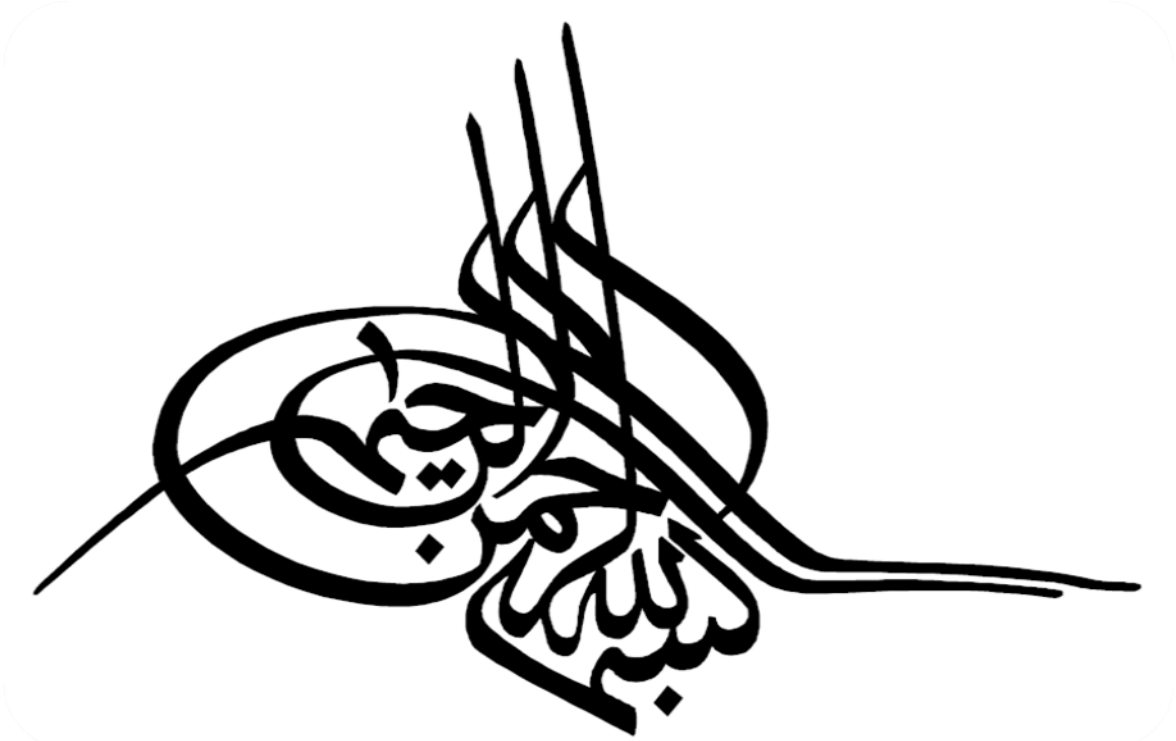


دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

دانشکدة فني- مهندسي

پايان نامه

جهت اخذ درجه كارشناسي ارشد

رشتة مهندسی صنايع

عنوان

مسیریابی پویا برای سیستم های حمل و نقل هوشمند به کمک الگوریتم سیستم مورچگان

استاد راهنما:

دکتر فرامک زندی

استاد مشاور:

پروفسور کورش عشقی

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

دانشجو:

کتایون ضمیری آذر

(بهمن ماه **1389**)

این پایان نامه را به همسر عزیزم تقدیم می نمایم

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

تشکر و قدردانی

شاکر الطاف الهی هستم که توفیق انجام چنین تحقیقی را به بنده عطا کرده است.

از پدر و مادرم که دلسوزانه مشوق بنده بوده اند و از همسر مهربانم که صمیمانه شرایط را برایم فراهم

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

نمود و در سختی راه همراهم بود، بی نهایت سپاسگزارم.

از استاد راهنمای گرامیم جناب آقای دکتر فرامک زندی که به حق دلسوزانه مرا در انجام این پایان نامه راهنمایی نمودند و همچنین جناب آقای پروفسور کورش عشقی که صمیمانه بنده را یاری نموده اند متشکرم.

جا دارد از زحمات خواهر عزیزم نیز تشکر و قدردانی نمایم.

کتایون ضمیری آذر

دی ماه **1389**

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

چکیده

یکی از مسائل مهمی که سیستم حمل و نقل هوشمند با آن روبروست پیشنهاد مسیر مناسب در ترافیک شهری به منظور کاهش زمان سفر است. در یک سیستم واقعی هنگامی که وضعیت های ترافیکی تغییر می کند، مسیر باید قبل از رسیدن وسیله نقلیه به تقاطع بعدی دوباره ارزیابی شود.
بنابراین یک الگوریتم راهنمای وسیله نقلیه پویا برای توسعه ITS نیاز است. شبکه های شهری دارای دو عنصر اصلی هستند که برای رسیدن از مبدأ به مقصد نیاز به عبور از آن ها داریم. این دو عنصر راه ها و تقاط ع ها هستند که عبور از آن ها مستلزم صرف زمان است. بنابراین به منظور پیشنهاد کوتاهترین مسیر و مدلسازی مسایل مسیریابی در دنیای واقعی ، در این پایان نامه شبکه حمل و نقل شهری را با گرافی مستقیم که در آن، گره ها نشان دهنده تقاطع ها و کمان ها نشان دهنده راه ها می باشند، نشان می دهیم. سپس با در نظر گرفتن پنجره زمانی نرم و مدل برنامه ریزی خطی عدد صحیح به مدلسازی مسیریابی پویا می پردازیم. برای حل مسئله پویا ساختار حل پیشنهادی شامل دو عنصر اصلی مدیر اتفاقات (بخش پویا) و سیستم مورچه (بخش ایستا) می باشد. مدیر اتفاقات مسیر پیشنهادی با توجه به شرایط ترافیکی جاری را به راننده اعلام می کند. چنانچه وضعیت های ترافیکی تغییر کند، این حوزه وضعیت های ترافیکی جدید را بررسی کرده و در صورت نیاز دوباره اطلاعات جدید را به الگوریتم سیستم مورچه برای محاسبه مجدد مسیر می فرستد. رویه کاری این دو عنصر با برنامه کامپیوتری جاوا کد نویسی شده است.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

فهرست مطالب

عنوان		صفحه
1	فصل اول:مقدمه	1
1-1	تعریف و ضرورت مسئله	2
۱-۲	هدف تحقیق	4
۱-۳	فرضیات مسئله	5
۱-۴	نحوه حل مسئله	5
۱-۵	مروری بر ادبیات	5
۱-۶	ساختار پایان نامه	10
2	فصل دوم:ترافیک و سیستم حمل و نقل هوشمند	12
۲-۱	مقدمه	13
2-2	تاریخچه سیستم حمل و نقل هوشمند	16
۲-۳	ترافیک و لزوم کاربرد سیستم حمل و نقل هوشمند	18
۲-۴	مسیریابی و سیستم های حمل و نقل هوشمند	20
۲-4-۱	مسیریابی و تغییر وضعیت های ترافیکی در طول سفر	21
2-4-2	مسیریابی متمرکز	22
۲-4-۳	مسیریابی و اطلاعات پویا	23
2-4-4	تعاریفی از مسیریابی پویا و ایستا	24
3	فصل سوم:مدلسازی ریاضی مسئله	26
3-1	مقدمه	27
3-2	فرضیات مدل	28
3-2-1	راه ها	30
3-2-1-1	دسته بندی شبکه معابر	31
3-2-2	تقاطع ها	33

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

1-2-2-3	انواع تقاطع ها و مدل ارزش گذاری آن ها	35
2-2-2-3	ضرایب معادل همسنگ سواری	38
3-3	مدل ریاضی	39
4-3	تعریف مجموعه‌ها و اندیس ها	40
5-3	تعریف پارامترهاي مدل	40
6-3	تعریف متغیر های تصمیم گیری	41
7-3	تشریح مدل ریاضی	41
4	فصل چهارم: انتخاب روش مناسب برای حل مسئله	43
1-4	مقدمه	44
2-4	الگوریتم اجتماع مورچگان	44
1-2-4	مبدأ بهینه سازی اجتماع مورچه	46
2-2-4	رفتار جستجوی برای غذای مورچه	46
3-2-4	اولین الگوریتم بهینه سازی کلونی مورچه	51
4-2-4	سیستم مورچه	53
۳-۴	حل مدل ارائه شده به کمک الگوریتم سیستم کلونی	54
۱-3-۴	شرح الگوریتم سیستم کلونی مورچه برای مسیریابی	54
۲-3-۴	مدیرْ اتفاقات	60
5	فصل پنجم: مطالعه موردی	63
۱-۵	مقدمه	64
۲-۵	جمع آوری اطلاعات	65
6	فصل ششم: نتیجه گیری	79
1-6	نتیجه گیری	80
2-6	پیشنهادات	81
3-6	منابع	82

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

1-3-6 منابع اینترنتی 84

فهرست جداول

جدول(3-1) مدل های زمان سفر در رده های مختلف از راه های شبکه معابر شهر تهران 32
جدول(3-2) مقدار ظرفیت عملی راه ها بر حسب همسنگ سواری بر هر متر عرض سواره روی خیابان 38
جدول(3-3) ضرایب همسنگ سواری برای شهر تهران 39
جدول(4-1) عملکرد الگوریتم سیستم مورچه 59
جدول(4-2) عملکرد مدیر اتفاقات 61
جدول(5-1) جدول خصوصیات فیزیکی شبکه معابر مورد مطالعه 75

فهرست نقشه ها پیوست ها

نقشه شماره 1 ناحیه انجام مطالعات موردی 73
نقشه شماره 2 ناحیه انجام مطالعات موردی 74
پیوست شماره 1 فلوچارت برنامه الگوریتم سیستم مورچه 86
پیسوت شماره 2 فلوچارت برنامه مدیر اتفاقات 88

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

فـصل اول

مقـدمـه

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

1-مقدمه

1-1- تعريف و ضرورت مسئله

حمل و نقل و جابجائي كالا و مسافر، بعنوان يكي از اساسي ترين نيازهاي بشر، همواره به عنوان شاخصي مطرح و مهم در برنامه ريزی های كلان هر جامعه، مورد توجه ويژه قرار گرفته است. جابجايی انسان برای آموزش، كار و تفريح تا جابه جايی كالا و خدمات برای استفاده های مختلف، همگی مرتبط با حمل و نقل می باشد و از طرفی يكی از اساسی ترين پايه های توسعه در كشورها، مقوله كميت و كيفيت حمل و نقل است[53].

امروزه ارتباطات در زمره يكي از مهم‌ترين پايه‌هاي توسعه اجتماعي و اقتصادي جوامع قرار دارد، به طوري كه به جرأت مي‌توان گفت كشوري كه بيشترين ارتباط و تعامل را با جامعه جهاني داشته باشد كشوري قدرتمند و تعيين‌كننده است. حمل و نقل يكي از بندهای ارتباطات است كه در ايجاد تعاملات ميان اقشار مختلف و تبادل فرهنگي جوامع مختلف نقش مهمي ايفا مي‌كند. علاوه بر اين حمل و نقل به عنوان يك فعاليت زيربنايي در اقتصاد يك جامعه از طريق ايجاد ارتباط ميان توليد و مصرف مي‌تواند نقش بسيار مهمي در شكوفايي اقتصاد و پيشرفت و توسعه كشور ايفا كند. تاريخ نشان مي‌دهد كه پويايي و شكوفايي تمدن‌هاي بزرگ مرهون موقعيت ممتاز آنها در ايجاد ارتباطات ميان فرهنگ‌هاي مختلف بوده است. اگر چه امروزه انواع مختلف حمل و نقل هوايي، دريايي و ريلي باعث كم‌رنگ شدن نقش حمل و نقل جاده‌اي شده است اما واقعيت اين است كه با ايجاد بسترهاي مناسب براي افزايش ايمني و كارايي، اين شق از حمل و نقل به عنوان اصلي‌ترين شيوه حمل و نقل نقش بسيار مهمي در ترانزيت كالا ومسافرت‌ها خواهد داشت.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

مسئله حمل و نقل و مدیریت و سیاست گذاری در آن، دارای اثرات اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و فرهنگی بر اقشار مختلف جامعه می باشد. امروزه حتی اثرات حمل و نقل در محیط زیست و کیفیت اکولوژی مشهود بوده و آلودگی های صوتی و آلودگی هوا، زندگی انسان را تحت تأثیر قرار داده است.

از اساسی ترین زیر ساخت های لازم برای توسعه صنایع و افزایش سطح رفاهی اجتماعی هر کشور، وجود حمل و نقل روان و ایمن در آن کشور می باشد. با افزایش استانداردهای زندگی، افزایش ارزش زمانی و افزایش هزینه ها برای تأمین زیر ساخت های حمل و نقل مسئولان حمل و نقل را وادار به تفکری سیستماتیک در جهت رفع موانع و مشکلات و ارائه راه حل های کارا و اساسی نموده است.

گسترش شهر ها، رشد جمعیت، مهاجرت بی رویه، رشد سریع ساخت و ساز و استفاده روز افزون مردم شهر از وسلیل نقلیه، مدیریت کلان شهر ها را دچار مشکل ساخته است. یکی از ابزارهای کارا و مفید که امروزه در خدمت مدیریت و سازماندهی ابرشهرها مطرح می باشد سیستم حمل و نقل هوشمند است که بر خلاف نمونه های پیشین، چندان به تغییرات فرم ارتباط پیدا نمی‌کند و بیشتر به محتوا میپردازد؛ کاربری فناوری ارتباطات و فناوری اطلاعات در عرصه حمل و نقل و در نهایت تحقق سیستم‌های حمل و نقل هوشمند[1] همان تحول شگرف عصر حاضر است که ماهیت این صنعت را دگرگون کرده است.

امروزه در برنامه ریزی های حمل و نقل، مدیریت بزرگراهها، شبکه های شهری و سازمان دهی و کنترل ترافیک از این تکنولوژی استفاده می شود.

[1] Intelligent Transportation System

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

امروزه یکی از وظایف مهم مدیران شهری، بخصوص مدیران کلان شهری، ایجاد سهولت در امر حمل و نقل درون شهری می باشد به گونه ای که بتوان از وقوع ترافیک های شدید و پیامد های آن از جمله پیامد های روحی و جسمی جلوگیری نمود. از جمله این وظایف هدایت خودرو ها از یک مسیر پر تردد به یک مسیر خلوت برای کنترل حجم ترافیک شبکه شهری، همچنین انجام آنالیز های شبکه همچون آنالیز کوتاهترین مسیر مانند: یافتن مسیرهای بهینه جهت انجام عملیات های امدادی و اورژانس، جهت هدایت ناوگان عملیات ها همچون خودرو های آتش نشانی، پلیس و آمبولانس، تخصیص بهتر ترافیک به شبکه راه ها و شناسایی نقاط پر تردد و گلوگاه های آن و یافتن مسیر بهینه برای خطوط حمل و نقل عمومی و تخصیص مسیر به اینگونه خودرو ها و به تبع این ها جلوگیری از آلودگی های صوتی و هوای حاصل از ازدحام خودروها در یک ترافیک سنگین شهری است[1].

امروزه این حجم عظیم وسایل نقلیه به هیچ وجه استفاده از روش های سنتی عملی نبوده و برای مدیریت و اداره ابرشهرهایی همچون تهران رویارویی با سیستم های حمل و نقل هوشمند و استفاده از این تکنولوژی امری اجتناب ناپذیر خواهد بود.

1-2- هدف تحقیق

اهداف این تحقیق به شرح زیر می باشد:

- ارائه کوتاهترین مسیر در جهت دسترسی به مقصد های سفر با در نظر گرفتن پویایی شرایط ترافیکی
- کاهش تأخیر های نا خواسته در طول سفر

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

1-3- فرضیات مسئله

جهت ارائه کوتاهترین مسیر در جهت دسترسی به مقصد های سفر با در نظر گرفتن پویایی شرایط ترافیکی برای منطقه فرضی پیچیدگی ها و سختی های بسیاری مطرح می باشد که در این تحقیقات با ایجاد یکسری فرضیات به شرح ذیل تا حدودی مسئله راحت تر شده است.

- در انجام این پایان نامه جهت منطقه مدل، فرض بر این بوده که معابر اصلی مجهز به سیستم کنترل سرعت و حسگرهای اطلاعاتی بوده و وضعیت های ترافیکی توسط این حسگرها به صورت پویا گزارش می شوند.

1-4- نحوه حل مسئله

جهت حل مسئله مطرح شده، ابتدا یک مدل ریاضی به منظور ملموس تر کردن مسئله ارائه می شود. سپس در ادامه به دلیل بزرگ بودن و زمانگیر بودن حل دقیق مسئله به ارائه الگوریتم سیستم مورچه برای حل آن پرداخته شده است.

1-5- مروری بر ادبیات

بعد از بررسی در منابع موجود، مقالات و پایان نامه های دانشجویی نتایج ذیل حاصل شد:

در سال 2008 میلادی در مقاله ای که توسط آلبرتو وی دوناتی[1] و دیگر همکارانش ارائه شد، با در نظر گرفتن نقش اساسی وضعیت های ترافیکی متغیر ، به حداقل کردن تعداد سفر و طول سفر در مسیریابی وسیله نقلیه[2] پرداخته اند. در این مقاله نشان داده شده است که هنگامی که با محدودیت

[1] Alberto V. Donati

[2] Vehicle Route Planning

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

های زمانی مانند پنجره های زمانی تحویل سخت [1] برای مشتری ها، درگیر هستیم، راه حل های شناخته شده برای موارد کلاسیک غیر عملی شده و درجه غیر عملیشان با تغییر پذیری وضعیت های ترافیکی افزایش می یابد. در ادامه مقاله کاربردی از مدل در موارد واقعی ارائه شده است. سپس مدل با یک الگوریتم کوتاهترین مسیر برای محاسبه مسیر وابسته به زمان بین هر جفت مشتری کامل می شود[15].

در مقاله دیگری نیز که توسط تی ون ون سل[2] در سال 2008 میلادی، ارائه شد، یک مسأله مسیریابی وسیله نقلیه[3] با زمان سفر پویا بر اساس تراکم ترافیک پتانسیل مورد بررسی قرار گرفته است. رویه توسعه داده شده، اجزای تراکم ترافیک را بر اساس تئوری صف معرفی می کند. این رویه صف با دیگر رویه ها مقایسه شده و منافعش توضیح داده شده است. در نهایت بین کیفیت حل و زمان محاسبه شده مورد بحث قرار گرفته است. همچنین نمونه تست های زیادی هم برای نشان دادن تناسب رویه و هم برای نشان دادن اینکه راه حل های وابسته به زمان اغلب در یک محیط ترافیکی متراکم غیر واقعی هستند[16].

در سال 2006 میلادی، ابدس کریمی[4] و همکارانش در گزارشی یک رویه کنترل ترافیک را که راهنمای مسیر پویا را با استفاده از چهارچوب مدل کنترلی پیشگویانه یکپارچه می کند، پیشنهاد کرده اند. هدف اصلی کنترل، حداقل کردن کل زمان گذرانده شده در شبکه به وسیله زمان سفر دقیق است. در این گزارش آن ها شبکه هایی را مورد بررسی قرار داده اند که هم شامل بزرگراه ها و هم شامل جاده های فرعی می

[1] hard delivery time windows

[2] T. Van Woensel

[3] VRP

[1] Abdes KarimiAbdes Karimi

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

باشد. سیگنال های کنترلی که آن ها بررسی کرده اند، نرخ های اندازه گیری زمان های سفر هستند[17].

چانگ ووک[1] و راماکریشنا[2] در سال 2002 میلادی در مقاله خود به ارائه یک رویه بر اساس الگوریتم ژنتیک برای مسئله کوتاهترین مسیر پرداختند. الگوریتم پیشنهادی می تواند همه کروموزوم های نشدنی را با یک تابع اصلاح ساده بهبود دهد. این مقاله همچنین یک معادله اندازه گیری جمعیت را توسعه می دهد که حلی با کیفیت مطلوب را آسان می سازد[18].

تاتومیر[3] در سال 2009 میلادی در مقاله خود سیستم مسیریابی پویا را بر اساس الگوریتم کنترل بر پایه مورچه[4] (ABC) ارائه کرد. در این مقاله مورچه ها با تکیه بر اطلاعات گذشته به پیش بینی وضعیت ترافیکی پرداخته و با اطلاعات جدید کوتاهترین مسیر را در جاده ها بین مبدأ و مقصد خود پیدا می کنند [19].

در سال 1998 در مقاله ای که توسط ریلت و لیپینگ[5] ارائه شد مسأله کوتاهترین مسیر اتفاقی بعنوان کوتاهترین مسیر انتظاری در شبکه ترافیکی که در آن زمان سفر به عنوان فرآیند اتفاقی زمان پیوسته مدل شده است، تعریف می شود. آنها در مقاله خود به آزمایش جزئیات مسأله و تشخیص تکنیکی که بتواند برای حل این مسائل استفاده شود که اطلاعاتش با استفاده از سیستم های حمل و نقل هوشمند می تواند در دسترس باشد، پرداختند[20].

1 Chang Wook Ahn
2 R. S. Ramakrishna
3 Bogdan Tatomir
4 Ant Based Control
5 L. R. Rilett, Liping FU

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

میلر[1] در سال 2009 میلادی در مقاله خود به ارائه رویه ای برای جمع آوری داده برای کاربرد های سیستم حمل و نقل هوشمند در یک جریان پیوسته ترافیک می پردازد . او همچنین در این مقاله الگوریتمی ارائه نمود که با به روز کردن اطلاعات به محاسبه سریع ترین مسیر می پردازد[4].

کومار، آرونادوی و موهان[2] مقاله ای در سال 2009 میلادی ارائه نمودند که در این مقاله با استفاده از الگوریتم ژنتیک مسیر مناسب برای مقصد داده شده را در محیط ایستا بررسی می کنند. آن ها در این مقاله به مقایسه نتایج حاصل از الگوریتم ژنتیک با تعدادی از الگوریتم های مسیریابی دیگر پرداخته اند[21].

فو، سان و ریلت[3] در سال 2006 میلادی در مقاله خود ، با مروری بر الگوریتم های هیوریستیک کوتاهترین مسیر مختلف که در گذشته توسعه یافته اند، به تشخیص خصوصیات اصلی استراتژی های هیوریستیک مختلف و توسعه چهارچوب مناسب متحد در این الگوریتم ها پرداخته اند[22].

مونتمانی، گامباردلا، ریزولی و دوناتی [4] در سال 2004 میلادی به مساله مسیریابی وسیله نقلیه [5] (VRP) پویا با استفاده از الگوریتم مورچگان با در نظر گرفتن محدودیت ظرفیت برای وسیله نقلیه پرداخته اند[23].

