلیه، توزیع مناسب جریان ترافیکی بر روی همه مسیرهای موجود شبکه حمل و نقل می‌باشد که در نتیجه، افزایش کارائی زیرساخت های موجود و همچنین کاهش آلودگی‌ها، کاهش مصرف سوخت وغیره را نیز در پی خواهد داشت.

بنابراین کنترل ترافیک شهری یکی از راه‌های بهبود وضعیت حمل و نقل در شهرها می‌باشد. لذا چاره‌اندیشی برای نحوه مدیریت موثر و کنترل ترافیک در حمل و نقل شهری امری ضروری به‌نظر می‌رسد.

## ۱-۳ تعریف مساله

به طور کلی، سیستم‌های هدایت مسیر، اتومبیل‌ها را از مبدا تا مقصدشان بر روی شبکه راه‌ها در حالی هدایت می‌کنند که این سیستم ها می‌توانند اهداف مختلفی را دنبال نمایند. تمام این سیستم‌ها به دنبال ارائه مسیر بهینه از دیدگاه کاربر یا شبکه هستند. از همین رو، برنامه ریزی مسیر در شبکه می-تواند توسط یک سیستم مرکزی کنترل شود که شرایط کل شبکه را در نظر بگیرد یا توسط یک کاربر

انفرادی که قصد بهینه سازی وضعیت خود را داشته باشد. در سیستم‌های مرکزگرا، شبکه معابر نقش بیشتری را بر عهده دارد اما در سیستم غیر مرکز گرا این بر عهده یک کاربر است ( Schmitt and Jula, 2007).

به منظور دستیابی به حمل و نقل ایمن، ارزان و کارا و کاهش معضلات ترافیک، ساخت هرچه بیشتر خیابان، جاده و بزرگراه در دستور کار تصمیم گیرندگان مناطق شهری قرارگرفت ولی این استراتژی نیز نتوانست مشکلات پیش‌آمده را به طور کامل حل نماید و حتی در بعضی موارد با افزایش تقاضا و در پی آن افزایش عرضه، باعث بدتر شدن اوضاع گردید. هم اکنون یکی از مسائل مدیریت شهری، مساله کنترل تردد خودروها در معابر شهری و نحوه ارائه خدمات حمل و نقل عمومی است.

افزایش روزافزون خودروهای شخصی و محدودیت‌های موجود برای احداث معابر جدید و پیامدهای آن به شکل افزایش زمان سفرهای درون شهری، اتلاف وقت همه روزه شهروندان، فشارها و ناراحتی‌های عصبی ناشی از راه بندان‌های طولانی مدت و از همه مهم‌تر آلودگی هوا، زندگی ساکنان شهرهای بزرگ را با دشواری‌های عدیده‌ای مواجه کرده است.

هدایت یا راهنمایی مسیر از جمله استراتژی‌های کنترل ترافیک و یکی از ابزارهای مدیریت ترافیک شهری با هدف بهینه سازی و تعادل جریانهای ترافیکی شبکه می‌باشد. این خدمات ضمن بهره گیری از زیرساخت‌های موجود حمل و نقل نظیر مسیرهای موجود با فراهم نمودن دستورالعمل‌ها و توصیه‌هایی در خصوص تغییر جهت وسایل نقلیه بر روی مسیرهای جایگزین به منظور انتخاب سریع ترین مسیر، رانندگان وسایل نقلیه را از مکان فعلی یا مبدا سفر تا رسیدن به مقصد تعیین شده هدایت می‌نمایند. سیستم هدایت مسیر از حوزه‌های مهم فعالیت سیستم‌های هوشمند می‌باشد.

یکی از راهکارهایی که در این پایان نامه بررسی می‌شود استفاده از روش مسیریابی مبتنی بر استفاده از عامل‌های هوشمند می‌باشد. در این رویکرد کاربر می‌تواند با توجه به ترجیحات خود مسیر مورد نظر خود را انتخاب نماید. در این روش، سیستم با دریافت مبدا، مقصد، مسیرهای موجود، ترجیحات کاربر و با استفاده از الگوریتم یادگیری که می‌آموزد، مسیر بهینه را انتخاب می‌کند. نکته