در سال 2006 میلادی حسین جولا، دسوکی و پترس [6] مساله در مسأله فروشنده دوره گرد[7] (TSP) را با محدودیت پنجره زمانی[8] زمانی[8] برای مسیر یابی کامیون ها استفاده کرده اند. سپس

1 Jeffrey miller
2 A.John Sanjeev Kumar,JArunadevi ,V.Mohan
3 L.Fu,D.Sun,L.R.Rillet
4 R.Montemanni,L.M.Gambardella,A.E. Rizzoli,A.V.Donati
5 Vehicle Routing Problem
6 Hossein Jula,Maged Dessouky,Petros A.Ioannou
7 Travelling Salesman Problem
8 Time Window

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

الگوریتمی ارائه نموده اند که بهترین مسیر را با حداقل کردن هزینه انتظاری تا زمانی که سطح مطمئنی از سرویس دهی را ضمانت می کند، پیدا می کند[24].

هیتوشی کونا[1] در سال 2007 میلادی به توصیف متد مسیر یابی با استفاده از نقشه های جاده ای واقعی در فضایی گسترده پرداخته است. حل پیشنهادی مقاله او از الگوریتم ژنتیک با پذیرش سرایت ویروسی استفاده می کند. در این روش از ویروس ها به عنوان دانش خاص محلی استفاده می شود. بخشی از جاده شریانی به عنوان ویروس مورد ملاحظه قرار می گیرند. علاوه بر جمعیتی از جاده ها جمعیتی از ویروس ها تولید می شوند. گذار و سرایت ترکیب بهینه نزدیک ویروس ها را مشخص می کنند. وقتی که تراکم ترافیک در طول رانندگی تغییر می کند، با استفاده از ویروس ها و دیگر مسیر ها در جمعیت در زمان واقعی مسیر دیگری می تواند انتخاب شود [25].

توکلی مقدم، صفایی و شریعت[2] در سال 2005 میلادی در مقاله خود به ارائه یک مساله مسیر یابی وسیله نقلیه چند معیاره با محدودیت پنجره زمانی نرم با هدف حداقل کردن هزینه ناوگان، هزینه مسیر ها و شدت جریمه پنجره زمانی نرم، پرداخته اند. آن ها در این مقاله مدل ریاضی ارائه شده به کمک الگوریتم انجماد تدریجی[3] حل نمودند[26].

سابرینا موریرا[4] و همکارانش در سال 2008 میلادی در مقاله خود ساختاری برای حل مسئله مسیریابی وسیله نقلیه پویا با پنجره زمانی و ناوگان ظرفیت دار با استفاده از الگوریتم مورچگان ارائه دادند. که در این مدل مشتری ها

1 Hitoshi Kanoh
2 R.Tavakkoli-Moghaddam,N.Safaei,M.A.Shariat
3 Simulated Annueling
4 Sabrina Moreira

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

از قبل شناخته شده اند ولی تقاضاهایشان می تواند در هر زمانی در طول دوره اتفاق بیافتد[27].

در سال 2005، علی حقانی و سوجانگ جانگ [1] در مقاله خود فرمولی برای مسئله مسیریابی پویا وسیله نقلیه با طول سفر وابسته به زمان ارائه کردند. آنها همچنین الگوریتم ژنتیکی برای حل مسئله ارائه کردند. این تحقیق همچنین نشان می دهد که وقتی عدم اطمینان در اطلاعات زمان سفر افزایش می یابد یک استراتژی مسیریابی پویا بهتر از نوع استاتیکی اطلاعات ترافیکی واقعی را در نظر می گیرد[28].

در مقالات مطالعه شده برای مسیریابی سیستم های حمل و نقل هوشمند، مدل ریاضی ارائه نشده است. مقالات در ارتباط با مسیریابی سیستم های حمل و نقل هوشمند مانند مقاله سانجیو کومار محیط حل را ایستا در نظر گرفته اند و بقیه مقالات نیز در زمینه مسیر یابی وسیله نقلیه (VRP) می باشد. در مقاله هیتوشی کونا نیز که موضوع مسیریابی داینامیک برای سیستم حمل و نقل هوشمند را دربر دارد، کمان ها طبق تعداد مسیرها طبقه بندی شده و برای هر طبقه جریمه ای در نظر گرفته شده است که هدف اصلی یافتن مسیری است با کمترین کمان و با جریمه کمتر(دارای مسیر بیشتر). در این مقاله تنها سعی شده است تا رانندگان را به کمان های دارای مسیر بیشتر مانند بزرگراه ها و آزاد راه ها هدایت کند که این موضوع در کلان شهری همچون تهران و با افزایش روز افزون تعداد وسایل نقلیه خصوصی مسلماً باعث ایجاد ترافیک در این کمان ها می شود، همچنین در مقالات ارائه شده تقاطع ها مورد ارزیابی قرار نگرفته اند و از آن جایی که در شبکه حمل و نقل درون شهری عبور از تقاطع ها زمان قابل ملاحظه ای را به خود اختصاص می دهد.

1 Ali Haghani, Soojung Jung

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

لذا در این پایان نامه با در نظر گرفتن مدت زمان لازم برای عبور از تقاطع ها و کمان ها و همچنین در نظر گرفتن پنجره زمانی نرم، با ارائه مدلی مناسب و سپس حل آن توسط الگوریتم متاهیوریستیک سیستم مورچه، وسایل نقلیه را به کوتاهترین مسیر از لحاظ زمانی هدایت می کنیم.

1-6- ساختار پایان نامه

این پایان نامه شامل 6 فصل به شرح ذیل می باشد:

فصل اول: در این فصل بعد از تعریف مسئله و بیان ضرورت انجام تحقیق به کاوش در متون پرداخته و مروری بر فعالیت هایی که تا کنون در این زمینه انجام شده است، دارد. اهداف و ساختار تحقیق نیز در این فصل مشخص می شود.

فصل دوم: در این فصل به تعریف سیستم های حمل و نقل و هوشمند و لزوم استفاده از آن در مسیریابی و کنترل ترافیک پرداخته می شود.

فصل سوم: در این فصل به توضیح و ارائه یک مدل ریاضی مناسب برای مسئله مورد نظر پرداخته می شود.

فصل چهارم: در این فصل به انتخاب روش و الگوریتمی مناسب برای حل مدل ارائه شده در فصل سوم می پردازیم.

فصل پنجم: در این فصل که مربوط به پیاده سازی مستقیم مسئله در منطقه انجام تست می باشد، نحوه پیاده سازی مدل شرح داده خواهد شد. منطقه انجام تست قسمتی از ناحیه مرکزی شهر تهران می باشد که معمولاً یکی از نقاط پر ازدحام و شلوغ تهران از لحاظ ترافیکی می باشد. در این قسمت تمام مراحل انجام کار تا مرحله مشاهده مسیر در مورد منطقه نمونه به اجرا در خواهد آمد.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

فصل ششم: در این قسمت به نتیجه گیری از کل تحقیق و در ادامه به پیشنهادهایی در زمینه موضوع مورد بحث پرداخته خواهد شد.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

فصل دوم

ترافیک و سیستم حمل و نقل هوشمند

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

2-ترافیک و سیستم های حمل و نقل هوشمند

2-1- مقدمه

ترافیک موضوعی است که در اکثر شهرهای دنیا مطرح است. زمانی که برای سفر از مکانی به مکان دیگر صرف می شود، به طور قابل توجهی بر اساس شرایط ترافیکی جاری است.

مطالعه ای که توسط تگزاس A&M در سال 2004 [47].انجام شد نشان داد که ترافیک در بزرگراه های امریکا باعث اتلاف بیش از 3.5 میلیارد ساعت در سال برای رانندگان می شود. که این زمان مقدار قابل توجهی است که باید به آن رسیدگی شود. چنانچه ما بتوانیم این زمان را کاهش دهیم یعنی روشی را در پیش گیریم که باعث کاهش ترافیک و روانسازی شبکه حمل و نقلی شود نه تنها مانع از هدر رفتن بیهوده زمان می شویم بلکه کمک شایانی به کاهش مصرف سوخت و آلودگی های محیطی خواهیم کرد[4].

بدون شک اطلاعات دقیق و بهنگام، رکن اساسی در توسعه پایدار به شمار می آید. به ویژه در عصر حاضر که افزایش نیازها و به دنبال آن بهره گیری گسترده از منابع، سبب تشدید فعل و انفعالات بین انسان و طبیعت شده و جوامع بشری را با بحران ها و نابسامانی های بی شماری مواجه ساخته است. همچنین توسعه روز افزون جامعه شهری متأثر از رشد بی رویه جمعیت و مهاجرت، منجر به ساخت و سازهای بدون برنامه ریزی و گسترش مهارنشدنی آن شده و تغییرات زیادی را در ساختار فضایی شهرها و ترافیک شهری سبب گردیده است. مشکلاتی از جمله سنگینی ترافیک و حمل و نقل که در تمامی کشورها بروز پیدا کرد، باعث شد تا به سیستم حمل و نقل هوشمند توجهی دوچندان شود . استفاده مشترک از تکنولوژی نوین اطلاعات مدیریت زمان و شبکه های ارتباطی باعث پیشرفت سیستم حمل و نقل هوشمند شد.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

سیستم حمل و نقل هوشمند به مجموعه ای از ابزار ها، امکانات و تخصص ها از قبیل مفاهیم مهندسی ترافیک، تکنولوژی های نرم افزاری، سخت افزاری و مخابراتی اطلاق می شود که به صورت هماهنگ و یکپارچه به منظور بهبود کارایی و ایمنی در سیستم حمل و نقل به کار گرفته می شود[50].

با وجود اینکه تعداد زیادی از سیستم های حمل و نقل هوشمند به ثبت رسیده اند اما به دلیل تازگی آن، هنوز تعریف کاملی از آن ارائه نشده است. تعریفی که در سال 1998 توسط انجمن حمل و نقل هوشمند آمریکا [1] در ارتباط با ایده ITS به صورت عام مورد قبول قرار گرفت به این شرح بود که مردم از تکنولوژی در حمل ونقل برای صرفه جویی در وقت و پول در زندگی روزمره استفاده کنند. تعریف رسمی تری در آوریل سال 1999 توسط اداره حمل و نقل آمریکا [2] منتشر گردید که به این شرح است که سیستم های حمل و نقل هوشمند، اطلاعات مربوط به جابجایی مسافر و کالا را جمع آوری، نگهداری، پردازش و توزیع می نماید[48].

اما تعریفی که در برنامه راهبردی ITS ایالت ویکتوریا استرالیا عنوان شده است، تعبیری مدرن‌تر و با دربرگیری بیشتر به شمار می‌آید:«استفاده هدفمند از ارتباطات و فناوری اطلاعات برای خلق سیستم کارآمد و ایمن تر حمل و نقل.»

امروزه تعاریف بسیاری از ITS در کشورهای مختلف ارائه شده است، که با توجه به مطالبی که تا کنون گفته شد، امتداول ترین تعریفی که می توان از ITS ارائه نمود به شرح زیر است[49]:

1 Intelligent Transportation Society of America
2 The U.S. Department of Transportation

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

سیستم حمل و نقل هوشمند با استفاده و بکارگیری تکنولوژی های نوین(از قبیل: الکترونیک، ارتباطات و سیستم های کنترل) باعث ارتقای سطح ایمنی، کارایی و ارزانی در حمل و نقل می شود که برای شیوه های مختلف حمل و نقل از قبیل: جاده، راه آهن، هوایی و دریایی قابل تعمیم است.

سیستم حمل و نقل هوشمند تنها یک ابزار یا تکنولوژی جدید نیست. در واقع، سیستم حمل و نقل هوشمند امکان یکپارچه‌سازی سیستم حمل و نقل را فراهم می‌آورد. یک سیستم حمل‌ونقل به طور کلی، شامل شبکه ها، وسایل نقلیه، افراد و کالاهاست. هر کدام از اجزای سیستم حمل و نقل مشخصات، ارگان‌ها، و گاهی آژانس‌های جداگانه دولتی دارند. ولی فن‌آوری اطلاعات قادر است تمامی این اجزا را به صورت یک سیستم یکپارچه درآورد. اگر اطلاعات به صورت آسان و ارزان توسط تکنولوژی مدرن رد و بدل شود، سیستم امکان بیشتر ی براي بهینه شدن و مناسب عمل کردن خواهد داشت. برعکس، اگر اطلاعات در دسترس نباشد و یا با تأخیر جریان یابد، عملکرد درست سیستم امکان پذیر نیست. در واقع، تبادل اطلاعات تأثیر مستقیمی بر روي کارآمدي سیستم حمل و نقل دارد. یک سیستم حمل و نقل با محوریت اطلاعات، می تواند به حل مشکلات قدیمي و کاذب موجود بین حمل و نقل و ارتباطات کمك کند.

سیستم حمل و نقل هوشمند برای بهبود کارایی وسایل نقلیه در شبکه های ترافیک شهری توسعه یافته است . سیستم حمل و نقل هوشمند معمولاً از زیر سیستم هایی نظیر زیر سیستم اطلاعات ترافیکی، زیر سیستم ارتباطات، زیر سیستم موقعیت یابی [1]، زیر سیستم پردازش اطلاعات، زیر سیستم

1 GPS

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

مدیریت کیفیت و زیر سیستم راهنمای مسیر وسیله نقلیه ساخته شده است[5و6].

2-2- تاریخچه سیستم حمل و نقل هوشمند

مبداء کنترل آمد وشد به پیشینه اتومبیل یا به دهه 1860 در لندن باز می گردد ، زمانی که یک چراغ راهنمائی برای ایمنی اعضاء پارلمان در یک تقاطع نزدیک پارلمان نصب شد. در آمریکا، بعضا از شکل های اولیه کنترل ترافیک از انواع چراغ های قدیمی که در دهه 1910 نصب شده بود هم اکنون نیز وجود دارد اولین چراغ راهنمائی به شکل امروزی در سال 1920 در دیترویت و میشیگان مورد استفاده قرار گرفت.

از این شروع ساده و ابتدائی، سیستم های کنترل تقاطع ها، تابلو های متغیر، سیستم های کنترل سرعت و.... به وجود آمد. به مرور زمان چراغ های کنترل ترافیک از شکل ابتدائی با زمان بندی ثابت به شکل امروزی خود یعنی کنترل تقاطع بر اساس شمارش ترافیک موجود ارتقاء یافت و در سال 1920در 5 نقطه ایالات متحده سیستم هایی نصب شده که با استفاده از رایانه های آن زمان (IBM1800) برنامه ریزی شده بود.

در ابتدا پردازش سیستم ها با سرعت نسبتاً پایین صورت می گرفت که در سال های بعد (1985) با پیشرفت سیستم های پردازشگر، سرعت پردازش اطلاعات و دقت و کیفیت آن ارتقا یافت. از سال 1985 استفاده از حلقه های بستهٔ رداب مغناطیسی در سیستم های چراغ راهنمایی و زمانبندی آنها معمول گردیده است. در سال 1990 اطلاعات ترافیکی داخل وسایل نقلیه، مسیریاب ها و سیستم های هوشمند تعیین موقعیت و مکانیابی خودکار وسایل نقلیه و پروژه های

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

مختلف در زمینه عملیات مراکز کنترل ناوبری، تکنولوژی پرداخت الکترونیکی و سیستم های نظارتی به کار گرفته شده است و نیز سیستم های پیشرفته اطلاع رسانی از جمله سیستم اینترنت نیز از سال 1990 تا 1995 مورد بهره برداری قرار گرفته است. همانطور که ملاحظه می شود پیشرفت قابل ملاحظه ای در طول دو دهه استفاده از سیستم حمل و نقل هوشمند به وجود آمده است و انتظار می رود این روند در سال های آتی با سرعت زیادی به پیشرفت خود ادامه دهد.

از اواخر دهه 60 پروژه های گسترده ای در خصوص سیستم حمل و نقل هوشمند در آمریکا به اجرا درآمد که از آن جمله می توان به پروژه های سیستم راهنمای الکترونیکی مسیر [1]، سیستم کنترل ترافیک شهری [2]، سیستم راهنمای سبقت [3]، سیستم اعلام خطر[4] و غیره اشاره نمود. اجرای این پروژه ها در اواخر دهه 60 و اوایل دهه 70 باعث فعال شدن زمینه های کاری در خصوص تحقیقات حمل و نقل گردید و در این راستا صنعت و دانشگاه نیز در مسائل تحقیقاتی در مسائل تحقیقاتی با هدف بکارگیری تکنولوژی های الکترونیکی در راهها فعال شدند.

در سال 1971 یکی از برنامه های ایالت متحده آمریکا با استفاده از سیستم های حمل و نقل هوشمند ارائه گردید. در این برنامه رانندگان بین شهری بر اساس مسیرهای موجود و زمان واقعی سفر در هر مسیر، در انتخاب مسیر راهنمایی می شدند. دو هدف بلند مدت در این برنامه مدنظر قرار گرفته بود:

الف- گسترش برنامه های تحقیقاتی و توسعه ای در خصوص هوشمند نمودن راهها و تعریف پروژه ها و ارزیابی آن ها.

1 Electronics Road Guide System
2 Urban Traffic Control System
3 Passing Area System
4 FLASH

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

ب- آماده سازی راهای در حال ساخت برای دارا بودن قابلیت راههای هوشمند در آینده.

در دهه 70 علایق بین المللی به رشد سیستم های خانواده سیستم حمل و نقل هوشمند دیده شد. ژاپن از سال 1973 تا سال 1978 با استفاده از برنامه ERGS، سیستم ارتباطات خودرویی[1] را راه اندازی کرد و در اروپا (آلمان و انگلستان) نیز به ترتیب مشابه سیستم راهنمای مسیر که به نام ALI معروف است، راه اندازی شد.

در اواسط دهه 80 تکنولوژی به سرعت پیشرفت کرده و تغییرات عمده ای در الکترونیک و کامپیوتر اتفاق افتاد. همزمان تراکم ترافیک در جاده ها نیز به یک مشکل جدی برای دولت ها تبدیل شد و با توجه به هزینه بالا و زمان مورد نیاز برای ایجاد ظرفیت بیشتر در راهها، کم کم تفکر افزایش ظرفیت راههای موجود تقویت شد. در این راستا در طی سال های اخیر کشور های زیادی از جمله آمریکا، ژاپن، اتحادیه اروپا، کره، استرالیا، مالزی، سنگاپور و ... اقدام به تشکیل ساختار سازمانی ITS در جهت ارتقای سطح کیفی خدمات حمل و نقل و افزایش ایمنی نمودند[48].

2-3-ترافیک و لزوم کاربرد سیستم حمل و نقل هوشمند

توسعه روزافزون شهرها، جا بجایی انسان و کالا را به صورت مسأله ای درآورده است که پیچیدگی آن دائماً در حال افزایش است. رشد شهری، تقاضای سفر زیادی را روی تسهیلات ناکافی موجود حمل و نقل باعث شده است و شهرها برای خدمات حمل و نقل تا حدود زیادی به سیستم خیابان های خود متکی هستند. برای جوابگویی به تقاضای فزاینده ترافیک

1 Comprehensive Automobile Communication System

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

اتومبیل ها، ترافیک تجاری و حمل و نقل عمومی، این سیستم ها همیشه در حال تحمل بار اضافی هستند.

کاهش تأخیر های ناخواسته در طول سفر و در نهایت جلب رضایت مسافران و روانسازی حرکت ترافیک و حمل و نقل، همواره از مطلوبیت های برنامه ریزان حمل و نقل برشمرده می شود. یکی از تکنولوژی هایی که امروزه در برنامه ریزی حمل و نقل و کنترل و مدیریت ترافیک شهری از آن استفاده می شود همانطور که گفته شد سیستم حمل و نقل هوشمند است.

به علت محدودیت منابع فیزیکی و اقتصادی و رشد سریع تعداد وسایل نقلیه، توسعه زیر ساخت های حمل و نقلی به طور پیوسته امکان پذیر نمی باشد. از این رو علاوه بر ساخت جاده های جدید، توسعه مدیریت حمل و نقل هوشمند نیز ضروری به نظر می رسد. زیرا این سیستم ها ما را به استفاده بهینه و کارا از زیر ساخت های موجود قادر می سازد[3] .

به طور کلي، با اين كه به كارگيري سيستم‌هاي حمل و نقل هوشمند براي دولت‌ها بسيار هزينه‌بر است و همواره جزو پروژه‌هاي عظيم به شمار مي‌رود، اما سودهاي آشكار آن از جمله كاهش مصرف سوخت و انرژي و سودهاي نهفته‌اي چون كاهش زمان مؤثر سفر، كاهش آلايندگي محيط زيست، كاهش سفرهاي غيرضروري و افزايش ايمني، سبب شده است كه نه تنها ترديدي در به‌كارگيري اين سيستم‌ها وجود نداشته باشد و سرمايه‌گذاري كلان در اين حوزه را موجه كند، بلكه به ضرورتي در زندگي امروز جوامع بشري تبديل شود[52].

با توجه به اثرات افزایش فرایند ماشینی شدن، شهرنشینی، رشد جمعیت و تغییر در تراکم جمعیت، سنگینی ترافیک در تمام کشورها تبدیل به یک معضل بزرگ گردیده است. این تراکم ترافیکی از بازده تاسیسات حمل و نقلی

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

کاسته و زمان مسافرت، آلودگی هوا و مصرف سوخت را افزایش داده است.

امروزه همانطور که گفته شد در مدیریت و سازمان دهی کلان شهرها به جای استفاده از اصول و روش های سنتی، باید از تکنولوژی های پیشرفته استفاده کرد. با وجود ساخت و سازها و تغییر و تحولات سریع در ابر شهرها استفاده از سیستم حمل و نقل هوشمند در مدیریت آن ها امری اجتناب ناپذیر است.

2-4-مسیریابی و سیستم های حمل و نقل هوشمند

با توسعه اقتصادی، حمل و نقل با سرعت زیادی در حال رشد است. به تازگی جاده های ساخته شده و دیگر تشکیلات حمل و نقل مانند خیابان های یکطرفه، خیابان های بدون ورودی، خیابان های بدون گردش به طور گسترده ای در حال اجرا هستند. این امکانات حمل و نقلی از یک طرف رانندگان را با انتخاب های مسیر بیشتری روبرو می کند و از طرف دیگر باعث پیچیدگی سفر می شوند. بر طبق این وضعیت، رانندگان احتیاج به یک سرویس راهنمای سفر برای جلوگیری از شلوغی در سفر دارند. یک رویه موثر برای حل این مشکلات، استفاده از سیستم های هدایت مسیر است که می توانند جریان های ترافیکی را در کل شبکه های جاده ای توزیع کنند[7].

راهنمای صحیح رانندگان برای انتخاب مسیر خود به مقصد مورد نظر یکی از مهمترین روش هایی است که بدون نیاز به ساخت و ایجاد بزرگراه ها و جاده های جدید می تواند باعث کاهش ترافیک و جلوگیری از تراکم های ترافیکی شود.

اغلب راه های مختلفی وجود دارد که یک راننده می تواند از مکان فعلی خود به مقصد مورد نظر برود. سوالی که در اینجا مطرح است این است که چگونه راننده می تواند تصمیم

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

بگیرد که کدام خیابان یا بزرگراه را انتخاب کند که زمان سفر او به حداقل رسد؟ چنانچه به این سوال رانندگان و مسافران پاسخی دقیق و درست داده شود، می توان به میزان قابل توجهی از حجم ترافیکی شهر های بزرگ و اتلاف بیهوده زمان کاست.

با کمک سیستم حمل و نقل هوشمند می توان این سوال را پاسخ گفت. سیستم حمل و نقل هوشمند مفهوم جدیدی است که سیستم شبکه جاده ای و وسیله نقلیه را تماماً یکپارچه می کند تا مشکلات ترافیکی را حل کند. مسیر یاب های حلقه ای، ویدئو دوربین ها، در میان دیگر وسایل مفهوم اولیه ای برای جمع آوری داده ایجاد می کنند . تکنولوژی موبایل و سیستم موقعیت یابی جهانی برای جمع آوری سرعت و موقعیت هر وسیله نقلیه در یک جریان پیوسته توسعه یافته است[4].

با استفاده از سیستم حمل و نقل هوشمند، رانندگان می توانند از وضعیت های ترافیکی واقعی مطلع شده و مسیر جاده ای بهینه را انتخاب کنند. در نتیجه باعث کارایی بالای حمل و نقل در سراسر شبکه ترافیک شهری شده و مقدار زیادی از منابع انسانی و سرمایه صرفه جویی می شود[8].

راننده می تواند با استفاده از ابزارهای سیستم حمل و نقل هوشمند مانند نقشه های الکترونیکی، نقشه های گوگل [1] یا مَپ کواست [2] برای تشخیص مسیرش استفاده کند. راننده می تواند با بکار گیری این ابزار و همچنین استفاده از اینترنت یا از طریق رادیو مسیر خود را قبل از شروع حرکت مشخص کند. همچنین یک سیستم جهت یابی در ماشین او می تواند او را در جهت یابی بر اساس مکان فعلیش هدایت کند.

1 google
2 Mapquest

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

2-4-1-مسیریابی و تغییر وضعیت های ترافیکی در طول سفر

هنگامی که وضعیت های ترافیکی در مسیر راننده تغییر می کند، آیا مسیر انتخابی اولیه او همچنان سریعترین مسیر و کوتاهترین مسیر است؟

زمان های سفر در محیط های شهری به علت فاکتورهایی مانند تصادفات، وضعیت های ترافیکی و شرایط آب و هوایی دارای نوسان است. نادیده گرفتن این متغیر های زمان سفر برای هدایت مسیر رانندگان ممکن است باعث شود تا وسایل نقلیه را به وضعیت های ترافیک شهری متراکم هدایت کنیم. در بعضی از موارد ،به علت متغیر بودن زمان سفر، وسایل نقلیه زمان با ارزش خود را در شلوغی های ترافیکی هدر می دهند[4].

وقتی وضعیت های ترافیکی تغییر می کند ممکن است سریع ترین مسیر انتخابی راننده تغییر کرده و راه فعلی او بیش از راه های دیگر طول بکشد. پیشنهاد يك مسير مطمئن و به دور از تراكم‌هاي ناخواسته توسط سيستم‌هاى اطلاعاتي و هوشمند و انتخاب آن توسط مسافر در روانسازي جريان ترافيك تأثير مطلوب و شايانى خواهد داشت كه از آثار سيستم‌هاي ناوبري پيشرفته سيستم حمل و نقل هوشمند به شمار مي‌آيد.

2-4-2-مسیریابی متمرکز

سیستم های پیشرفته اطلاعات مسافر زیر سیستمی از سیستم حمل و نقل هوشمند است که مسافران را از اطلاعات ترافیکی دینامیک مطلع می کند تا از اینکه آنها در خیابان های شلوغ و پر تراکم رانندگی کنند جلوگیری کند . اما در سیستم های مسیر یابی متمرکز، اطلاعات مستقیماً به سیستم های مسیر یابی فرستاده می شود و کوتاه ترین مسیر با

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

توجه به مکان فعلی مسافر و وضعیت ترافیکی فعلی محاسبه می شود. در ژاپن استفاده از اطلاعات زمان واقعی[1] در تراکم ترافیک در سال 1996 آغاز شد و الان 14 میلیون وسیله نقلیه از این اطلاعات استفاده می کنند[9].

مسیریابی متمرکز بعنوان یکی از راه حل های بالقوه برای راهنمای مسیر پویا برای شبکه های جاده ای در سیستم حمل و نقل هوشمند تشخیص داده شده است. در مسیر یابی بر اساس وسایل نقلیه [10]، هر وسیله نقلیه مسیر خودش را با استفاده از کامپیوتر های on-board و نقشه های جاده ای استاتیک پیدا می کند. در مقابل مسیریابی متمرکز بر ایستگاه های مرکزی مانند مرکز مدیریت ترافیک [2] تکیه می کند.

مسیریابی متمرکز در مقایسه با مسیریابی بر اساس وسیله نقلیه،هزینه پایین تری برای هر وسیله نقلیه دارد.زیرا:

1-وسیله نقلیه نیاز به دستگاه محاسباتی ندارد زیرا راه ها توسطمرکز مدیریت ترافیکمحاسبه می شوند.

2-وسیله نقلیه نیاز به دستگاهی برای ذخیره اطلاعات به منظور مدیریت داده های نقشه جاده ای که به طور قابل توجهی زیاد هستند ندارد.

3-وسیله نقلیه نیاز به اصلاح و آنالیز اطلاعات ترافیکی به روز به منظور مانیتور کردن تغییرات وضعیت های ترافیکی در طول شبکه را ندارد.

در ساختار سیستم حمل و نقل هوشمند مرکزی، وسایل نقلیه با مرکز مدیریت ترافیک از طریق موج رادیویی جاده ای که در جاده ها نصب شده است در ارتباطند. به این معنا که وسیله نقلیه مقصد خود را از طریق یک موج رادیویی ارسال

1 real-time
2 Traffic Management Centres(TMCs)

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

کرده سپس اطلاعات مسیر محاسبه شده را از مرکز مدیریت ترافیک از طریق همان موج رادیویی دریافت می کند[11].

2-4-3-مسیریابی و اطلاعات پویا

همانگونه که قبلاً گفته شد زمان های سفر در محیط های شهری به علت فاکتورهایی مانند تصادفات، وضعیت های ترافیکی و شرایط آب و هوایی دارای نوسان است. نادیده گرفتن این متغیر های زمان سفر برای هدایت مسیر رانندگان ممکن است باعث شود تا وسایل نقلیه را به وضعیت های ترافیک شهری متراکم هدایت کنیم[4].

با تغییر وضعیت های ترافیکی، ممکن است سریع ترین مسیر انتخابی راننده تغییر کرده وراه فعلی او بیش از راه های دیگر طول بکشد. در نتیجه بررسی سیستم به طور پویا باید صورت گیرد و اطلاعات تغییر یافته را با کمک سیستم حمل و نقل هوشمند، پیوسته در دسترس مسافر قرار دهد . در دسترس قرار دادن اطلاعات ترافیکی زمان واقعی و یافتن مسیر بهینه با استفاده از این اطلاعات، مبحث مسیریابی پویا را به وجود می آورد.

2-4-4-تعاریفی از مسیریابی پویا و ایستا

در مسائل مسیر یابی دو مبحث پویا و ایستا مطرح می شود. در مسائل ایستا کلیه داده ها قبل از شروع بهینه سازی و یافتن مسیر بهینه به طور کامل مشخص است. پیشرفت تکنولوژی در سال های اخیر باعث ایجاد گروه جدیدی از مسائل به نام مسیر یابی پویا شده است.

در ادامه تعاریفی که برای مسیریابی پویا و ایستا استفاده می شوند آورده شده است.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

تعریفی که پی سارافتیس[1] [12] از مسائل مسیر یابی ایستا و پویا کرده است به قرار زیر است:

مسیر یابی ایستا:

"چنانچه خروجی یک فرمول قطعی، مجموعه ای از مسیرهای از پیش تعیین شده باشد که دوباره بهینه سازی نمی شود و از ورودی هایی که در زمان واقعی بدست نیامده اند ،محاسبه می شود."

مسیریابی پویا:

" خروجی مجموعه ای از مسیر ها نیست، بلکه بیشتر سیاستی است که روشی را که مسیر ها باید از آن استنتاج شوند، به عنوان تابعی از ورودی هایی که در زمان واقعی بدست آمده اند، تعیین می کند."

تعریفی که الن لارسن[2] در تز دکتری خود [13]از مسیر یابی ایستا و پویا کرده است نیز چنین است:

تعریف مسیریابی ایستا:

" 1.فرض می شود که همه اطلاعات مربوط به طراحی مسیر ها توسط طراح قبل از شروع فرآیند مسیریابی مشخص شده است. 2.اطلاعات مربوط به مسیریابی بعد از اینکه مسیرها مشخص شدند،تغییر نمی کنند ."

تعریف مسیریابی پویا:

" 1.فرض می شود که همه اطلاعات مربوط به طراحی مسیر ها توسط طراح هنگامی که فرآیند مسیریابی شروع می شودشناخته شده نیستند. 2.بعد از اینکه مسیرهای ابتدایی مشخص شدند اطلاعات می توانند عوض شوند ."

1 Psaraftis
2 Allan Larsen

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

در این پایان نامه نیز طبق تعریف الن لارسن، به دلیل معلوم نبودن همه اطلاعات مربوط به وضعیت های ترافیکی، هنگامی که فرآیند مسیریابی شروع می شود، و امکان تغییر اطلاعات ترافیکی، بعد از مشخص شدن مسیرهای ابتدایی، به مسیریابی پویا پرداخته شده است.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

فصل سوم

مدل سازی ریاضی مسئله

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

3- مدلسازی ریاضی مسئله

3-1- مقدمه

مسئله اساسی در سیستم های هدایت مسیر پیدا کردن مسیر بهینه از مبدأ تا مقصد است. همانطور که در فصل قبل اشاره شد مسیریابی متمرکز بعنوان یکی از راه حل های بالقوه برای راهنمای مسیر پویا برای شبکه های جاده ای در سیستم حمل و نقل هوشمند تشخیص داده شده است اما هنوز در سیستم های عملی وقتی وضعیت های ترافیکی در طول رانندگی تغییر می کند، مسیر باید قبل از رسیدن ماشین به تقاطع بعدی دوباره ارزیابی شود. در اکثر سیستم های حمل و نقل هوشمند، فقط اطلاعات محدودی از اطلاعات ترافیکی از طریق رادیو یا سیستم ارتباطاتی سیستم های حمل و نقل هوشمند می تواند منتقل شود و انتخاب مسیر معمولاً توسط رانندگان بر اساس اطلاعات دریافت شده و تجربیاتشان صورت می گیرد.

راهنمای صحیح رانندگان برای انتخاب مسیر خود به مقصد مورد نظر یکی از مهمترین روش هایی است که بدون نیاز به ساخت و ایجاد بزرگراه ها و جاده های جدید می تواند باعث کاهش ترافیک و جلوگیری از تراکم های ترافیکی شود. همچنین در سیستم عملی وقتی شرایط ترافیکی در طول رانندگی تغییر می کند، مسیر باید قبل از اینکه ماشین به تقاطع بعدی برسد دوباره ارزیابی شود. در نتیجه یافتن مسیر مناسب بعنوان نیازی مهم برای هدایت مسیر پویا در سیستم های حمل و نقل هوشمند تشخیص داده شده است[14].

در ادامه مدلی را ارائه خواهیم داد که نه تنها کوتاهترین مسیر از لحاظ زمانی را با استفاده از اطلاعات ترافیکی بین مبدأ و مقصد بدست می آورد، بلکه پویا بودن آن نیز این امکان را به روش حل خود می دهد تا در صورت

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

تغییر اطلاعات ترافیکی بهترین مسیر را برای راننده دوباره محاسبه کند.

در سیستم های حمل و نقل هوشمند و سیستم های مسیریابی متمرکز با استفاده از این مدل و اطلاعات ترافیکی می توان به راننده برای انتخاب مسیر بهینه مناسب یاری رساند.

3-2- فرضیات مدل

انتخاب مسیر حرکت بین دو نقطه وابسته به پارامترهای مختلفی است اما به دلیل اینکه زمان سفر (کمان ها و تقاطع ها) با سایر پارامترهای موثر در انتخاب مسیر حرکت رابطه مستقیم دارد، لذا فرض بر آن است که استفاده کنندگان سیستم، مسیری را برای سفر بین دو نقطه بر می گزینند که کمترین زمان سفر را نسبت به سایر مسیرهای ممکنه داشته باشد.

شبکه های درون شهری دو عنصر اساسی دارند که عبور از آن ها برای رسیدن از مبدأ به مقصد مستلزم صرف زمان(هزینه) است. این دو عنصر راه و تقاطع است. در چهارچوب تحلیل های ریاضی مسائل شبکه در این پایان نامه نیز شبکه حمل و نقل جاده ای را به صورت یک گراف $G=(V,E)$ در نظر می گیریم. که V خود شامل گره هایی با نام $V_1,V_2,\ldots,V_n$ می باشد. این گره ها که شامل دو گره مبدأ و مقصد نیز می باشد، نمایانگر تقاطع ها است. E شامل کمان هایی با نام $e_1, e_2,\ldots,e_{n-1}$ می باشند که این کمان ها نیز نشان دهنده راه ها می باشند.

3-2-1- راه ها

در این پایان نامه، در شبکه حمل و نقل جاده ای ،کمان ها(راه ها) دارای اطلاعاتی چون طول کمان(x_{ij}) که می توان

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

آن را از نقشه های جاده ای بدست آورد و سرعت متوسط ماشین ها در آن کمان (V_{ij}^t) در آن لحظه که توسط سیستم های نمایانگر سرعت در جاده ها و دیگر ابزار های سیستم حمل و نقل هوشمند قابل محاسبه می باشد. با استفاده از این اطلاعات ساده و با استفاده از فرمول ابتدایی سرعت که $T_{ij}^t=V_{ij}^t / x_{ij}$ می توان طول زمان واقعی هر کمان در آن لحظه (T_{ij}^t) را بدست آورد[16]. زمان سفر پیش بینی شده وسایل نقلیه تحت شرایط جریان آزاد که زمان سفر آزاد نامیده می شود نیز اطلاعات دیگری است که کمان ها دارا می باشند. برای بدست آوردن زمان سفر آزاد که بعنوان وزنی برای کمان ها در نظر گرفته می شوند نیز از بین مدل های ریاضی پیشنهاد شده، متداول ترین مدل که در اکثر مطالعات انجام شده در نقاط مختلف جهان و نیز در ایران استفاده شده [1]، مدل پیشنهادی اداره راههای فدرال ایالت متحده امریکا است. در این مطالعه نیز به دلیل سابقه موجود، این مدل مدنظر قرار گرفته است. در ذیل مدل مربوط به ارزش گذاری بر کمان ها نشان داده شده است.

$$t = t_0\left[1 + 0.15\left(\frac{V}{Q^i}\right)^4\right] \qquad (1-3)$$

در مدل بالا داریم:

T :متوسط زمان سفر برای طی یک کیلومتر از طول راه (بر حسب دقیقه)

t_0 :متوسط زمان سفر آزاد (زمان سفر در جریان آزاد) برای طی یک کیلومتر از طول راه بر حسب دقیقه

V :حجم جریان ترافیک(بر حسب وسیله نقلیه در ساعت)

Q^i :ظرفیت عملی راه در سطح سرویس i (بر حسب وسیله

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

نقلیه همسنگ سواری در ساعت)

به منظور تهیه تابع زمان سفر آزاد مناسب نوعی، ابتدا باید یک دسته بندی از کلیه شبکه معابر مورد استفاده در مرحله تخصیص ترافیک انجام پذیرد.

3-2-1-1- دسته بندی شبکه معابر

در یک دسته بندی کلی از شبکه حمل و نقل بر اساس تعاریف موجود، می توان کمان های یک شبکه را به 6 گروه زیر تقسیم نمود.

- آزاد راه
- تند راه
- شریانی درجه 1
- شریانی درجه 2
- جمع کننده و توزیع کننده
- محلی و دسترسی

از آنجایی که شبکه بزرگراهی شهر تهران در دو وضعیت شمالی-جنوبی و شرقی-غربی واقع هستند و عمدتاً بزرگراه های شمالی-جنوبی دارای شیب و بزرگراه های شرقی-غربی به صورت مسطح و فاقد شیب هستند، سرعت جریان آزاد در بزرگراه ها با توجه به نوع آن ها متفاوت خواهد بود. به منظور در نظر گیری این عامل یک تقسیم بندی در رده بزگراهی با شرایط زیر انجام گرفته است.

- بزرگراه با شیب منفی(سرازیری)
- بزرگراه بدون شیب(مسطح)
- بزرگراه با شیب مثبت(سربالایی)

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

انتظار می رود که مقدار ظرفیت عملی به ترتیب در بزرگراه های با شیب منفی بیشترین مقدار و در بزرگراه های با شیب مثبت کمترین مقدار را دارا باشد. همچنین در رده بندی خیابان های شریانی درجه 1 با توجه به عملکرد متفاوت و چگونگی ترکیب وسایل نقلیه در آن ها و به علت محدودیت های موجود برای حرکت بعضی از وسایل نقلیه، کمان های این رده از شبکه نیز به دو گروه شریانی درجه 1 درون محدوده مرکزی و شریانی درجه 1 بیرون محدوده مرکزی شهر تقسیم شده اند.

سرعت جریان آزاد، زمان سفر آزاد و ظرفیت عملی برای هر رده از کمان های شبکه شهر تهران متفاوت است که در جدول زیر آمده است.

جدول شماره (3-1): مدل های زمان سفر در رده های مختلف از از راه های شبکه معابر شهر تهران[1]

خیابان های درون شهری			
ردیف	نوع خیابان	سرعت جریان آزاد km/h	شکل تابع
1	بزرگراه با شیب منفی	90	$t = 0.67\left[1 + 0.15\left(\frac{V}{390 \times W}\right)^4\right]$
2	بزرگراه بدون شیب	80	$t = 0.75\left[1 + 0.15\left(\frac{V}{350 \times W}\right)^4\right]$
3	بزرگراه با شیب مثبت	۶۰	$t = 0.86\left[1 + 0.15\left(\frac{V}{330 \times W}\right)^4\right]$
4	شریانی درجه 1 محدوده مرکزی	60	$t = 1.00\left[1 + 0.15\left(\frac{V}{310 \times W}\right)^4\right]$
5	شریانی درجه 1 بیرون محدوده مرکزی	60	$t = 1.00\left[1 + 0.15\left(\frac{V}{250 \times W}\right)^4\right]$

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

6	شریانی درجه 2	50	$t = 1.20\left[1 + 0.15\left(\frac{V}{240 \times W}\right)^4\right]$
7	جمع و پخش کننده	40	$t = 1.50\left[1 + 0.15\left(\frac{V}{200 \times W}\right)^4\right]$
8	دسترسی و محلی	40	$t = 1.50\left[1 + 0.15\left(\frac{V}{150 \times W}\right)^4\right]$
9	فرضی	40	$t = 1.50$

توضیح: در کلیه روابط فوق

t : زمان سفر لازم برای طی یک کیلومتر از مسیر بر حسب دقیقه

V : حجم ترافیک خیابان بر حسب همسنگ سواری در ساعت

W : عرض سواره رو خیابان بدون احتساب پارکینگ و خط ویژه بر حسب متر

3-2-2- تقاطع ها

در سفر در یک شبکه برون شهری بیشتر زمان(هزینه) سفر صرف طی کردن کمان ها(راه ها) می شود و عبور از گره ها(تقاطع ها) حتی در کل(حداقل نسبت به زمان سفر کمان ها) زمان قابل توجهی را تشکیل نمی دهند. از این رو، آگاهی از تابع زمان سفر کمان ها برای تحلیل مسائل شبکه و تخصیص ترافیک کافی است و نیازی به دانستن زمان سفر تقاطع ها نیست. ولی در شبکه هایی همچون یک شبکه درون شهری، که زمان لازم برای طی کردن کمان ها، نسبت به زمان طی کردن کمان های برون شهری بسیار کم است، زمان سفر در عنصر دیگر شبکه(تقاطع ها) اهمیت می یابد. این اهمیت در شرایط ویژه ای که در زیر می آید حتی می تواند تابع زمان سفر کمان ها را کم اهمیت جلوه دهد.

تقاطع محل ارتباط راه ها است، بنابراین اگر قرار باشد که شبکه در قسمت های مختلف خود دارای ظرفیت های هماهنگی باشد، باید ظرفیتی همسنگ ظرفیت مجموع راه های منتهی به

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

تقاطع ها برای آن ها مهیا کرد. در واقع ظرفیت تقاطع ها از مقدار اخیر هم باید بیشتر باشد، چرا که در این نقطه بین ترافیک راه های مختلف کنش و واکنش های مختلفی بروز پیدا می کند و حرکت های ترافیک هر راه در تقاطع پیچیده تر از حرکت های در خود آن راه (به سبب گردش های مختلف به چپ یا راست و مانند آن) می شود.

در شبکه های حمل و نقل شهری، تقاطع ها به عنوان محل ارتباط خیابان ها از اهمیت خاصی برخوردارند. تقاطع ها محل برخورد جریان های ترافیکی مختلف و بعضاً وسایل نقلیه و عابرین پیاده بوده و از نظر زمان سفر و ایمنی در شهر ها بسیار مورد توجه هستند.

بر اساس مطالعات انجام شده، به طور متوسط 35 تا 40 درصد از زمان سفر در مراکز شهرها، ناشی از تأخیر بوجود آمده در تقاطع هاست[31]. این موضوع به خوبی اهمیت تقاطع ها در شبکه حمل و نقل شهری و روش ها و تمهیدات اجرا شده جهت کاهش تأخیر در تقاطع ها را روشن می سازد.

بدین ترتیب، ضرورت دستیابی به تابع زمان سفر تقاطع ها (زمان تأخیر تقاطع) در تحلیل جریان شبکه و طراحی آن روشن می شود.

به طور کلی زمان عبور از یک تقاطع به عواملی چون شکل تقاطع، حجم ترافیک در جهت های ورودی مختلف و چگونگی کنترل تقاطع بستگی دارد. نکته دیگر در بررسی تأخیر در تقاطع ها این است که به طور کلی زمان تأخیر در هر جهت ورودی به تقاطع به حجم ترافیک در تمام جهت های ورودی به تقاطع ها بستگی دارد. ولی اولاً تعیین چنین توابع تأخیری برای تقاطع ها مشکل بوده و ثانیاً درنظر گیری آن در شبکه، مسئله تخصیص ترافیک را به حدی مشکل می سازد که عملاً استفاده از روش های ساده تخصیص و کاربرد ریز

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

کامپیوتر ها را غیر ممکن می سازد. یک فرض ساده کننده این است که زمان تأخیر در هر ورودی تنها به حجم ترافیک در آن جهت و به نحوه کنترل تقاطع (تقاطع های چراغدار و تقاطع های بدون چراغ) بستگی دارد و به حجم ترافیک در جهت های دیگر بستگی ندارد.

3-2-2-1- انواع تقاطع ها و مدل ارزش گذاری آن ها

بر اساس تفکیک عملکردهای متفاوت، **4** نوع مختلف تقاطع جهت اتصال، در شبکه خیابان و بزرگراه های یک شهر به شرح زیر تشخیص داده می شود.

1- تقاطع های فاقد چراغ راهنمایی:

از این نوع تقاطع ها به طور وسیعی در سطح شهرها استفاده شده است. در این نوع تقاطع ها با نصب علائم راهنمایی، حق تقدم های لازم برای حرکت های مختلف بر اساس قوانین راهنمایی اعمال می گردد.

2- تقاطع های با چراغ راهنمایی:

با افزایش حجم ترافیک در خیابان های منتهی به یک تقاطع، میزان تأخیر در این حالت به سرعت افزایش میابد. در این وضعیت تقاطع های فاقد چراغ راهنمایی دیگر جوابگوی افزایش حجم ترافیک نخواهد بود. در تقاطع های با چراغ راهنمایی با کاهش برخورد بین جریان های ترافیک مختلف، ایمنی تقاطع افزایش میابد.

3-میدان ها:

میدان نوع دیگر از روش های ارتباطی بین خیابان ها است.

4-تقاطع های غیر همسطح:

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

در هر مکانی که حجم ترافیک خیابان های منتهی به یک تقاطع از مقدار معینی تجاوز کند و یا تأخیر بوجود آمده از حد مورد قبول تجاوز نماید استفاده از تقاطع غیر همسطح به عنوان یک گزینه مطرح می شود. با استفاده از این روش، ضمن افزایش سرعت سفر و کاهش تأخیر،برخوردهای حاصل از تداخل جریان های ترافیک متقابل به حداقل تقلیل میابد.

در این پایان نامه تنها دو نوع تقاطع فاقد چراغ راهنمایی و تقاطع چراغدار در نظر گرفته می شود(میدان ها نیز به عنوان تقاطع های چراغدار یا بدون چراغ در نظر گرفته می شوند) که در ذیل شکل کلی دو مدل مربوط به ارزش گذاری بر تقاطع ها(تقاطع های چراغدار و تقاطع های بدون چراغ) نشان داده شده است[1].

مدل ارزش گذاری بر تقاطع های چراغدار:

$$d_x = \alpha \frac{r^2}{2c\left(1 - \frac{\lambda}{504 \times w_I}\right)} \qquad (2\text{-}3)$$

مدل ارزش گذاری بر تقاطع های بدون چراغ:

$$d_x = d_f \times m \times \left[\alpha + \beta\left(\frac{V_I}{w_I \times Q_I}\right)^2\right] \qquad (3\text{-}3)$$

در مدل شماره 1 که مربوط به تقاطع های چراغدار است داریم:

d_x: متوسط زمان تأخیر برای حرکت x خیابان ورودی جهت عبور از تقاطع(ثانیه)

x: هر یک از حرکت های گردش به راست، مستقیم و گردش به چپ خیابان ورودی

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

α: ضریب مربوط به نوع گردش در تقاطع هاست که برای حرکت راستگرد 0/88، برای حرکت مستقیم 1/02 و برای حرکت چپ گرد این مقدار برابر با 1/34 می باشد.

r: مدت زمان قرمز چراغ در جهت مورد نظر(ثانیه)

c: مدت دوره تناوب چراغ در جهت مورد نظر(ثانیه)

λ: نرخ ورود به تقاطع(بر حسب وسیله نقلیه همسنگ سواری بر متر در ساعت)

در مدل شماره ۲ که مربوط به تقاطع های چراغدار است داریم:

d_x: متوسط زمان تأخیر برای حرکت x خیابان ورودی جهت عبور از تقاطع(ثانیه)

x: هر یک از حرکت های گردش به راست، مستقیم و گردش به چپ خیابان ورودی

V_I: کل جریان ترافیک در خیابان ورودی(بر حسب وسیله نقلیه همسنگ سواری در ساعت)

w_I: عرض سواره رو خیابان ورودی(متر)

Q_I: ظرفیت عملی خیابان ورودی(بر حسب وسیله همسنگ سواری نقلیه سواری برای یک متر عرض عبور در ساعت) که بر حسب نوع خیابان از جدول 1-3 قابل دستیابی است.

M: ضریب سختی حرکت در تقاطع است که $M=M_1\times M_2$ می باشد.

که M_1 تعداد حرکت های مجاز و تأثیر گذار در تقاطع و M_2 نسبت تعداد ورودی ها به خروجی ها در تقاطع است.

d_f: ضریب تأخیر که نشان دهنده اثر حق تقدم هر ورودی

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

نسبت به سایر ورودی های تقاطع می باشد. این مقدار برای خیابان ورودی بدون حق تقدم برابر با 0/5، برای خیابان ورودی به شریانی درجه 1 با شریانی درجه 2 با حق تقدم برابر با 0/25 و برای خیابان ورودی تند راه، آزاد راه یا جاده اصلی و دارای حق تقدم برابر با 1/6 می باشد.

α و β نیز پارامتر های مدل هستند که برای حرکت های مختلف متفاوتند. مدل زیر را می توان جهت برآورد زمان تأخیر در یک تقاطع بدون چراغ به عنوان نماینده هر سه حرکت به کار برده و میزان تأخیر را در یک تقاطع بدون چراغ برای هر سه حرکت مستقیم، گردش به راست و گردش به چپ یکسان فرض کرد.

مدل ارزش گذاری بر تقاطع های بدون چراغ

$$d_x = d_f \times m \times \left[3.5 + 4\left(\frac{V_I}{w_I \times Q_I}\right)^2\right] \qquad (4-3)$$

جدول شماره (3-2): مقدار ظرفیت عملی راه ها بر حسب همسنگ سواری بر هر متر عرض سواره روی خیابان[1].

نوع راه	آزاد راه و تند راه	شریانی درجه 1	شریانی درجه 2	جمع کننده و پخش کننده	دسترسی محلی
ظرفیت عملی بر هر متر عرض(بر حسب همسنگ سواری)	310	280	240	200	150

3-2-2-2- ضرایب معادل همسنگ سواری

مفهوم همسنگ سواری عبارت است از آنکه، چنانچه خودرویی از یک نوع به اندازه x واحد سواری شخصی بر سرعت و روند

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

ترافیک تأثیر گذارد، ضریب همسنگ سواری آن خودرو معادل x واحد سواری خواهد بود. هدف از کاربرد ضرایب همسنگ سواری، یکی کردن حجم ترافیک ترکیبی می باشد تا با این یکی کردن مقایسات به راحتی صورت پذیرد. جدول زیر ضرایب همسنگ سواری خاص شهر تهران بوده که توسط شرکت مطالعات جامع حمل و نقل ترافیک تهران محاسبه گردیده اند[1].

جدول (3-3): ضرایب همسنگ سواری برای شهر تهران[12]

Bicycle		Car	Taxi	Minibus	Bus	Vah.	heavy		
دوچرخه	موتور	سواری شخصی و وانت	تاکسی	مینی بوس	اتوبوس غیر واحد	اتوبوس واحد	کامیون و کمپرسی	تانکر و تریلی	سایر
0/5	0/5	1	2	2/5	2/5	5	2/5	2/5	2/1

در ادامه به ارائه مدل پیشنهادی برای مسیریابی پویا پرداخته شده است.

3-3-مدل ریاضی

در مدل ذیل دو نوع هزینه برای حمل و نقل وسیله نقلیه در نظر گرفته شده است. یکی هزینه ثابت استهلاک ماشین است و دیگری هزینه ای که راننده برای تأمین سوخت وسیله نقلیه خود به ازای هر واحد زمانی استفاده از ماشین باید بپردازد.

این مدل این امکان را می دهد تا راننده در صورت داشتن محدودیت زمانی برای رسیدن به مقصدمورد نظر خود، بتواند یک پنجره زمانی را برای خود تعریف کند و مدل در صورت امکان مسیری را به او پیشنهاد می کند که در بازه زمانی

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

تعریف شده باشد و چنانچه باتوجه به شرایط ترافیکی فعلی مسیری در بازه زمانی تعریف شده یافت نشد کوتاهترین مسیر را پیشنهاد کرده و میزان جریمه ای را که راننده به علت تأخیر باید بپردازد به او اعلام می کند. این بازه زمانی به پنجره زمانی [1] معروف بوده و به دو دسته تقسیم می شود.پنجره زمانی نرم و پنجره زمانی سخت.

در پنجره زمانی نرم[2] در مسیر یابی ، ماشین ها(راننده ها) یک پنجره زمانی مورد قبول دارند. که می بایست در آن پنجره زمانی(به عنوان مثال $[a_i,b_i]$) به مقصد مورد نظر برسند، در پنجره زمانی نرم رانندگان چنانچه زود تر یا دیر تر از این موعد به مقصد مورد نظر برسند، اجازه ورود به مقصد را دارند اما باید به میزان تأخیر یا انتظار، جریمه پرداخت کنند.

در پنجره زمانی سخت[3] رانندگان فقط می توانند گره مقصد را در پنجره زمانی ملاقات کرده و چنانچه زودتر یا دیر تر برسند اجازه ملاقات گره مقصد را ندارند[26].

در این مدل از پنجره زمانی نرم با بازه $[0,b]$ استفاده شده است یعنی فقط برای رانندگان مهم این است که دیر تر از موعد مورد نظر به مقصد نرسند. مدل با توجه به شرایط ترافیکی جاری در صورت امکان مسیری را انتخاب می کند که در پنجره زمانی بوده و در غیر این صورت مشخص خواهد کرد که با توجه به شرایط ترافیکی جاری کوتاهترین مسیر کدام است و راننده چقدر باید برای دیر رسیدن خود جریمه پرداخت کند. در ادامه به ارائه مدل ریاضی می پردازیم.

1 Time Window
2 Soft Time Window
3 Hard Time Window

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

3-3-1-تعریف مجموعه‌ها و اندیس ها

مجموعه گره ها $i,j\in\{1,\ldots,n\}$

مرحله (زمانی که اطلاعات بروز می شوند) $t\geq 1$

3-3-2-تعریف پارامترهای مدل

w^t :زمان انتظار در گره مقصد در دوره t

d^t :زمان تأخیر در گره مقصد در دوره t

P_d :جریمه دیر رسیدن

P_w :جریمه زود رسیدن

R_c :هزینه سفر در هر واحد زمان

F :هزینه ثابت استهلاک ماشین

R_{ij}^t :طول زمان سفر کمان i و j در دوره t که شامل مدت زمان لازم برای عبور از کمان i و j (T_{ij}^t) و مدت زمان لازم برای عبور از تقاطع j (تقاطع چراغدار و تقاطع بدون چراغ) (D_j^t) می باشد یعنی

$$R_{ij}^t = T_{ij}^t + D_j^t$$

C :حداقل زمان رسیدن مورد انتظار در گره مقصد

D :حداکثر زمان رسیدن مورد انتظار در گره مقصد

e_{ij} :اگر از گره i به گره j کمان موجود باشد 1 و در غیر اینصورت صفر میباشد.

w_{ij}^t :ضریب یا وزن هر کمان i و j که برابر است با $w_{ij}^t = (1 - 1/t_{ij}^t) \times \alpha_{ij}^t$ که در آن t_{ij}^t زمان سفر آزاد پیش بینی شده برای عبور از کمان i و j و α_{ij}^t احتمال تصادف می باشد.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

3-3-3- تعریف متغیر های تصمیم گیری

x_{ij}^{t} :برابر **1** اگر مسیر i به j در دوره t انتخاب شودو در غیر اینصورت صفر می شود.

مدل ریاضی به صورت زیر می باشد:

$$\text{Min } f \sum_{i=1}^{n-1}\sum_{j=2}^{n} x_{ij}^{t} w_{ij}^{t} e_{ij} R_{ij}^{t} + R_c \sum_{i=1}^{n-1}\sum_{j=2}^{n} x_{ij}^{t} w_{ij}^{t} e_{ij} R_{ij}^{t} + P_w W^t + P_d d^t \qquad (۱)$$

$$\sum_{j=2}^{n} x_{ij}^{t} e_{ij} = 1 \qquad i = 1 \qquad (۲)$$

$$\sum_{i=1}^{n-1} x_{ij}^{t} e_{ij} = 1 \qquad j = n \qquad (۳)$$

$$\sum_{k=2}^{n} x_{jk}^{t} e_{jk} - \sum_{i=1}^{n-1} x_{ij}^{t} = 0 \qquad \forall\, j \qquad (۴)$$

$$\sum_{i=1}^{n-1} x_{ij}^{t} e_{ij} = 1 \qquad \forall j \,, j \notin n \qquad (۵)$$

$$w^t \geq C - \sum_{i=1}^{n-1}\sum_{j=2}^{n} R_{ij}^{t} x_{ij}^{t} e_{ij} \qquad (۶)$$

$$d^t \geq \sum_{i=1}^{n-1}\sum_{j=2}^{n} R_{ij}^{t} x_{ij}^{t} e_{ij} - D \qquad (۷)$$

$$x_{ij}^{t} \in \{0,1\}, \quad i,j \in N, \quad t \in z \;, \quad w^t, d^t \geq 0 \qquad (۸)$$

3-4-تشریح مدل ریاضی

(**1**)تابع هدف: تابع هدف کل هزینه را که شامل هزینه ثابت استهلاک ماشین، هزینه سفر در هر واحد زمان،جریمه زود رسیدن و جریمه دیر رسیدن را کمینه می کند.

(**2**)محدودیت شروع جریان از مبدأ: باید شرایطی را فراهم کرد که جریان از مبدأ شروع شود. این محدودیت تضمین می کند که جریان حتماً از مبدأ شروع خواهد شد.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

(**3**)محدودیت ملاقات مقصد: این محدودیت تضمین می کند که جریان در نهایت گره مقصد را ملاقات خواهد کرد.

(**4**) این محدودیت بیان می کند در صورتی جریان از گره i به گره بعدی انتقال میابد که در مرحله قبل از گره j به گره j جریان وجود داشته باشد یعنی جریان تا وارد گره j نشود جریانی نمی تواند از آن خارج شود.

(**5**)محدودیت منع ایجاد دور: برای اینکه هر گره در طول جریان از مبدأ تا مقصد تنها یکبار ملاقات شود و از ایجاد دور جلوگیری شود نیاز به محدودیتی است که شرایطی ایجاد کند که اجازه ندهد هر گره بیش از یک بار ملاقات شود.

(**6**) و (**7**) این دو محدودیت جریمه مربوط به انتظار و تأخیر بوجود آمده به علت شکسته شده پنجره زمانی نرم را محاسبه می کند.

(**8**) این محدودیت بیانگر صفر و یک بودن متغیر تصمیم x_{ij}^{t} و عدد طبیعی بودن i,j و عدد صحیح بودن t و مثبت بودن دو پارامتر w_t و d_t می باشد.

در فصل بعد به حل مدل به کمک الگوریتم سیستم مورچه پرداخته شده است.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

فصل چهارم

حل مسئله به کمک الگوریتم سیستم مورچه

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

4- حل مسئله به کمک الگوریتم سیستم مورچه

4-1- مقدمه

الگوریتم های معمول برای طراحی مسیر مانند الگوریتم A* [30و31] و Dijkstra [33و32] و الگوریتم اطلاعات فاصله [1] مناسب نمی باشند. زیرا بعضی از این الگوریتم ها نمی توانند اطلاعات ترافیکی پویا را پردازش کنند و بعضی از آن ها بسیار پیچیده هستند و زمان زیادی صرف می کنند. در نتیجه یک الگوریتم راهنمای خوب برای سیستم حمل و نقل هوشمند نیاز است[8].

مسئله مسیریابی پویا جزء مسائل Np-hard می باشد [27]، یعنی الگوریتم دقیقی وجود ندارد که قادر باشد حل ها را در زمان قابل قبولی پیدا کند. بنابراین روش های هیوریستیک و متاهیوریستیک بعنوان گزینه مطلوبی در نظر گرفته می شوند. اگر چه این متدها توانایی گارانتی کردن حل بهینه ای که پیدا می شود را ندارند، اما آنها قادرند حل هایی نزدیک بهینه که می تواند رضایت بخش باشد را با یک هزینه محاسباتی در مقایسه با دیگر روش های حل بهینه، پیدا کنند. یکی از الگوریتم های متاهیوریستیک معمول در مسائل مسیریابی الگوریتم مورچگان است [27]، که در این پروژه نیز برای حل مدل ارائه شده از این الگوریتم استفاده می کنیم. در ادامه به تشریح الگوریتم مورچگان می پردازیم.

4-2-الگوریتم اجتماع مورچگان

در سال های اخیر یکی از مهمترین زمینه های تحقیقاتی، کشف روش های ابتکاری از طبیعت بوده است که از آن ها

1 Distance information algorithm

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

برای بدست آوردن نتایج خوب در مسائل بهینه سازی ترکیبی استفاده شده است. روش های ابتکاری با کاربرد یک تعداد تکرار مشخصی از آزمایشات یا بکارگیری ویژگی های یک یا چند عامل نظیر عصب ها، کروموزوم ها، مورچه ها و مانند آن بدست می آیند.

قلمرو حیوانات موارد مختلف و متفاوتی از سیستم های اجتماعی را به نمایش می گذارند که در مقایسه با رفتار های جمعی پیچیده توانایی های فردی ضعیفی دارند. یکی از اولین تکنیک ها برای بهینه سازی تقریبی که از هوش جمعی الهام گرفته شده است، بهینه سازی اجتماع مورچگان [1] (ACO) است که از رفتار کاوشگرانه اجتماع مورچه ها برای بدست آوردن غذا الهام گرفته شده است[34].

پژوهش های زیست شناسان در مورد رفتار مورچگان نشان داده است که این گونه حشرات ، توانایی بسیار زیادی در یافتن کوتاهترین مسیر از لانه خود تا منبع غذا حتی با وجود موانع بسیار بر سر راه خود، این ویژگی ناشی از ارتباط مستقیم بین مورچگان از طریق برجایگذاری اثر فرومون [2] شیمیایی است که مورچه ها را قادر می سازد تا کوتاهترین مسیر بین لانه و منبع غذا را پیدا کنند. این رفتار اجتماعی واقعی مورچگان در الگوریتم های بهینه سازی اجتماع مورچه به منظور حل مسائل مختلف بکار گرفته شده است.

از دیدگاه تحقیق در عملیات الگوریتم بهینه سازی اجتماع مورچه به گروه متاهیوریستیک [3] ها تعلق دارد[35و36و37] . لفظ متاهیوریستیک، ابتدا در [38] معرفی شد، که از دو کلمه یونانی مشتق گرفته شده است.

1 Ant Colony Optimization
2 pheromone
3 Metaheuristic

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

هیوریستیک از فعل هیوریسکین[1] به معنای "پیدا کردن" مشتق می گیرد. در حالی که پسوند"متا" به معنای "آنسوی،دربالای" می باشد. قبل از این که این لفظ به طور گسترده پذیرفته شود، متا هیوریستسک ها، اغلب هیوریستیک مدرن نامیده می شدند[39].

4-2-1-مبدأ بهینه سازی اجتماع مورچه

مارایس[2] یکی از اولین افرادی بود که اجتماع موریانه ها را مورد بررسی قرار داد. وی در کتابش تحت عنوان "روح مورچه" (که در سال **1937** بعد از مرگش چاپ شد)، آزمایشات انجام شده و مشاهدات خود را در ارتباط با رفتار اجتماعی موریانه ها شرح داد [40].در ادامه بیولوژیس فرانسوی گریس[3]، مکانیسم ارتباطی مورچه ها را مورد بررسی قرار داد. او نشان داد که فرمی از ارتباطات غیر مستقیم، که نام آن را استیگمرجی [4] گذاشت ، بین مورچه ها وجود دارد[41].دنبرگ[5] و همکارانش نیز یک نمونه از استیگمرجی را بررسی کردند و نام آن را ارتباطات فرومونی نام گذاشنت [42]. دوریگو[6] و همکاران اولین الگوریتم اجتماع مورچه را در اوایل دهه 1990 معرفی کردند. توسعه این الگوریتم ها توسط مشاهده اجتماع مورچگان الهام گرفته شده است[43و44و45].

1 Heuriskein
2 Marais
3 Pierre-Paul Grass
4 stigmergy
5 Deneubourg
6 Marco Dorigo

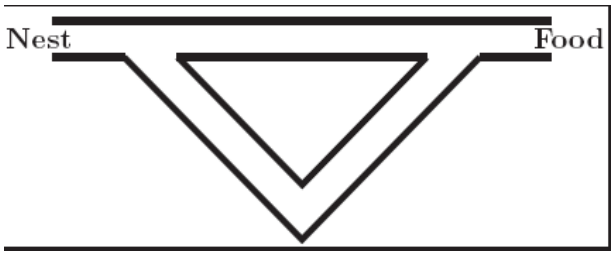
دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

4-2-2-رفتار جستجوی برای غذای مورچه

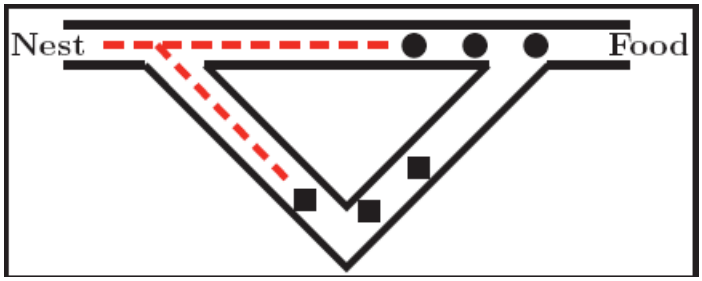
مورچه ها حشرات اجتماعی هستند که در اجتماع زندگی می کنند و رفتارشان بیشتر بر اساس هدف بقای اجتماع شکل می گیرد تا بقای فردی. رفتاری که برای بهینه سازی اجتماع مورچه الهام گرفته شده است، رفتار جستجو گرانه مورچه ها برای یافتن دانه است و به خصوص اینکه چگونه مورچه ها می توانند کوتاهترین راه بین لانه و غذا را پیدا کنند.
مورچه ها در حالی که حرکت می کنند مقادیری از نوعی ماده شیمیایی به نام فرومون (نوعی هورمون خاص) از خود بر جای می گذارندو به این ترتیب مسیر حرکت خود را علامتگذاری می کنند. مورچه ها با برجای گذاشتن این ماده شیمیایی (فرومون) که در کوتاه مدت به عنوان رد مورچه بر سطح زمین باقی می ماند، مسیری که بین محل غذا و لانه ایجاد می شود موجب جذب سایر مورچه ها می گردد. مورچه دیگری که به طور مستقل در حال حرکت است به هنگام مواجه شدن با مسیری که آغشته به فرومون است، آن را شناسایی کرده و با احتمال بسیار زیادی تصمیم به دنبال کردن آن مسیر می کند و بدین ترتیب آن مسیر را به مقدار فرومون بیشتری آغشته می کند. از آن جا که فرومون موجود در مسیر ها پس از مدتی تبخیر می شود، مجموع تعامل میان فرومون برجای گذاشته شده در یک مسیر، تعداد مورچه هایی که از آن مسیر تردد می کنند، شدت تبخیر فرومون و مسافت و طول مسیر باعث می شود که پس از مدتی، کوتاهترین مسیر میان لانه و منبع غذا کشف شود و مورچه ها به مرور به سمت مسیر کوتاهتر جذب شوند. علت این است که در مدت زمان یکسان، تعداد دفعاتی که یک مورچه مسیر کوتاهتر را طی می کند بیشتر است و در نتیجه فرومون بیشتری نیز در این مسیر از خود باقی می گذارد. بهمین دلیل پس از مدتی، مورچه هایی که در مسیر طولانی تر در حال رفت و آمد هستند، به سمت

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

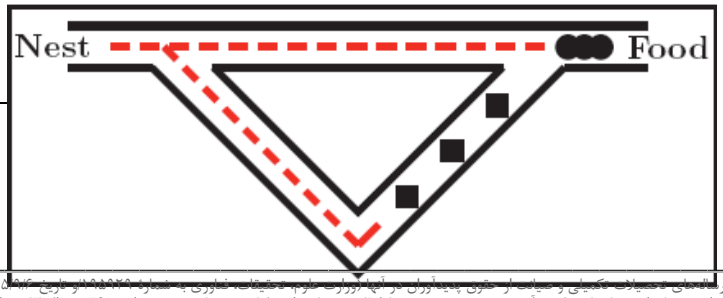
مسیر کوتاهتر جذب می شوند. در این حالت به مرور زمان از مقدار فرومون ریخته شده در مسیر طولانی تر کاسته و و به مقدار فرومون ریخته شده در مسیر کوتاهتر نیز افزوده می شود. در نهایت پس از مدتی مورچه ها فقط در مسیر کوتاهتر حرکت خواهند کرد. هنگامی که مورچه ها منبع غذا را پیدا می کنند کمیت و کیفیت غذا و مسیر رسیدن به آن را ارزیابی می کنند و در طول سفر برگشت کمیت فرومونی که یک مورچه روی زمین برجای می گذارد ممکن است به کمیت و کیفیت غذا بستگی داشته باشد. ارتباط مستقیم بین مورچه ها از طریق ردپای فرومونی [1] آنها را قادر می سازد تا کوتاهترین مسیر بین لانه و غذا را پیدا کنند. این رفتار در شکل زیر نمایش داده می شود.



شکل **4-1**:همه مورچه ها در لانه هستند و هیچ فرومونی در محیط نیست.



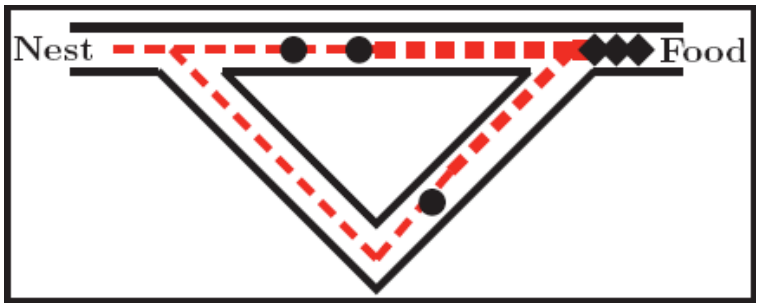
شکل **4-2**:جستجو برای غذا شروع می شود،به طور احتمالی **50**% مورچه ها مسیر کوتاه و **50**% مورچه ها مسیر طولانی را انتخاب می کنند.



1 pheromone trail

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های دکتری و حمایت از حقوق پدیدآوران در تهیه و ورود مواد به جریان تجاری به شماره ۹۵۵۵۲۵ مورخ ۱۳۹۵/۰۸/۲۶ از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

شکل **3-4**:مورچه هایی که کوتاهترین مسیر را انتخاب کرده اند زودتر به منبع غذا می رسند.بنابراین هنگام برگشت احتمال اینکه آنها دوباره مسیر کوتاه را انتخاب کنند زیاد است.



شکل **4-4**:رد فرومون روی مسیر کوتاه بیشتر و قوی تر می شود و احتمال انتخاب این مسیر افزایش می یابد.در نهایت بنابر تبخیر فرومون ها روی مسیر،کل اجتماع احتمالاً مسیر کوتاه را انتخاب می کنند.

حال به عنوان اولین قدم به سمت الگوریتمی برای بهینه سازی گسسته، در زیر مدلی ساده و گسسته فرمونی که در شکل توضیح داده شد ارائه می شود.

مدل مورد بررسی شامل یک گراف $G=(V,E)$ می باشد که V خود شامل دو گره V_s و V_d می باشد که V_s نمایانگر گره لانه مورچه هاست و V_d گره منبع غذا را نمایش می دهد. بعلاوه E شامل دو کمان با نام های e_1 وe_2 بین V_s و V_d می باشد. به e_1 طول L_1 و به e_2 طول L_2 را تخصیص می دهیم و فرض می کنیم که $L_1 \leq L_2$ می باشد. به بیان دیگر e_1 مسیر کوتاه و e_2 مسیر طولانی بین V_s و V_d را نشان می دهند. مورچه های واقعی روی مسیری که حرکت می کنند فرومون برجای می گذارند. یک ارزش فرومون مصنوعی بنام τ_i برروی هر دو کمان e_i ، $i=1,2$ تعریف می

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

شود. این ارزش نشان دهنده قدرت ردپای فرومون روی مسیر مربوطه است. n_k نمایانگر تعداد مورچه های مصنوعی است. هر مورچه مانند زیر عمل می کند: هر مورچه حرکت خود را از گره لانه آغاز می کندو با تابع احتمال زیر یک کمان را برای رسیدن به منبع غذا انتخاب می کند.

$$P_i = \tau_i / (\tau_1 + \tau_2) \qquad (1-4)$$

به طور مشهود چنانچه $\tau_2 \leq \tau_1$ باشد، احتمال انتخاب e_1 بیشتر است و بالعکس . برای بازگشت از گره منبع غذا به گره لانه مورچه مسیر مشابهی را که در هنگام رفت انتخاب کرده بود، انتخاب می کند. به عنوان جزئیات بیشتر، با انتخاب کمان e_1 مورچه ارزش فرومون مصنوعی خود را مانند زیر تغییر می دهد:

$$\tau_i \longleftarrow \tau_i + Q/L_i \qquad (2-4)$$

که Q پارامتر ثابت مثبتی از مدل است. به بیان دیگر، مقدار فرومون مصنوعی که اضافه می شود، به طول مسیر انتخابی بستگی دارد. هرچه مسیر کوتاه تر مقدار فرومون اضافه شده بیشتر. در این مدل جستجو برای غذا در اجتماع مورچه مانند زیر مکرراً شبیه سازی می شود:

در هر تکرار، همه مورچه ها در ابتدا در گره V_s مکان داده می شوند. سپس هر مورچه حرکت می کند از V_s به V_d. همانطور که در شکل 2 ذکر شد. در طبیعت فرومون برجای گذاشته شده در طول زمان دستخوش تبخیر قرار می گیرد. این

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

تبخیر فرومون در مدل مصنوعی مانند زیر شبیه سازی می شود:

$$\tau_i \leftarrow (1-\rho)\tau_i \qquad i = 1,2 \tag{3-4}$$

پارامتر پارامتری $\rho \in [0 و 1)$ است که تبخیر فرومون [1] را تنظیم می کند. در نهایت همه مورچه ها مسیر انتخاب شده برای رفت را در سفر برگشت نیز انتخاب کرده و ردپای فرومونی را تقویت می کنند.

4-2-3-اولین الگوریتم بهینه سازی اجتماع مورچه

مسأله اصلی، یافتن کوتاهترین مسیر بین دو گره در یک گراف G=(V,E) که V مجموعه گره ها و E مجموعه کمان هایی است که ارتباط بین گره ها را نشان می دهد. گراف مورد نظر دارای $n_G = |V|$ گره می باشد. طول l_k، معرف طول مسیر بین مبدأ و مقصدی است که توسط مورچه k ام ساخته شده است.

در بهینه سازی اجتماع مورچگان ساده [2] (SACO)، در ابتدا به هر یال یک مقدار فرومون اولیه $\tau_{ij}(0)$ تخصیص می دهیم. در اصل در ابتدا به علت نبود غلظت فرومون یا مقدار خیلی کم فرومون، مورچه ها مسیر رها را به طور تصادفی انتخاب می کنند. مورچه ها $(k=1,\ldots,n_k)$ در گره مبدأ قرار داده می شوند. در هر تکرار از الگوریتم هر مورچه یک مسیر را بین مبدأ تا مقصد دنبال می کند. در هر گره مورچه ها بر اساس تابع احتمال زیر یال بعدی را انتخاب می کند. اگر مورچه k در گره i قرار داشته باشد، گره بعدی $j \in N_i^k$ را بر اساس تابع احتمال زیر انتخاب می کند:

1 pheromone evaporation
2 Simple Ant Colony Optimization

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

$$p_{ij}^{k}(t) = \begin{cases} \dfrac{\tau_{ij}^{\alpha}(t)}{\sum_{j \in N_i^k(t)} \tau_{ij}^{\alpha}(t)} & \text{اگر } j \in N_i^k \\ 0 & \text{درغیر اینصورت} \end{cases} \qquad (4-4)$$

که در آن N_i^k مجموعه کمان های قابل انتخاب برای مورچه k در گره i می باشد. α مقدار مثبت ثابتی است که باعث شدت بخشیدن غلظت فرومون می شود هر چه این مقدار بزرگ تر باشد اهمیت غلظت فرومون بیشتر شده و تأثیر رفتارهای تصادفی را کمتر می کند. بعد آنکه کلیه مورچه ها مسیری کامل بین مبدأ تا مقصد را ساختند رد پای خود را به سمت گره آغازین دنبال می کنند و در مسیر برگشت مقداری فرومون در هر یال مطابق با فرمول زیر بر جای می گذارند:

$$\Delta\tau_{ij}^{k}(t) = \frac{1}{l^{k}(t)} \qquad (5-4)$$

همانگونه که قبلاًذکر شد طول l_k، معرف طول مسیر بین مبدأ و مقصدی است که توسط مورچه k ام ساخته شده است. در نتیجه میزان غلظت فرومون هر مسیر در هر مرحله مانند زیر به هنگام می شود :

$$\tau_{ij}(t+1) = \tau_{ij}(t) + \sum_{k=1}^{n_k} \Delta\tau_{ij}^{k}(t) \qquad (6-4)$$

بدین معنا که مقدار غلظت فرومون هر یال در هر مرحله برابر است با مقدار غلظت فرومون باقی مانده از مرحله قبل بعلاوه کل فرومونی که کل مورچه هایی که از آن یال در این مرحله عبور کرده اند بر جای گذاشته اند. که در فرمول بالا n_k تعداد کل مورچه ها می باشد.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

برای جلو گیری از همگرایی خیلی سریع الگوریتم به سمت ناحیه بهین جزء تبخیر فرومون انجام می گیرد که به طور یکنواخت همه ارزش های فرومون را کاهش می دهد. این تبخیر باعث می شود تا به شناسایی نواحی جدید در فضای حل توجه شود، مقدار شدت فرومون به صورت زیر بهنگام می شود:

$$\tau_{ij}(t) \leftarrow (1-\rho)\tau_{ij}(t) \qquad (7-4)$$

که در آن $\rho \in [0,1]$ مقدار ثابتی است که میزان تبخیر فرومون در هر مرحله را نشان می دهد. با این تبخیر مسیرهای انتخاب شده در گذشته فراموش می شود. مقادیر بالای ρ توجه به گذشته کم شده و جستجو وضعیت تصادفی به خود می گیرد.

4-2-4-سیستم مورچه[1]

این الگوریتم اولین بار توسط دوریگو **[45]** توسعه داده شد. این الگوریتم با تغییر احتمال گذر (p_{ij}^k) به منظور در نظر گرفتن اطلاعات هیوریستیکی و اضافه نمودن یک حافظه شبیه به لیست ممنوع توسعه ای را در الگوریتم بهینه سازی اجتماع مورچگان ساده بوجود آورد. در این الگوریتم تابع احتمال برای انتخاب گره بعدی به صورت زیر بیان می گردد:

$$p_{ij}^k(t) = \begin{cases} \dfrac{\tau_{ij}^{\alpha}(t)\eta_{ij}^{\beta}(t)}{\sum_{u \in N_i^k(t)} \tau_{iu}^{\alpha}(t)\eta_{iu}^{\beta}(t)} & \text{اگر } j \in N_i^k(t) \\ 0 & \text{درغیراینصورت} \end{cases} \qquad (4-8)$$

1 Ant System

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

که η_{ij} جذابیت حرکت تعریف می شود. این تابع احتمال توازنی را بین کاوش و تبعیت بوجود می آورد. چنانچه $\beta = 0$ باشد از جذابیت حرکت صرف نظر شده و الگوریتم ساختار بهینه سازی اجتماع مورچگان ساده را به خود می گیرد. بسته به نوع مسأله تعریف η_{ij}، می تواند متفاوت باشد. برای مسأله حداقل سازی می توان آن را به صورت زیر تعریف کرد:

$$\eta_{ij} = \frac{1}{d_{ij}} \qquad (4-9)$$

که d_{ij} فاصله بین دو گره i و j می باشد. N_i^k مجموعه تمامی گره های همسایه i است که تا کنون توسط مورچه k ملاقات نشده است. بدین منظور لیست ممنوعی برای هر مورچه تعریف می شود. هر زمانی که مورچه گره جدیدی را ملاقات می کند، آن گره به این لیست اضافه شده و از مجموعه N_i^k حذف می شود.

4-3-حل مدل ارائه شده به کمک الگوریتم سیستم مورچه

دو عنصر اصلی برای حل مدل ارائه شده در این پروژه در نظر گرفته شده است:

1. الگوریتم سیستم مورچه: این الگوریتم بوسیله داده های تولید شده از ابزارهای سیستم حمل و نقل هوشمند، به حل استاتیکی مدل ارائه شده می پردازد.

2. مدیر اتفاقات[1]: حل اولیه بدست آمده از الگوریتم سیستم مورچه به مدیر اتفاقات اعلام شده و مدیر اتفاقات مسیر پیشنهادی را در خود نگه می دارد. تغییرات وضعیت های ترافیکی بدست آمده توسط ابزارهای سیستم حمل و نقل هوشمند نیز به این بخش منتقل می شود. مدیر اتفاقات با بررسی

1 Event Manager

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

مسیر پیشنهادی و تغییرات ترافیکی اتفاق افتاده در طول سفر راننده تغییرات لازم را اعمال کرده و در صورت نیاز اطلاعات جدید را برای حل دوباره به الگوریتم سیستم اجتماع مورچه می فرستد.

در ادامه به تشریح جزئیات دو عنصر ذکر شده می پردازیم.

4-3-1-شرح الگوریتم سیستم مورچه برای مسیریابی پویا

بسیاری از مسائل دنیای واقعی پویا هستند و نیاز به الگوریتم های بهینه سازی قادر به تطابق در طول زمان دارند. شرایط ترافیکی به صورت پویا و پیوسته در شهر تغییر می کند. چیزی که در یک ساعت شرایط بهینه بوده، ممکن است در دقیقه ای دیگر اینگونه نباشد.

کار سیستم برنامه ریزی مسیر متمرکز برای رانندگان در شبکه حمل و نقل جاده ای پیدا کردن مسیر بهینه از یک نقطه شروع به یک نقطه پایان روی یک نقشه جاده ای می باشد. در سیستم عملی وقتی شرایط ترافیکی در طول رانندگی تغییر می کند، مسیر باید قبل از اینکه ماشین به تقاطع بعدی برسد دوباره ارزیابی شود.

شبکه حمل و نقل جاده ای را به صورت یک گراف $G=(V,E)$ در نظر می گیریم. که V خود شامل گره هایی با نام $V_1,V_2,\ldots,V_n$ می باشد که این گره ها نمایانگر تقاطع ها می باشند و شامل دو گره مبدأ و مقصد نیز می باشد. E نیز شامل کمان هایی با نام $e_1,e_2,\ldots,e_{n-1}$ می باشد که این کمان ها دارای اطلاعات، طول کمان (X_{ij}) و سرعت متوسط ماشین ها در آن کمان می باشد. مسافت هر کمان اطلاعاتی است که می توان از نقشه

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

جاده ای بدست آورد، سرعت متوسط ماشین ها در آن کمان (V_{ij}^t) نیز توسط سیستم های نمایانگر سرعت در جاده ها نیز قابل محاسبه می باشد. با استفاده از این اطلاعات ساده و با استفاده از فرمول ابتدایی سرعت که $T_{ij}^t=V_{ij}^t /x_{ij}$ می توان طول زمانی هر کمان را بدست آورد[3]. مورچه ها نمایانگر ماشین ها یا رانندگانی هستند که قصد حرکت از مبدأ به مقصد مورد نظر را دارند. مورچه های واقعی روی مسیری که حرکت می کنند فرومون برجای می گذارند. یک ارزش فرومون مصنوعی بنام τ_i برروی هر کمان e_i، $i=1,2,...$، تعریف می شود. این ارزش نشان دهنده قدرت ردپای فرومون روی مسیر مربوطه است. هر مورچه مانند زیر عمل می کند: هر مورچه حرکت خود را از گره مبدأ آغاز می کند(این رفتار مورچه ها محدودیت **2** مدل ارائه شده را ارضا می کند) و با احتمال زیر کمانهایی را برای رسیدن به مقصد که شرط پایان در هر مرحله تکرار الگوریتم می باشد (ارضای محدودیت **3**) انتخاب می کند.

$$p_{ij}^k(t)=\begin{cases}\dfrac{\tau_{ij}^a(t)\beta_{ij}^b(t)}{w_{ij}^t\sum_{u\epsilon N_i^k(t)}\tau_{iu}^a(t)\beta_{iu}^b(t)} & \text{اگر } j\epsilon N_i^k(t)\\ 0 & \text{در غیر اینصورت}\end{cases} \qquad (15\text{-}4)$$

τ_{ij} شدت فرومون مسیر (i,j) معرفی می گردد و β_{ij} جذابیت حرکت بیان می شود. w_{ij}^t نیز وزن کمان i و j می باشد که عددی در بازه (1و0) می باشد. در واقع این تابع احتمال هدف مسئله را که یافتن کوتاهترین مسیر با در نظر گرفتن طول زمانی کمان ها و تقاطع ها و وزن کمان ها است، دنبال می کند.

احتمال گذر مورد استفاده در الگوریتم سیستم مورچه توازنی را بین غلظت فرومون τ_{ij} (به عبارت دیگر، تاریخچه حرکت های موفق قبلی) و اطلاعات هیوریستیکی β_{ij} (که جذابیت

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

حرکت رابیان می کند) برقرار می نماید. این امر منجر به توازن بین کاوش و تبعیت از طریق انتخاب مناسب پارامتر های a,b به دست می آید. اگر a=۰ باشد، اطلاعات فرومونی مورد استفاده قرار نمی گیرد و سابقه گذشته جستجو فراموش می گردد و الگوریتم حالت جستجوی تصادفی به خود می گیرد. اگر b=۰ باشد، جذابیت حرکت ها صرف نظر می گردد. اطلاعات هیوریستیکی نحوه انتخاب مسیر ها را دچار تغییراتی می نماید. β_{ij} به صورت زیر قابل تعریف است.

$\beta_{ij}=1/R^t_{ij}$ که در آن R^t_{ij} فاصله زمانی بین رأس i,j و میزان تأخیر در گره j می باشد(از آنجایی که تابع هدف مدل، انتخاب مسیری با کوتاهترین طول زمانی است این پارامتر به نزدیک شدن به جواب بهینه کمک می کند). مجموعه $N_i^k(t)$ مجموعه رأس های امکانپذیر برای مورچه k را زمانی که در رأس i قرار دارد، معرفی می نماید. مجموعه راس های امکانپذیر، تنها شامل همسایه های بعد از رأس i که با هم در ارتباطند می باشد(تعریف این مجموعه در واقع محدودیت 4 مدل را ارضا می نماید زیرا این مجموعه زمانی تعریف می شود که مورچه در گره i قرار دارد یعنی چون مورچه به گره i وارد شده می تواند رأس بعدی را طبق مجموعه $N_i^k(t)$ انتخاب کند). برای جلوگیری از ایجاد حلقه و ارضای محدودیت 5 مدل ارائه شده می توان $N_i^k(t)$ را به صورت مجموعه تمامی رأس های همسایه ای که تا کنون توسط مورچه k ملاقات نشده اند (از آن ها عبور نشده است) تعریف کرد. برای این منظور برای هر مورچه یک لیست ممنوع تعریف می گردد. هر زمانی که یک مورچه یک رأس جدید را ملاقات می نماید آن رأس به لیست ممنوع مورچه اضافه می گردد. برای اینکه هر رأس تنها یک بار ملاقات شود، راس های قرار گرفته در لیست

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

ممنوع از مجموعه $N_i^k(t)$ خارج می گردند. بعد از آن که تمامی مورچه ها، یک مسیر کامل بین مبدا تا مقصد را ساختندو حلقه های احتمالی حذف شدند هر مورچه ردپای خود را تا مبدا دنبال می کند و مقداری فرومون در هر یال i,j روی مسیر طی شده مطابق با قاعده زیر منتشر می نماید:

$$\Delta\tau_{ij}^{k}(t) = \frac{1}{l^{k}(t)} \qquad (16\text{-}4)$$

$l^k(t)$ معرف طول زمانی مسیر ساخته شده توسط مورچه k ام در مرحله زمانی t می باشد. در نتیجه، میزان غلظت فرومون هر مسیر مطابق با قاعده زیر بهنگام می گردد:

$$\tau_{ij}(t+1) = \tau_{ij}(t) + \sum_{k=1}^{n_k} \Delta\tau_{ij}^{k}(t) \qquad (17\text{-}4)$$

که در آن n_k تعداد مورچه ها می باشد. با استفاده از معادله (16-4) مقداری چگالی جدید روی هر یال تولید می گردد و این مقدار بستگی به کیفیت مسیرهایی دارد که توسط مورچه ها با استفاده از آن یال ساخته شده است. به عبارت دیگر، هر مورچه مقداری فرومون در هر یال متناسب با کیفیت مسیرش به جا می گذارد. قبل از شروع می توان فرومونی برای هر یال در نظر گرفت که τ_0 نامیده می شود و مقداری ثابت، مثبت و کوچک است. در این جا این مقدار را برابر با وزن هر کمان یعنی w_{ij}^t در نظر می گیریم.

بعد از یک تکرار، میزان فرومون موجود در یک یال با توجه به مورچه های عبوری از آن یال تغییر می یابد. مقدار چگالی اضافه شده با مقدار قبلی چگالی فرومون آن مسیر طبق معادله (17-4) به هنگام می گردد.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

در آزمایشات اولیه، مسأله پل باینری نشان داده شد که مورچه ها به سرعت به یک راه حل همگرا می شوند و پس از اینکه مقدار کمی زمان سپری گردید، مسیرهای جایگزین را انتخاب می کنند. برای اجبار مورچه ها در کاوش بیشتر و جلوگیری از همگرایی زودرس، اجازه داده شد که مقدار شدت فرومون در یک مسیر در هر تکرار از الگوریتم، قبل از ساخت مسیر، دچار تبخیر شود. در این حالت نحوه بهنگام سازی مقدار شدت فرومون طبق معادله زیر انجام می گردد:

$$\tau_{ij}(t) \rightarrow (1-\rho_2)\tau_{ij}(t) \qquad (18\text{-}4)$$

که در آن $\rho \epsilon [0,1]$ یک مقدار ثابت است که نرخ تبخیر فرومون در هر مرحله را نمایش می دهد. این تبخیر منجر به فراموش شدن درصدی از وقایع گذشته (تصمیمات گرفته شده در گذشته یا به عبارت دیگر مسیرهای انتخاب شده در گذشته) می گردد و به عبارت دیگر ρ یک پارامتر کنترلی تاریخچه جستجو است. برای مقادیر بالای ρ، نرخ بالای تبخیر، توجه به گذشته کم شده، جستجو بیشتر وضعیت تصادفی و شانسی به خود می گیرد.

این الگوریتم با استفاده از زبان برنامه نویسی جاوا[1] کد نویسی شده است که عملکرد برنامه در ادامه آورده شده است. فلوچارت دقیق برنامه در پیوست شماره 1 آورده شده است.

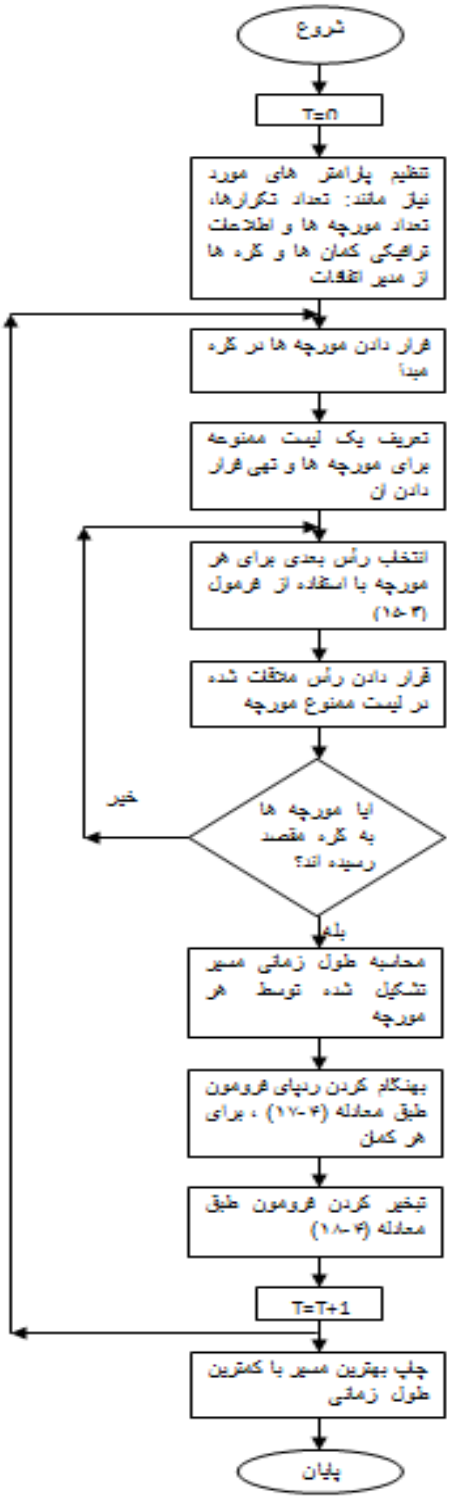
1JAVA

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

جدول شماره (4-1): عملکرد الگوریتم سیستم مورچه

شروع؛
T=0 ؛
تمامی پارامتر های مورد نیاز را تنظیم کن؛
تمامی مورچه ها را در مبدأ قرار بده؛
برای هر یال میزان τ_0را قرار بده؛
پایان؛
تکرار(تا شرط توقف برآورده شود):
برای هر مورچه انجام بده:
لیست ممنوعه را برای هر مورچه تهی قرار بده؛
تکرار(تا مورچه ها به مقصد برسند و مسیر کامل تشکیل دهند):
برای هر مورچه رأس بعدی را از فرمول (4-15) انتخاب‌کن؛
رأس ملاقات شده را در لیست ممنوع مورچه قرار بده؛
طول زمانی مسیر تشکیل شده توسط هر مورچه را محاسبه کن؛
پایان؛
برای هر کمان i و j انجام بده:
ردپای فرومون را طبق معادله (4-17)بهنگام کن؛
$\tau_{ij}(t+1) = \tau_{ij}(t)$؛
تبخیر فرومون را طبق معادله (4-18) انجام بده؛
پایان؛
t=t+1 ؛
بهترین مسیر با کمترین طول زمانی را به عنوان بهترین جواب چاپ کن؛

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل شماره (4-1): فلوچارت برنامه الگوریتم سیستم مورچه

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

4-3-2-مدیر اتفاقات

مدیر اتفاقات در واقع رابطی بین دنیای ترافیکی بیرون و ساختار حل است. مسیر پیشنهادی الگوریتم سیستم مورچه و اطلاعات ترافیکی حاصل از سیستم های حمل و نقل هوشمند به این بخش منتقل شده و مدیر اتفاقات مسیر پیشنهادی با توجه به شرایط ترافیکی جاری را به راننده اعلام می کند. چنانچه وضعیت های ترافیکی تغییر کند، این حوزه وضعیت های ترافیکی جدید را بررسی کرده و در صورت نیاز دوباره اطلاعات جدید را به الگوریتم سیستم مورچه برای محاسبه مجدد مسیر می فرستد و چنانچه مسیر پیشنهادی الگوریتم سیستم مورچه تغییر کند، مدیر اتفاقات مسیر پیشنهادی جدید را به راننده اعلام می کند.

پس از دریافت تغییرات ترافیکی، مدیر اتفاقات ابتدا بررسی می کند که آیا کمان تغییر یافته در مسیر پیشنهادی الگوریتم برای راننده وجود دارد یا خیر. چنانچه تغییر وضعیت ترافیکی کمان اعلام شده در مسیر راننده باشد، مدیر اتفاقات بررسی می کند که با توجه به زمان شروع حرکت راننده و زمان اعلام تغییر وضعیت ترافیکی، راننده در کدام کمان قرار دارد، اگر راننده هنوز به کمان تغییر یافته نرسیده بود و امکان تغییر مسیر برای او موجود بود، زمان مسیر پیشنهادی را با شرایط ترافیکی جدید محاسبه کرده و چنانچه زمان مسیر در بازه پنجره زمانی نبود و میزان جریمه بیشتر از زمانی بود که وضعیت ترافیکی ساکن بود، مدیر اتفاقات مبدأ راننده را به روز کرده و با اطلاعات ترافیکی جدید به الگوریتم سیستم مورچه می فرستد تا دوباره مسیر بهینه محاسبه شود.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

مدیر اتفاقات را می توان به عنوان عنصر اصلی ساختار حل دانست[27]. به طور کلی این مدیر اتفاقات است که پویا بودن مسئله را ارضا می کند.

عملکرد این حوزه نیز توسط زبان برنامه ریزی جاوا کد نویسی شده است که عملکرد آن به صورت زیر است. فلوچارت دقیق برنامه نیز در پیوست شماره 2 آورده شده است.

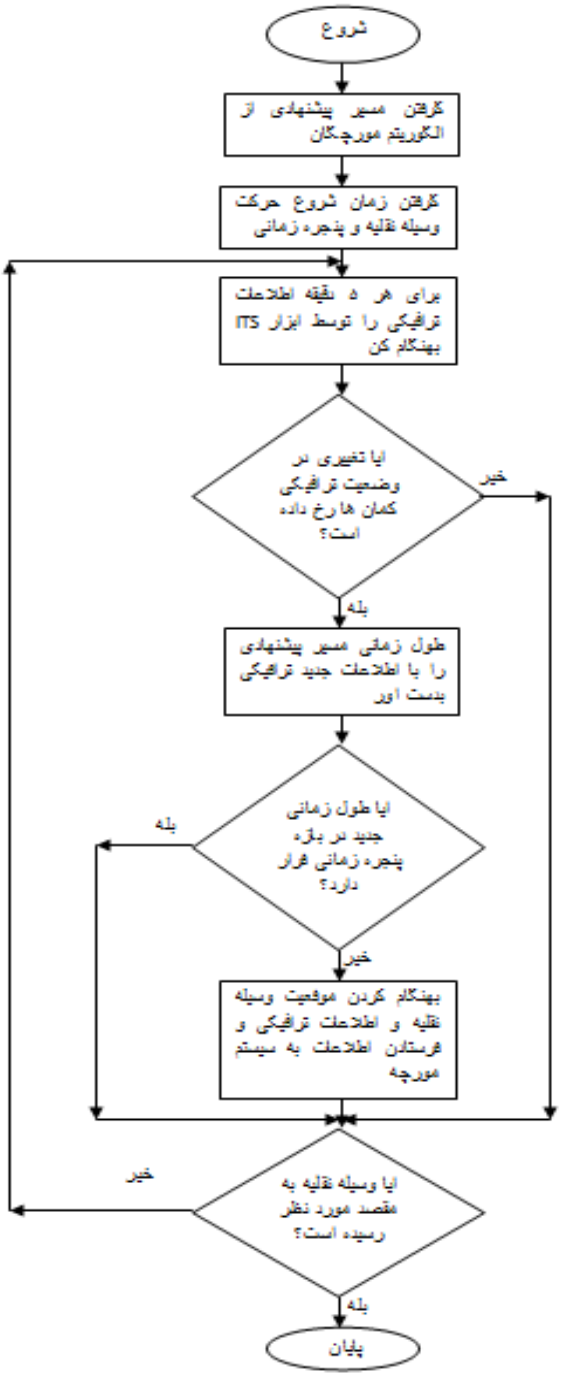
جدول شماره (4-2): عملکرد مدیر اتفاقات

-	شروع؛
-	کمان های (i,j) پیشنهادی الگوریتم مورچگان و زمان لازم برای عبور از آن ها (t_{ij}) را از الگوریتم مورچگان بگیر؛
-	$T_{ij}=t_{ij}$ ؛
-	زمان شروع حرکت وسیله نقلیه (T_0) و پنجره زمانی (a,b) را بگیر؛
-	تا رسیدن وسیله نقلیه به مقصد مورد نظر تکرار کن:
-	برای هر 5 دقیقه تکرار کن:
-	اطلاعات وضعیت های ترافیکی کمان ها و گره ها را با استفاده از ابزار های ITS بهنگام کن؛
-	زمان بهنگام شده کمان های مشخص شده توسط الگوریتم سیستم مورچه (T_{ij}^{+5}) را با زمان قبلی آن ها مقایسه کن (T_{ij}^{+5}<=>T_{ij}) ؛
-	اگر وضعیت ترافیکی کمان i تغییر یافته و مدت زمان طی کردن آن بیشتر شده است (T_{ij}^{+5}>T_{ij})، زمان بهنگام شده جدید را به جای زمان قبلی آن کمان قرار بده $T_{ij}^{+5}=T_{ij}$ ؛
-	طول زمانی جدید مسیر وسیله نقلیه را با زمان های بهنگام شده محاسبه کن $T=\sum T_{ij}$ ؛
-	اگر زمان کل در بازه پنجره زمانی نبود (a<T<b) به مرحله بعدی برو؛

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

-	موقعیت وسیله نقلیه را طبق روابط زیر بهنگام کن؛ $S= T_0+5$ ؛ برای هر کمان پیشنهاد شده یک بازه زمانی مشخص کن مثلاً برای کمان $(0,i) \leftarrow (i,j)$ کمان , $D_{0i}=(T_0, T_{0i})$ $D_{ij}=(D_{0i}, T_{ij})$ و ... مشخص کن S عضو کدام بازه است، اگر $(S \in D_{ij})$ موقعیت وسیله نقلیه را برابر با قرار بده؛
-	موقعیت جدید وسیله نقلیه و اطلاعات ترافیکی جدید را به سیستم
-	پایان؛

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



شکل شماره (4-2) : فلوچارت عملکرد مدیر اتفاقات

در ادامه تنها به منظور نشان دادن کارایی مدل ارائه شده ، به پیاده سازی مسئله در قسمتی از شهر تهران به عنوان مثال پرداخته شده است.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

فصل پنجم

مثال محاسباتی

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

5- مثال محاسباتی

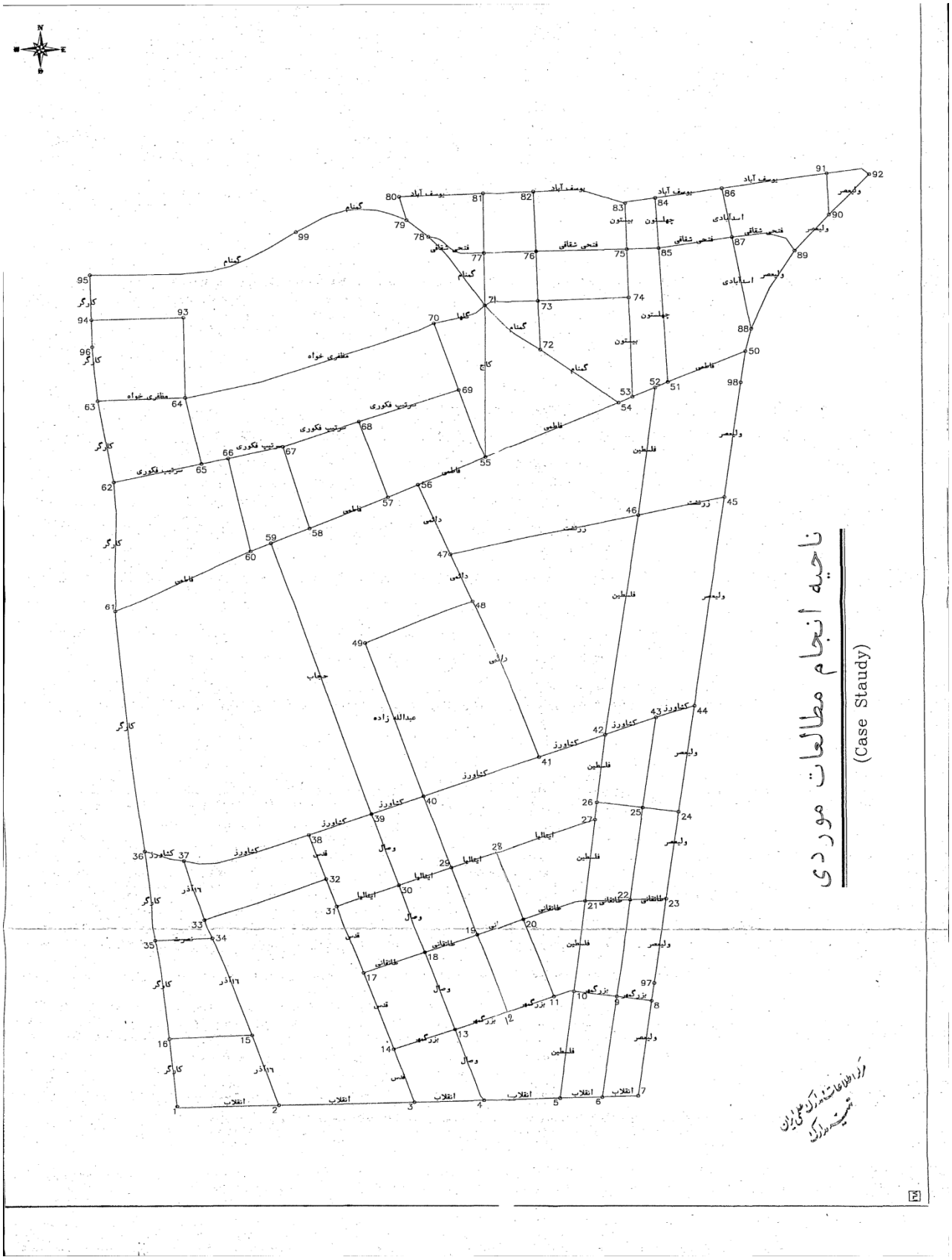
5-1-مقدمه

گسترش بی برنامه، رشد جمعیت، مهاجرت بی رویه، رشد ساخت و سازها و استفاده روز افزون مردم این شهر چند میلیونی از امکانات حمل و نقل و تأسیسات وابسته به آن همگی از جمله عواملی هستند که مدیریت کلان شهر تهران را با مشکل مواجه ساخته اند، به گونه ای که یکی از مشکلات این شهر چند میلیونی ترافیک شهر و کنترل آن است.

در این پایان نامه به عنوان مثال محاسباتی، قسمتی از شهر تهران در ناحیه مرکزی این شهر در نظر گرفته شده است که نمای مربوط به این قسمت از شبکه تمام تقاطع ها (گره ها) کد گذاری شده اند که حدود 99 کد گره ایجاد گردید که در نقشه شماره 2 نقشه این کد بندی نشان داده شده است. ناحیه مورد نظر از جنوب به خیابان انقلاب، از شرق به خیابان ولیعصر، از غررب به خیابان کارگر و از شمال به بزرگراه گمنام و خیابان فتحی شقاقی طبق نقشه 1، محدود می شود. این ناحیه بخشی از منطقه 6 شهرداری تهران می باشد که به علت واقع شدن در ناحیه مرکزی شهر از جمله مناطق شلوغ و پر ازدحام ترافیک شهر تهران می باشد.

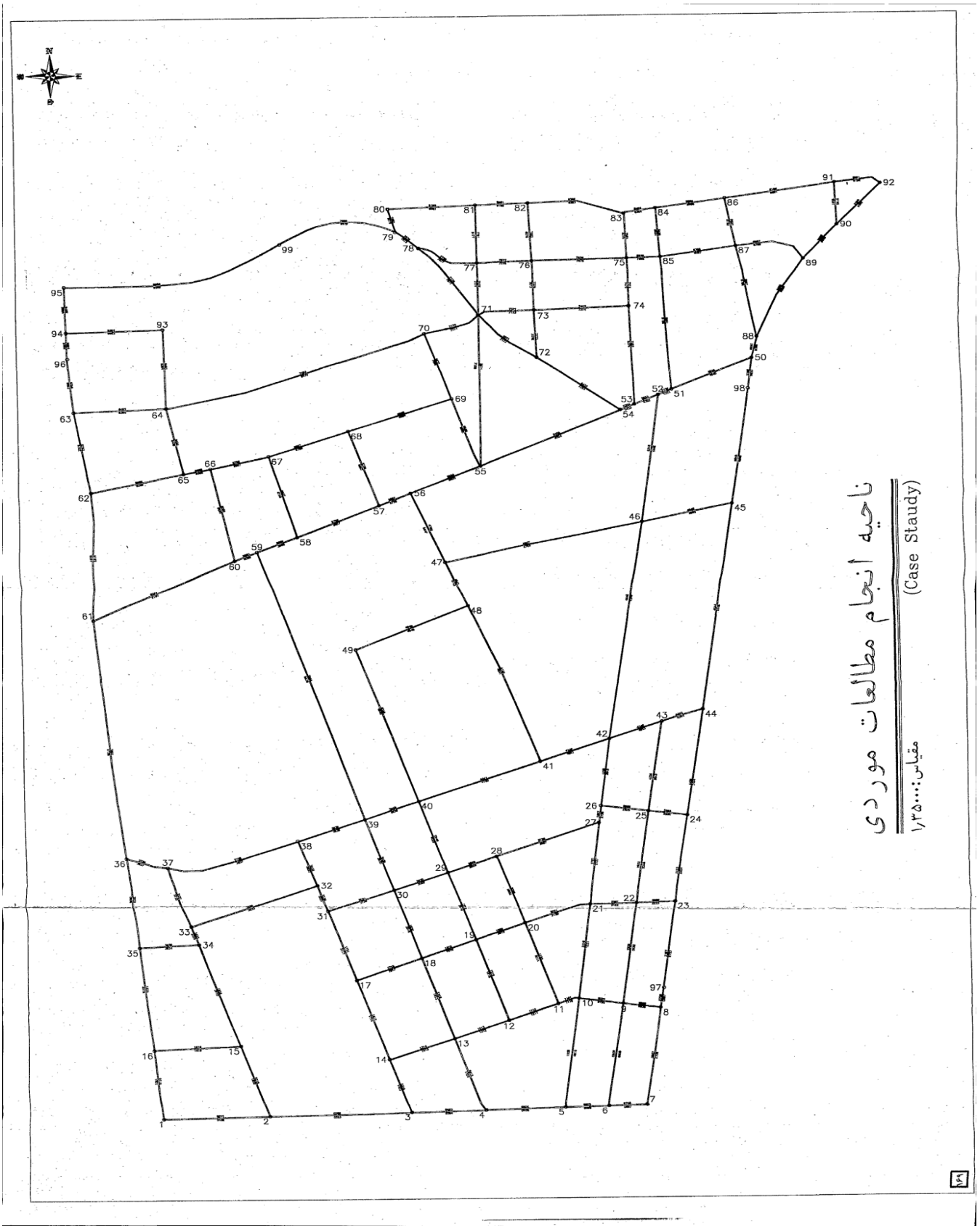
دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

نقشه شماره 1:ناحیه انجام مطالعات موردی



نقشه شماره 2:ناحیه انجام مطالعات موردی

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.



دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

2-5-جمع آوری اطلاعات

اطلاعات مربوط به نقشه شامل خود نقشه منطقه مورد مطالعه، کدگذاری های گره ای و کد بندی معابر و کلیه خصوصیات و اطلاعات وابسته به نقشه بوده اند که همانطور که گفته شد ابتدا منطقه مورد مطالعه به 99 گره کدبندی شده تقسیم گردید. سپس جهت کد بندی معابر از همان کدبندی گره ها استفاده شد به طوری که به عنوان مثال خیابانی که بین گره های با کدهای 9 و 10 قرار داشت در جهت حرکت از گره 9 به گره 10 با کد 0910 مشخص گردید و در جهت حرکت از گره 10 به گره 9 با کد 1009 مشخص گردید. همانطور که مشخص است تمام معابر با 4 رقم کد گذاری شده اند که دو رقم اول (سمت چپ) مربوط به گره مبدأ و دو رقم آخر (سمت راست) مربوط به گره مقصد می باشد. همانطور که عنوان گردید، تصویر کد گذاری شده شبکه در نقشه شماره 2 نشان داده شده است. در خصوص اطلاعات وابسته به مثال نیز اکثر اطلاعات از پایان نامه حامد بیگدلی استخراج شده است [1]. در ادامه نقشه های شماره 1 و 2 و اطلاعات مربوط به 44 گره از این نقشه ها در جدول 5-1 آورده شده است. همانطور که در جدول شماره 5-1 (که در پیوست شماره 1 آورده شده است) مشخص است، این جدول از 20 فیلد(ستون) تشکیل شده است که اطلاعات به صورت کدبندی شده در این فیلد ها جای داده شده اند. فیلد های جدول 5-1 به صورت زیر پر شده اند:

1-فیلد ردیف: در این فیلد شماره ردیف هر رکورد ثبت می شود.

2-فیلد کد معبر: در این فیلد به هر معبر و در هر جهت یک کد چهاررقمی اختصاص داده شده است که این کد همانطور که

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

قبلاً گفته شد، دو رقم اول مربوط به گره مبدأ در نقشه و دو رقم بعدی مربوط به گره مقصد در نقشه تشکیل شده است.

3-فیلد از: در این فیلد کد گره (تقاطع) مبدأ ثبت می گردد.

4-فیلد به: در این فیلد کد گره (تقاطع) مقصد ثبت می گردد.

5-فیلد سپس: در این فیلد شماره تقاطعی که متحرک بعد از رسیدن به گره مقصد، قصد گردش و حرکت به سمت آن را دارد ثبت می گردد.

6-فیلد نوع گردش: در این فیلد نوع گردش وسیله نقلیه در جهت حرکت به گره بعدی (گره بعد از مقصد) به صورت کد ثبت می شود. در این فیلد حرکت راستگرد با کد 1، حرکت مستقیم با کد 2 و حرکت چپ گرد با کد 3 ذخیره می شود.

7-فیلد تیپ تقاطع: در این فیلد نوع تقاطع در گره مقصد به صورت کد ثبت می شود. چنانچه تقاطع از نوع چراغدار باشد کد 1، تقاطع از نوع بدون چراغ با کد 2 و تقاطع میدانی با کد 3 ذخیره می گردد.

8-فیلد تیپ معبر: در این فیلد تیپ معبر ما بین گره مبدأ و مقصد در جهت حرکت ثبت می گردد. در این فیلد، تیپ های مختلف معبر بر اساس کد های زیر ثبت می شوند:

- خیابان های دسترسی و محلی با کد 1
- خیابان های جمع کننده و پخش کننده با کد 2
- خیابان های شریانی درجه 2 با کد 3
- خیابان های شریانی درجه 1 با کد 4
- تند راه شهری با کد 5
- آزادراه شهری با کد 6

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

- مسیر ویژه حرکت عابر پیاده یا مسیر عبور ممنوع با کد 98

9-فیلد طول معبر: در این فیلد طول هر معبر در همان جهت بر حسب کیلومتر ثبت می گردد.

10-فیلد عرض سواره رو: در این فیلد عرض سواره رو در هر معبر و در همان جهت حرت بر حسب متر ثبت می گردد. چنانچه خط ویژه ای در آن جهت وجود داشته باشد از عرض سواره رو کم می شود و چنانچه در یک جهت، فقط خط ویژه موجود باشد عرض سواره رو در آن جهت صفر در نظر گرفته می شود.

11-فیلد دوره تناوب: مدت سیکل چراغ راهنمایی در هر تقاطع چراغدار بر حسب ثانیه ثبت می گردد.

12-فیلد زمان سبز: مدت زمان سبز چراغ راهنمایی در هر جهت در یک تقاطع چراغدار بر حسب ثانیه ثبت می گردد.

13-فیلد زمان قرمز: مدت زمان قرمز چراغ راهنمایی در هر جهت در یک تقاطع چراغدار بر حسب ثانیه ثبت می گردد.

14-فیلد امکان حرکت: در این فیلد چنانچه در یک معبر امکان حرکت در هر جهت وجود داشته باشد،علامت زده می شود و چنانچه امکان حرکت وجود نداشته باشد(عبور ممنوع) علامتی ثبت نمی شود.

15-فیلد وجود خط ویژه: در این فیلد چنانچه در یک معبر خط ویژه وجود داشته باشد،علامت زده می شود و چنانچه خط ویژه وجود نداشته باشد علامتی ثبت نمی شود.

16-فیلد امکان گردش: در این فیلد چنانچه در یک معبر امکان گردش در هر جهت وجود داشته باشد،علامت زده می شود و چنانچه امکان گردش وجود نداشته باشد علامتی ثبت نمی شود.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

17-فیلد m_1: در این فیلد مقدار m_1 در هر جهت گردش در هر تقاطع بدون چراغ محاسبه و ثبت می گردد. m_1 تعداد حرکت های مجاز و تأثیر گذار در هر تقاطع می باشد.

18-فیلد m_2: در این فیلد مقدار m_2 در هر جهت گردش در هر تقاطع بدون چراغ محاسبه و ثبت می گردد. m_2 تعداد حرکت های مجاز و تأثیر گذار در هر تقاطع می باشد.

19-فیلد d_f: در این فیلد مقدار d_f در هر ورودی از یک تقاطع بدون چراغ محاسبه و ثبت می گردد.

20-فیلد ظرفیت عملی: در این فیلد میزان ظرفیت عملی هر معبر بر اساس نوع معبر و بر حسب وسیله نقلیه همسنگ سواری برای یک متر عرض عبور در ساعت ثبت می گردد.
مقادیر این پارامتر در تیپ های مختلف معابر به صورت زیر می باشد:

-خیابان های دسترسی و محلی با Q_I= 150
-خیابان های جمع کننده و پخش کننده با Q_I= 200
-خیابان های شریانی درجه 2 با Q_I= 240
-خیابان های شریانی درجه 1 با Q_I= 280
-تندراه ها با Q_I= 310
-آزادراه ها با Q_I= 310
-مسیر ویژه پیاده با Q_I= 310

حال به عنوان نمونه فرض می کنیم که وسیله نقلیه ای قرار است از مبدأ 1 به مقصد 38 سفر کند. ابتدا وسیله نقلیه مبدأ و مقصد خود را به مدیر اتفاقات اعلام می کند. مدیر اتفاقات نیز این مبدأ و مقصد و اطلاعات ترافیکی مورد نیازی را که از سیستم های حمل و نقل هوشمند دریافت

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

کرده است(سرعت متوسط در هر کمان، طول هر کمان، وزن هر کمان که از رابطه (3-1) بدست می آید و زمان تأخیر در هر تقاطع) به سیستم مورچگان می فرستد. سیستم مورچگان نیز با این اطلاعات شروع به یافتن مسیر بهینه بین مبدأ و مقصد مورد نظر به طور استاتیک می نماید و در نهایت مسیر بهینه بدست آمده را به مدیر اتفاقات برای اطلاع رسانی به راننده اعلام می نماید. اطلاعات مورد نیاز برای حل استاتیک مسئله توسط الگوریتم سیستم مورچگان به صورت زیر در نظر گرفته شده است:

- تعداد تکرارهای الگوریتم را 20 در نظر می گیریم. چنانچه تعداد تکرارهای الگوریتم کم در نظر گرفته شود ممکن است قبل از اینکه مورچه ها به مسیر بهینه همگرا شوند الگوریتم کار خود را به اتمام رساند. چنانچه این تعداد، زیاد در نظر گرفته شود پس از همگرا شدن مورچه ها به مسیر بهینه الگوریتم بارهای زیادی بدون هیچ تغییر نتیجه ای ادامه پیدا کرده و زمان زیادی را تلف خواهد کرد.
- برای این مسئله نمونه نیز تعداد مورچه ها را 100 در نظر گرفته ایم.
- نرخ تبخیر فرومون در هر مرحله یا ρ را نیز برابر با 0/5 در نظر گرفتیم زیرا برای مقادیر بالای ρ، نرخ بالای تبخیر، توجه به گذشته کم شده، جستجو بیشتر وضعیت تصادفی و شانسی به خود می گیرد.
- همانطور که گفته شد برای ایجاد توازن بین کاوش و تبعیت، پارامتر های a,b الگوریتم سیستم مورچه را برابر با 1 در نظر می گیریم.
- هزینه ثابت حمل و نقل را 1000 واحد پولی، هزینه متغیر 70 واحد پولی به ازای هر کیلومتر و میزان

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

جریمه زود رسیدن را 0 واحد پولی و دیر رسیدن را 60 واحد پولی در نظر می گیریم.

پس از تعیین پارامتر های مورد نیاز، الگوریتم تمامی 100 مورچه را در مبدأ 1 قرار می دهد. هر مورچه کمانهایی را برای رسیدن به مقصد 38 با احتمال زیر انتخاب می کند.

$$p_{ij}^{k}(t)=\begin{cases}\dfrac{\tau_{ij}^{a}(t)\beta_{ij}^{b}(t)}{w_{ij}^{t}\sum_{u\epsilon N_i^k(t)}\tau_{iu}^{a}(t)\beta_{iu}^{b}(t)} & j\epsilon N_i^k(t) \text{ اگر}\\ 0 & \text{در غیر اینصورت}\end{cases}$$

در تکرار اول، هنگامی که مورچه k در مبدأ 1 قرار دارد، $N_1^k(t)=2,16$ خواهد بود. در نتیجه مورچه k برای مثال گره 2 را با احتمال زیر انتخاب می کند:

$$p_{12}^{k}(1)=\begin{cases}\dfrac{\tau_{12}^{1}(1)\beta_{12}^{1}(1)}{w_{12}^{t}\left(\tau_{12}^{1}(1)\beta_{12}^{1}(1)+\tau_{116}^{1}(1)\beta_{116}^{1}(1)\right)} & j\epsilon 2,16 \text{ اگر}\\ 0 & \text{در غیر اینصورت}\end{cases}$$

در اولین تکرار چون هنوز هیچ مورچه ای از کمان ها عبور نکرده است هیچ ردپای فرومونی روی کمان ها وجود ندارد ولی می توان یک رد پای فرومون اولیه برای هر یال در نظر گرفت که τ_0 نامیده می شود و مقداری ثابت، مثبت و کوچک است. در این جا این مقدار را برابر با وزن هر کمان یعنی w_{ij}^{t} در نظر می گیریم. طبق فرمول برابر است با

$w_{ij}^{t}=(1-1/t_{ij}^{t})\times\alpha_{ij}^{t}$ که در آن t_{ij}^{t} زمان سفر آزاد پیش بینی شده برای عبور از کمان i و j و α_{ij}^{t} احتمال تصادف می باشد، w_{12}^{t} به صورت زیر بدست خواهد آمد:

فرض کنید احتمال تصادف در کمان 0102 در زمان t برابر است با $\alpha_{12}^{t}=0.01$ و سفر آزاد پیش بینی شده برای عبور از کمان 0102 از جدول 5-1 اطلاعات زیر بدست می آید:

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

کمان 0102 با تیپ معبر 4 از نوع شریانی درجه 1 ، عرض سواره رو برابر با 7.4 و فرض می کنیم حجم ترافیک معادل با 100 وسیله نقلیه همسنگ سواری باشد در نتیجه :

$$t^{t}_{۱۲} = ۱.۰۰\left[۱ + ۰.۱۵\left(\frac{۱۰۰}{۲۸۰ \times ۷.٤}\right)^{٤}\right] = ۱.۰۰۷۹٦$$

$$\tau^{۱}_{۱۲}(۱) = w^{t}_{۱۲} = (۱ - {}^{۱}/_{۱.۰۰۷۹٦}) \times ۰.۰۱ = ۰.۰۰۰۰۷۸۹$$

$$\beta^{۱}_{۱۲}(t) = \frac{۱}{L_{۱۲}} = ۰.۲۸ \quad km$$

پس از بدست آوردن مقادیر $\tau^{۱}_{۱۱۱}(۱), \beta^{۱}_{۱۱۱}(۱)$ ، احتمال انتخاب کمان 0102 بدست می آید. هر مورچه به همین روال با انتخاب گره ها مسیر خود را به مقصد مورد نظر در مرحله اول ادامه می دهد. پس از اینکه همه مورچه ها مسیر خود را کامل کردند، مدت زمان لازم برای رسیدن به مقصد 38 برای هر مسیر محاسبه می شود. مثلاً فرض کنید مورچه k مسیر 1-2-3-14-17-31-32-38 را تشکیل داده است، برای بدست آوردن طول زمانی این مسیر نیاز به محاسبه طول زمانی کمان های 0102،0203،0314،1417،1731،3132،3238 و محاسبه مدت زمان تأخیر در تقاطع های 2،3،14،17،31،32 می باشد.

محاسبه تأخیر در تقاطع 2 به صورت زیر می باشد:

طبق اطلاعات بدست آمده از جدول 5-1، این تقاطع از نوع چراغدار بوده و نوع گردش برای رفتن به کمان 0203 حرکت مستقیم است. همچنین فرض می کنیم نرخ ورود به تقاطع برابر با 1302 وسیله نقلیه همسنگ سواری بر متر در ساعت است. در نتیجه تأخیر در این تقاطع برابر است با:

$$d_{۲} = ۱.۰۲\frac{۳۹^{۲}}{۲\times۱٤۲\left(۱-\frac{۱۳۰۲}{۵۰٤\times۷.٤}\right)} = ۸.۳۹۲ \quad \text{ثانیه}$$

به همین ترتیب میزان تأخیر در هر تقاطع محاسبه می شود. پس از محاسبه طول زمانی هر کمان میزان فرومون روی هر کمان طبق معادله (4-17) بدست می آید. در پایان هر تکرار نیز تبخیر فرومون طبق معادله (4-18) انجام می

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

گیرد. در پایان 20 تکرار بهترین مسیر با کمترین طول زمانی معرفی می گردد. این مسیر به مدیر اتفاقات فرستاده شده و مدیر اتفاقات مسیر پیشنهادی را به وسیله نقلیه مذکور اعلام می کند.

پس از وارد کردن اطلاعات و اجرای برنامه JAVA، مسیر پیشنهاد شده توسط الگوریتم مورچگان به صورت زیر است که توسط مدیر اتفاقات به وسیله نقلیه اعلام می گردد:

38-32-31-17-14-3-2-1

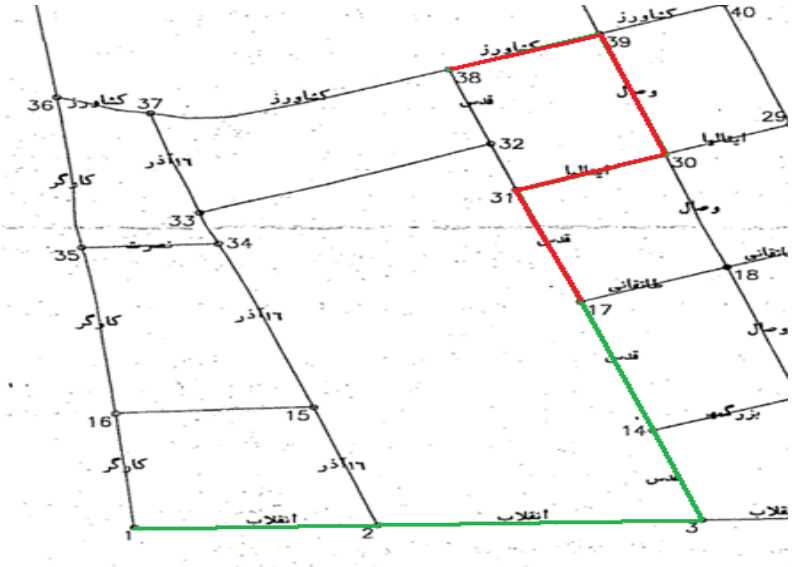
مدیر اتفاقات هر 5 دقیقه یکبار، به کمک سیستم های حمل و نقل هوشمند، اطلاعات ترافیکی را بهنگام می کند. اگر تغییری در وضعیت ترافیکی کمان ها مشاهده شود(میزان سرعت متوسط در آن کمان کمتر شود)، به بررسی مسیر پیشنهادی الگوریتم سیستم مورچگان پرداخته و اطلاعات ترافیکی و مکان بهنگام شده راننده را برای محاسبه مجدد مسیر به الگوریتم سیستم مورچگان می فرستد.

حال فرض می کنیم که در 5 دقیقه سوم، با توجه به اطلاعات بدست آمده از ابزار های ITS، تصادفی در خیابان قدس بین تقاطع 31 و 32 اتفاق افتاده است که منجر به ترافیکی سنگین در این خیابان شده و سرعت متوسط در این خیابان از 60 کیلومتر در ساعت به 5 کیلومتر در ساعت رسیده است. مدیر اتفاقات به کمک ابزار های ITS بررسی می کند که آیا وسیله نقلیه مورد نظر به خیابان مذکور رسیده است یا خیر.چون وسیله نقلیه مورد نظر هنوز در کمان 14-17 می باشد، مدیر اتفاقات مبدأ وسیله نقلیه را تقاطع 17 قرار داده و این اطلاعات را همراه با اطلاعات ترافیکی جدید به منظور محاسبه مجدد مسیر به الگوریتم مورچگان می فرستد.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

مسیر پیشنهادی جدید الگوریتم مورچگان با اطلاعات ترافیکی جدید که توسط مدیر اتفاقات به وسیله نقلیه اعلام می گردد، به صورت زیر است:

38-39-30-31-17



دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

فصل ششم

نتیجه گیری

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

6-نتیجه گیری و پیشنهادات

6-1-نتیجه گیری

همانگونه که گفته شد، پیشنهاد یك مسیر مطمئن و به دور از تراکم هاي ناخواسته توسط سیستم های اطلاعاتي و هوشمند و انتخاب آن توسط مسافر در روانسازي جریان ترافیك تأثیر مطلوب و شایانی خواهد داشت.

در سیستم های عملی وقتی وضعیت های ترافیکی در طول رانندگی تغییر می کند، مسیر باید قبل از رسیدن ماشین به تقاطع بعدی دوباره ارزیابی شود. در اکثر سیستم های حمل و نقل هوشمند، فقط اطلاعات محدودی از اطلاعات ترافیکی از طریق رادیو یا سیستم ارتباطاتی سیستم حمل و نقل هوشمند می تواند منتقل شود و انتخاب مسیر معمولاً توسط رانندگان بر اساس اطلاعات دریافت شده و تجربیاتشان صورت می گیرد. در نتیجه یافتن مسیر مناسب بعنوان نیازی مهم برای هدایت مسیر پویا در سیستم حمل و نقل هوشمند تشخیص داده شده است.

در این رساله نیز به منظور هدایت مسیر پویا در سیستم های هدایت مسیر به ارائه مدلی ریاضی پرداختیم که به کمک الگوریتم سیستم مورچه، کوتاهترین مسیر از لحاظ زمانی را بین مبدأ و مقصد، در شرایطی ایستا بدست می آورد. سپس به منظور در نظر گرفتن شرایط ترافیکی پویا، حوزه جدیدی را به نام مدیر اتفاقات تعریف کردیم که اطلاعات جدید ترافیکی توسط سیستم های حمل و نقل هوشمند به این حوزه اعلام شده و تبادل این حوزه با الگوریتم سیستم مورچه هدایت مسیر راننده را در طول سفر او به عهده می گیرد. در ادامه نیز برای نمونه به ارائه مثالی محاسباتی از

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

شهر تهران داشتیم و مدل ارائه شده را روی آن بررسی نمودیم.

6-2- پیشنهادات

با توجه به تعریف مسأله مورد نظر و قابلیت آن برای تعمیم در موارد مختلف، زمینه تحقیقات آتی بسیاری برای آن متصور می شود. این توسعه ها را می توان به صورت ذیل طبقه بندی کرد.

- تغییر در فرضیات مدل

-در نظر گرفتن مدت زمان طی کردن کمان ها به صورت فازی

-ارائه فرمولی مناسب تر برای بدست آوردن مدت زمان طی کردن کمان ها در زمان واقعی

-در نظر گرفتن پنجره زمانی سخت برای رسیدن به گره مقصد

- تغییر در روش حل

-استفاده از سایر الگوریتم های فرا ابتکاری یا ابتکاری برای حل مسأله و مقایسه بین آن ها

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

3-6-منـا بع

[1] میرزا بیگی، حامد ، "طراحی و ایجاد یک سیستم اطلاعات جغرافیایی پویا برای مدیریت بر ترافیک کلان شهری "، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده عمران دانشگاه علم و صنعت، اسفند 1381.

[2] ممدوحی،اسماعیل، "مطالعات تابع زمان سفر –حجم"، شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران، گزارش شماره 11، اردیبهشت1378.

[3]N.Shah,"Optimization Models for Assessing the Peak Capacity Utilization of Intelligent Transportation Systems", Department of Computer Science, University of Texas at Dallas,2009.

[4]J.miller,"Dynamically computing fastest path for intelligent transportation system," IEEE intelligent transportation system magazine, pp.20-26, Spring , 2009.

[5]Ch.HsunJung, H. MingChorng. "Day-to-day vehicular flow dynamics in intelligent transportation network", Mathematical and Computer Modeling, Vol.41, No.4, pp.501-522, 2005.

[6]M.Fragouli M. Delis A. "Navigation and multimodal transportation with easytransport", IEEE intelligent transportation system magazine, Vol.20, No.2, pp.54-61, 2005.

[7]Z.Liang, X.Jianmin, Z.Lingxiang," Application of Genetic Algorithm in Dynamic Route Guidance System", Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology ,Vol. 7, No. 3, 2007.

[8]Z.Liu, X.Guo, Y.Zhou, P.Yang, "Vehicle Guidance in Intelligent Transportation System Based On Ciruit Map", Fifth International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Dalian, 2006.

[9]H.Kanoh, "Dynamic route planning for car navigation systems using virus genetic algorithms", International Journal of Knowledge-based and Intelligent Engineering Systems , Vol.11, pp.65–78, 2007.

[10]M.J. Egenhofer. "What's Special about Spatial?" Database Requirements for Vehicle Navigation in Geographic Space, Proc. of the 1993 ACM SIGMOD Intelligent Conference on Management of Data, pp. 398–402, 1993.

[11]Laurel. IVHS architecture requirement document, 1994.

[12]N. Psaraftis. "Vehicle Routing: Methods and Studies", chapter Dynamic Vehicle Routing Problems, Elsevier Science Publishers B.V. (North Holland), pp.223-248, 1988.

[13]A.Larsen, "The Dynamic Vehicle Routing Problem", PhD thesis, Technical University of Denmark, Dinamarca, , 2000.

[14]Y.Wuhuang, G.Ning Jing and A.Elke," A Hierarchical Path View Model for Path Finding inIntelligent Transportation Systems", GeoInformatica , Vol.1,No.2 , pp.125–159 ,1997.

[15]V. Donati, R.Montemanni, N.Casagrande, Andrea E. Rizzoli, Luca M. Gambardella, " Time dependent vehicle routing problem with a multi ant colony system", European Journal of Operational Research , Vol.185 , pp.1174–1191,2008.

[16]T. Van Woensel ,L. Kerbache, H. Peremans, N. Vandaele," Vehicle routing with dynamic travel times: A queueing approach", European Journal of Operational Research ,Vol.186 , pp. 990–1007,2008.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

[17]A. Karimi, A. Hegyi, B. De Schutter, H. Hellendoorn, and F. Middelham," Integration of dynamic route guidance and freeway ramp metering using model predictive control", American Control Conference, Boston, Massachusetts, pp. 5533–5538,2004.

[18]Ch.W. Ahn, R. S. Ramakrishna," A Genetic Algorithm for Shortest Path Routing Problem and the Sizing of Populations", IEEE Transactions on Evolutionary Computation, Vol. 6, No. 6, 2002.

[19]B.Tatomir, J.M. Rothkrantz, A.C. Suson," Travel Time Prediction For Dynamic Routing Using Ant Based Control", Simulation Conference, 2009.

[20]L. FU, L. R. Rilett," Expected Shortest Paths In Dynamic And Stochastic Traffic Networks", Transportation Research, Vol. 32, No. 7, pp. 499-516, 1998.

[21]S.Kumar, J.Arunadevi, V.Mohan,"Intelligent Transport Route Planning Using Genetic Algorithms in Path Computation Algorithms,"Euroupean Jornal of Scientific Research , Vol.25, No.3, pp.463-468, 2009.

[22] L.Fu, D.Sun, L.R.Rillet,"Heuristic shortest path algorithms for transportation applications:state of the art,"computers and operations research,2006.

[23]R.Montemanni, L.M.Gambardella, A.E.Rizzoli, A.V.Donati,"Ant colony system for a dynamic vehicle routing problem", Journal of Combinatorial Optimization, Vol.10, No. 4, pp.327–343, 2005.

[24]H.Jula, M.Dessouky, P.A.Ioannou,"Truck Route Planning in Nonstationary Stochastic Networks With Time Windows at Customer Locations,"IEEE Transportations on Intelligent Transportation Systems ,"Vol.7 , No.1, 2006.

[27]S.Moreira de Oliveira, S. Ricardo de Souza, M.Am´elia Lopes Silva," A Solution of Dynamic Vehicle Routing Problem with Time Window via Ant Colony System Metaheuristic", 10th Brazilian Symposium on Neural Networks,2008 .

[28]A.Haghani, S.Jung," A dynamic vehicle routing problem with time-dependent travel times", Computers & Operations Research ,Vol.32,2005.

[29]Ch.Blum, D.merkle,"Swarm Intelligence Introduction and Application", Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008.

[30]R.E. Korf, Real-time heuristic search, Artificial Intelligent ,Vol.42, No.2–3 ,pp.189–211,1990.

[31]I. Chabini and S. Lan, Adaptations of the A* algorithm for the computation of fast paths in deterministic discrete-time dynamic network, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems ,Vol.3,No.1,2002.

[32]E.W. Dijkstra, "A note on two problems in connection with graphs", Numerische Mathematik, Vol.1 , pp.269–271,1959.

[33]B. Golden, "Shortest path algorithms a comparison ", Operations Research ,Vol.24,No.9,pp.1164–1168,1976.

[34]M. Dorigo and T. St¨utzle,"Ant Colony Optimization", MIT Press, Cambridge,MA, 2004.

[35]F. Glover and G. Kochenberger, editors. Handbook of Metaheuristics. Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, 2002.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادهها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

[36]H. H. Hoos and T. St¨utzle. “Stochastic Local Search: Foundations and Applications”, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, 2004.

[37]C. Blum and A. Roli, “Metaheuristics in combinatorial optimization: Overview and conceptual comparison”, ACM Computing Surveys,Vol. 35,No.3,pp.268–308, 2003.

[38]F. Glover,“Future paths for integer programming and links to artificial intelligence”, Computers & Operations Research, Vol.13,pp.533–549, 1986.

[39]C. R. Reeves, editor,” Modern Heuristic Techniques for Combinatorial Problems”, John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, 1993.

[40]Marais E.N,”Die Siel van die Mier (The Seol of the Ant)”,J.V van Schaik , Pretoria, South Africa, fifth edition,1948

[41]J.-L. Deneubourg, S. Aron, S. Goss, and J.-M. Pasteels. “The self-organizing exploratory pattern of the Argentine ant”, Journal of Insect Behaviour,Vol. 3,pp.159–168, 1990.

[42]P.-P. Grass´e. La reconstruction du nid et les coordinations inter-individuelles chez bellicositermes natalensis et cubitermes sp. La th´eorie de la stigmergie: Essai d’interpr´etation des termites constructeurs. Insectes Sociaux, Vol.6,pp.41–81,1959.

[43]M. Dorigo, V. Maniezzo, and A. Colorni. Positive feedback as a search strategy. Technical Report 91-016, Dipartimento di Elettronica, Politecnico di Milano, Italy, 1991.

[44]M. Dorigo, V. Maniezzo, and A. Colorni. Ant System: Optimization by a colony of cooperating agents. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part B,Vol. 26,No.1,pp.29–41, 1996.

[45]M. Dorigo. Optimization, Learning and Natural Algorithms (in Italian). PhD thesis, Dipartimento di Elettronica, Politecnico di Milano, Italy, 1992.

[46]M. Dorigo,Gambardella L.M,”Ant Colony System:A cooperative Learning Approach to Traveling Salesman Problem”, IEEE Transportations on Evolutionary Computation, Vol.1,No.1,pp.53-66,1997.

[47]D. Shrank and T. Lomax, “2004 Urban mobility report,” College Station, TX, Texas Transportation Institute’s Annual Urban Mobility Rep., Sept. 2004.

[48]Intelligent Transportation Primer, ITE (institute of transportation Engineers), U.S.DOT.

[49] ITS korea, Intelligent Transport Society of korea, Printe in Seoul, October 1999.

[50]B.Marcotte, “Intelligent Transportation Systems (ITS) Strategic Plan”, Alberta Infrastructure, September 2000.

[51]Pignataro, l.j, “traffic engineering theory and practice”, Prentice.Hall, INC, Englewood Cliffs, Newjersy, P.502, 1973.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

1-3-6-منابع اینترنتی

[52] www.RITA.com تاریخ مراجعه تیرماه1389

[53]www.ITSiran.ir تاریخ مراجعه مردادماه1389

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

پیوست شماره 1

جدول خصوصیات فیزیکی شبکه معابر مورد مطالعه

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

جدول شماره (۵-۱) : خصوصیات فیزیکی شبکه معابر مورد مطالعه [۱]

ردیف	کد معبر	از گره	به گره	سمت گره	نوع گردش	تیپ تقاطع	تیپ معبر	طول معبر	عرض سواره رو	سیکل	زمان سبز	زمان قرمز	امکان حرکت	وجود خط ویژه	امکان گردش	M_1	M_2	d_i	Q_i
1	102	1	2	3	2	1	4	0.28	7.4	142	102	39	دارد	دارد	دارد	0	0	0	280
2	102	1	2	15	3	1	4	0.28	7.4	142	102	39	ندارد	دارد	دارد	0	0	0	280
3	116	1	16	15	1	2	4	0.21	13.4	0	0	0	ندارد	ندارد	دارد	0	0	0	280
4	116	1	16	35	2	2	4	0.21	13.4	0	0	0	دارد	ندارد	دارد	2	1.2	0.25	280
5	203	2	3	4	2	1	4	0.37	7.4	189	162	27	دارد	دارد	دارد	0	0	0	280
6	203	2	3	14	3	1	4	0.37	7.4	189	162	27	دارد	دارد	دارد	0	0	0	280
7	215	2	15	16	3	2	98	0.22	0	0	0	0	ندارد	ندارد	ندارد	0	0	0	0
8	215	2	15	34	2	2	98	0.22	0	0	0	0	ندارد	ندارد	ندارد	0	0	0	0
9	302	3	2	1	2	1	4	0.37	7.5	142	103	39	دارد	ندارد	دارد	0	0	0	280
10	302	3	2	15	1	1	4	0.37	7.5	142	103	39	ندارد	ندارد	دارد	0	0	0	280
11	304	3	4	13	3	1	4	0.19	7.4	54	30	24	ندارد	دارد	دارد	0	0	0	280
12	314	3	14	13	1	2	3	0.17	8.7	0	0	0	دارد	ندارد	دارد	3	1	0.25	240
13	314	3	14	17	2	2	3	0.17	8.7	0	0	0	دارد	ندارد	دارد	3	1	0.25	240
14	403	4	3	2	2	1	4	0.19	7.4	189	162	27	دارد	دارد	دارد	0	0	0	280
15	403	4	3	14	1	1	4	0.19	7.4	189	162	27	دارد	دارد	دارد	0	0	0	280
16	413	4	13	14	3	2	3	0.22	6.7	0	0	0	دارد	ندارد	دارد	13	1	0.25	240
17	413	4	13	18	2	2	3	0.22	6.7	0	0	0	دارد	ندارد	دارد	13	1	0.25	240
18	1304	13	4	3	1	1	3	0.22	6.7	54	24	30	دارد	ندارد	دارد	0	0	0	240
19	1314	13	14	3	3	2	2	0.18	4.3	0	0	0	ندارد	ندارد	دارد	0	0	0	200
20	1314	13	14	17	1	2	2	0.18	4.3	0	0	0	دارد	ندارد	دارد	3	1	0.5	200
21	1318	13	18	17	3	1	3	0.25	6.7	50	31	19	دارد	ندارد	دارد	0	0	0	240
22	1318	13	18	30	2	1	3	0.25	6.7	0	0	0	ندارد	ندارد	ندارد	0	0	0	0
23	1403	14	3	2	1	2	98	0.17	0	0	0	0	ندارد	ندارد	ندارد	0	0	0	0
24	1403	14	3	4	3	2	98	0.17	0	0	0	0	دارد	ندارد	دارد	13	1	0.5	200

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات و فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

ادامه جدول شماره (۵-۱): خصوصیات فیزیکی شبکه معابر مورد مطالعه[۱]

200	0.5	1	13	دارد	ندارد	دارد	0	0	0	4.2	0.18	2	2	1	4	13	14	1413	25
240	0.25	1	3	دارد	ندارد	دارد	0	0	0	4.2	0.18	2	2	3	18	13	14	1413	26
240	0.25	1	3	دارد	ندارد	دارد	0	0	0	8.7	0.24	3	2	1	18	17	14	1417	27
200	0	0	0	دارد	ندارد	ندارد	0	0	0	8.7	0.24	3	2	2	31	17	14	1417	28
200	0	0	0	دارد	ندارد	ندارد	0	0	0	6.4	0.23	2	2	1	35	16	15	1516	29
0	0	0	0	ندارد	ندارد	ندارد	0	0	0	0	0.31	98	2	2	33	34	15	1534	30
0	0	0	0	ندارد	ندارد	ندارد	0	0	0	0	0.31	98	2	3	35	34	15	1534	31
0	0	0	0	ندارد	ندارد	ندارد	0	0	0	0	0.23	98	2	1	2	15	16	1615	32
0	0	0	0	ندارد	ندارد	ندارد	0	0	0	0	0.23	98	2	3	34	15	16	1615	33
280	0	0	0	ندارد	ندارد	ندارد	30	43	73	13.4	0.3	4	1	1	34	35	16	1635	34
280	0	0	0	ندارد	ندارد	دارد	30	43	73	13.4	0.3	4	1	2	36	35	16	1635	35
0	0	0	0	ندارد	ندارد	ندارد	0	0	0	0	0.24	98	2	2	3	14	17	1714	36
0	0	0	0	ندارد	ندارد	ندارد	0	0	0	0	0.24	98	2	3	13	14	17	1714	37
280	0	0	0	دارد	ندارد	دارد	31	19	50	6.8	0.18	4	1	1	13	18	17	1718	38
280	0	0	0	دارد	ندارد	دارد	31	19	50	6.8	0.18	4	1	3	30	18	17	1718	39
240	0.25	1	3	دارد	ندارد	دارد	0	0	0	8.7	0.21	3	2	1	30	31	17	1731	40
240	0.25	1	3	دارد	ندارد	دارد	0	0	0	8.7	0.21	3	2	2	32	31	17	1731	41
240	0.25	1	3	دارد	ندارد	دارد	0	0	0	6.7	0.25	3	2	2	4	13	28	1813	50
240	0.25	1	13	دارد	ندارد	دارد	0	0	0	6.7	0.25	3	2	1	14	13	18	1813	51
280	0	0	0	دارد	ندارد	ندارد	0	0	0	7.6	0.18	4	2	3	14	17	18	1817	52
280	0.25	1	3	دارد	ندارد	دارد	0	0	0	7.6	0.18	4	2	1	31	17	18	1817	53
240	0.25	1	12	دارد	ندارد	دارد	0	0	0	6.4	0.21	3	2	3	31	30	18	1830	54
240	0.25	1	12	دارد	ندارد	دارد	0	0	0	6.4	0.21	3	2	2	39	30	18	1830	55
240	0	0	0	دارد	ندارد	ندارد	19	31	50	0	0.21	3	1	1	17	18	30	3018	56
240	0	0	0	دارد	ندارد	ندارد	19	31	50	0	0.21	3	1	2	13	18	30	3018	57
200	0	0	0	دارد	ندارد	ندارد	0	0	0	4.8	0.18	2	2	3	17	31	30	3031	58

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹ مورخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

ادامه جدول شماره (۵-۱): خصوصیات فیزیکی شبکه معابر مورد مطالعه[۱]

59	3031	30	31	32	1	2	2	0.18	4.8	0	0	0	دارد	ندارد	دارد	3	1	0.5	200
60	3039	30	39	38	3	1	3	0.22	6.4	122	25	97	ندارد	ندارد	دارد	0	0	0	240
61	3117	31	17	14	2	2	98	0.21	0	0	0	0	ندارد	ندارد	ندارد	0	0	0	0
62	3117	31	17	18	3	2	98	0.21	0	0	0	0	ندارد	ندارد	ندارد	0	0	0	0
63	3130	31	30	18	1	2	2	0.18	4.8	0	0	0	دارد	ندارد	دارد	12	1	0.5	200
64	3130	31	30	29	2	2	2	0.18	4.8	0	0	0	دارد	ندارد	دارد	12	1	0.5	200
65	3130	31	30	39	3	2	2	0.18	4.8	0	0	0	دارد	ندارد	دارد	12	1	0.5	200
66	3132	31	32	33	3	2	3	0.09	8.7	0	0	0	دارد	ندارد	دارد	2	0.67	0.25	240
67	3132	31	32	38	2	2	3	0.09	8.7	0	0	0	دارد	ندارد	دارد	2	0.67	0.25	240
68	3231	32	31	17	2	2	98	0.09	0	0	0	0	ندارد	ندارد	ندارد	0	0	0	0
69	3231	32	31	30	3	2	98	0.09	0	0	0	0	ندارد	ندارد	ندارد	0	0	0	0
70	3233	32	33	34	3	2	3	0.33	18.7	0	0	0	دارد	ندارد	دارد	2	1.2	0.25	240
71	3233	32	33	37	1	2	3	0.33	18.7	0	0	0	ندارد	ندارد	دارد	0	0	0	240
72	3238	32	38	37	3	2	3	0.14	8.7	0	0	0	دارد	ندارد	دارد	5	1.2	0.25	240
73	3238	32	38	39	1	2	3	0.14	8.7	0	0	0	دارد	ندارد	دارد	5	1.2	0.25	240
74	3332	33	32	31	1	2	98	0.35	0	0	0	0	ندارد	ندارد	ندارد	0	0	0	0
75	3332	33	32	38	3	2	98	0.35	0	0	0	0	ندارد	ندارد	ندارد	0	0	0	0
76	3334	33	34	15	2	2	3	0.06	8	0	0	0	دارد	ندارد	دارد	2	0.67	0.25	240
77	3334	33	34	35	1	2	3	0.06	8	0	0	0	دارد	ندارد	دارد	2	0.67	0.25	240
78	3337	33	37	36	3	2	98	0.19	0	0	0	0	ندارد	ندارد	ندارد	0	0	0	0
79	3337	33	37	38	1	2	98	0.19	0	0	0	0	ندارد	ندارد	ندارد	0	0	0	0
80	3415	34	15	2	2	2	3	0.31	8	0	0	0	دارد	ندارد	دارد	3	0.67	0.25	240
81	3415	34	15	16	1	2	3	0.31	8	0	0	0	دارد	ندارد	دارد	3	0.67	0.25	240
82	3433	34	33	32	1	2	98	0.06	0	0	0	0	ندارد	ندارد	ندارد	0	0	0	0
83	3433	34	33	37	2	2	98	0.06	0	0	0	0	ندارد	ندارد	ندارد	0	0	0	0
84	3435	34	35	16	3	1	3	0.16	8.8	73	30	43	ندارد	ندارد	دارد	0	0	0	240
85	3435	34	35	36	1	1	3	0.16	8.8	73	30	43	دارد	ندارد	دارد	0	0	0	240

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات و فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

ادامه جدول شماره (۵-۱): خصوصیات فیزیکی شبکه معابر مورد مطالعه[۱]

0	0	0	0	ندارد	دارد	ندارد	0	0	0	0	0.3	4	2	2	1	16	35	3516	86
0	0	0	0	ندارد	دارد	ندارد	0	0	0	0	0.3	4	2	3	15	16	35	3516	87
0	0	0	0	ندارد	ندارد	ندارد	0	0	0	0	0.16	98	2	1	15	34	35	3534	88
0	0	0	0	ندارد	ندارد	ندارد	0	0	0	0	0.16	98	2	3	33	34	35	3534	89
280	0	0	0	دارد	ندارد	دارد	111	46	157	0	0.27	4	1	1	37	36	35	3536	90
0	0	0	0	ندارد	ندارد	ندارد	30	43	73	0	0.27	4	2	2	16	35	36	3635	91
0	0	0	0	ندارد	ندارد	ندارد	30	43	73	0	0.27	4	2	3	34	35	36	3635	92
280	0.25	0.75	6	دارد	ندارد	دارد	0	0	0	8.8	0.11	4	2	1	33	37	36	3637	93
280	0.25	0.75	6	دارد	ندارد	دارد	0	0	0	8.8	0.11	4	2	2	38	37	36	3637	94
240	0	0	0	دارد	ندارد	ندارد	0	0	0	8	0.19	3	2	3	32	33	37	3733	95
240	0.25	1.2	2	دارد	ندارد	دارد	0	0	0	8	0.19	3	2	2	34	33	37	3733	96
280	0	0	0	دارد	ندارد	ندارد	46	111	157	12.1	0.11	4	1	3	35	36	37	3736	97
280	0	0	0	دارد	ندارد	ندارد	0	0	0	8.8	0.36	4	2	1	32	38	37	3738	98
280	0.25	1.2	5	دارد	ندارد	دارد	0	0	0	8.8	0.36	4	2	2	39	38	37	3738	99
240	0.25	1	12	دارد	ندارد	دارد	0	0	0	6.4	0.22	3	2	3	29	30	39	3930	100
240	0.25	1	12	دارد	ندارد	دارد	0	0	0	6.4	0.22	3	2	2	18	30	39	3930	101
240	0.25	1	12	دارد	ندارد	دارد	0	0	0	6.4	0.22	3	2	1	31	30	39	3930	102
280	0	0	0	دارد	ندارد	ندارد	0	0	0	8.8	0.18	4	2	3	32	38	39	3938	103
280	0.25	1.2	5	دارد	ندارد	دارد	0	0	0	8.8	0.18	4	2	2	37	38	39	3938	104

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات و فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

پیوست شماره 2

کد ابتدایی برنامه JAVA برای الگوریتم سیستم مورچه

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

```
;package AntsPheromone

;import java.io.BufferedReader
;import java.io.IOException
;import java.io.InputStreamReader

**/
*
author H.Mardani@ *
/*
} public class Main

;private static String minPath
;private static float minPathLength
;private static double minpathTimeLength
;private static float beginTime
;private static float endTime
;private static float Z

**/
param args the command line arguments@ *
/*
} public static void main(String[] args) throws IOException

TODO code application logic here //



;((BufferedReader in = new BufferedReader(new InputStreamReader(System.in

;("<::(System.out.println("please enter number of algorithm repeatation(T
;(()int T = Integer.parseInt(in.readLine
;int tempT = T

;("<:: (System.out.println("Please enter Size of Graph(n
```


دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

```
;(((()Graph g = new Graph(Integer.parseInt(in.readLine

;("<:: (System.out.println("Please enter Number of Ants(k

;[(()Ant[] ants = new Ant[Integer.parseInt(in.readLine
} (++for (int i = 0; i < ants.length; i
;()ants[i] = new Ant
{
} (while (T > 0
;(System.out.println("-----------------------------------------------T=" + T
} (++for (int i = 0; i < ants.length; i
;()ants[i].start
{
;()g.doVaporize

(if (T == tempT
}
;("<<: System.out.println("please Enter a
;(()Graph.a = Double.parseDouble(in.readLine
;("<<: System.out.println("please Enter b
;(()Graph.b = Double.parseDouble(in.readLine
{
;--T
{
;(System.out.println("minPath : " + minPath
;(System.out.println("minPathLength : " + minPathLength
;(System.out.println("minpathtimelength : " + minpathTimeLength
;("----------------------------------------") System.out.println
;(ComputeZ(minpathTimeLength

;(System.out.println("Z = "+Z




{

} (public static void newPath(String path, float length , double timelength
```


دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهادها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

```
} (if (minpathTimeLength == 0 || timelength < minpathTimeLength //
;minPath = path
;minPathLength = length
; minpathTimeLength = timelength
{   //
{
public static void ComputeZ(double mintime) throws IOException
}
;((BufferedReader in = new BufferedReader(new InputStreamReader(System.in

;(" (System.out.println("please enter begining time(C) ::>(preferably 0
;()beginTime = Float.parseFloat(in.readLine
;int temp = (int)beginTime
;(beginTime = (float) (temp + (beginTime - temp) / 0.6
;(System.out.println(beginTime//

;(" <:: (System.out.println("please enter End time(D
;()endTime = Float.parseFloat(in.readLine
;temp = (int)endTime
;(endTime = (float) (temp + (endTime - temp) / 0.6
;(System.out.println(endTime//

;(" : System.out.println("please enter f
;()float f = Float.parseFloat(in.readLine
;(" : System.out.println("please enter r
;()float r = Float.parseFloat(in.readLine
;(" : System.out.println("please enter p
;()float p = Float.parseFloat(in.readLine
;(" : System.out.println("please enter q
;()float q = Float.parseFloat(in.readLine
;( float w = (float) Math.max(0, beginTime-mintime
;( float h = (float) Math.max(0 , mintime-endTime
;((Z=(float) (((f + r) * (mintime)) + (p * w) + (q * h  )
{
{
```


دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.

Abstract

The main object of this thesis is to reduce urban road traffic. First, we present a practical formulation for the dynamic route planning with Time Window. Then, we present an Ant System algorithm to solve the problem and choose optimal route.

One of the major challenges facing ITS (Intelligent Transportation Systems) today is to offer route guidance to vehicular traffic to reduce trip time experienced. In a practical system, when traffic condition changes during driving, the route should be re-evaluated before the vehicle reaches the next intersection. Therefore, a good dynamic vehicle guidance algorithm is needed to develop for ITS. Urban network has two main elements that we have to pass them from an origin node to a destination node. These two elements are intersections and ways which take time to pass them. In order to formulate routing problems in the real world, we represent an urban transportation network by a direct graph in which nodes show intersections and links show ways. We present the formulation of dynamic route planning with soft time window as an integer linear programming model. To solve dynamic problem, our solution architecture has been developed to run in a centralized fashion, having two main elements: the Events Manager Element (dynamic part), and the AS Element (static part). The Event Manager is the interface between the architecture and the external world. In this thesis, Events Manager and the AS procedure are also coded with JAVA.

دسترسی به این مدرک بر پایهٔ آیین‌نامهٔ ثبت و اشاعهٔ پیشنهاده‌ها، پایان‌نامه‌ها، و رساله‌های تحصیلات تکمیلی و صیانت از حقوق پدیدآوران در آنها (وزارت علوم، تحقیقات، فناوری به شمارهٔ ۱۹۵۹۲۹/و تاریخ ۱۳۹۵/۹/۶) از پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج) در پژوهشگاه علوم و فنـاوری اطلاعات ایران (ایرانداک) فراهم شده و استفاده از آن با رعایت کامل حقوق پدیدآوران و تنها برای هدف‌های علمی، آموزشی، و پژوهشی و بر پایهٔ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان، و هنرمندان (۱۳۴۸) و الحاقات و اصلاحات بعدی آن و سایر قوانین و مقررات مربوط شدنی است.