



دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی  
دانشکده عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران - راه و ترابری

موضوع پایان نامه:

بررسی تأثیر بکارگیری سیستم حمل و نقل هوشمند (VANTEs) بر

ظرفیت آزاد راه

استاد راهنما:

دکتر سعید منجم

دانشجو:

مهسا میرحسینی راینی

شماره دانشجویی:

۸۷۰۱۰۳۴

زمستان ۱۳۸۹

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تقدیم به پدر و مادر عزیزم،

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگی،

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش وجودشان که در این سردترین روزگار ان بهترین پشتیبان است،

به پاس قلب های بزرگشان که فریاد رس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می کراید،

و به پاس محبت های بی درنشان که هرگز فروکش نمی کند.

## فرم حق طبع، نشر و مالکیت نتایج

- ۱- حق چاپ و تکثیر این پایان نامه متعلق به نویسنده آن می باشد. هرگونه کپی برداری به صورت کل پایان نامه یا بخشی از آن تنها با موافقت نویسنده یا کتابخانه دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی مجاز می باشد.
- ۲- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی می باشد و بدون اجازه کتبی دانشگاه به شخص ثالث قابل واگذاری نیست.
- ۳- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر منبع مجاز نمی باشد.

## شکر و قدردانی

حمد و سپاس ایند منان را که لطف و عنایت بی حدش را شگری نشاید. حمد و سپاس مخصوص یکتا معبودی که چراغ علم و تقواری افراسوی آدمی نهاد و به این بنده

ناچیز نعمت تحصیل علم را عطا فرمود.

از زحمات اساتید کراتقدر جناب آقای دکتر سعید منجم و حمایت های مشاور محترم آقای دکتر سید محمد سادات حسینی، قدردانی و سپاسگزاری می نمایم.

## چکیده

از اساسی‌ترین زیرساخت‌های لازم برای توسعه صنایع و افزایش سطح رفاه اجتماعی هر کشور وجود حمل‌ونقل روان و ایمن در آن کشور می‌باشد. امروزه مشکلات ناشی از حمل‌ونقل از قبیل تراکم، تصادفات، آلودگی‌های زیست محیطی و ... باعث شده تا تأمین حمل‌ونقل ایمن و کارا یکی از مهم‌ترین مسائل پیش‌روی اغلب کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه باشد. در حال حاضر سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند (ITS) جهت بهبود وضعیت ترافیک در سطح وسیع مورد استفاده قرار می‌گیرند. از بین این سیستم‌ها، سیستم حمل‌ونقل هوشمند VANETs که به تازگی مطرح شده است، دارای کاربردهای بسیار وسیع در مسائل مختلف مربوط به حمل‌ونقل می‌باشد.

در این تحقیق اثر بکارگیری این سیستم در تغییر ظرفیت یک آزادراه با توجه به رفتار تک تک رانندگان در سطح خرد، مورد بررسی قرار گرفته است. برای بررسی رفتار حرکتی رانندگان، از داده‌های بدست آمده از موقعیت وسایل نقلیه در فیلم برداشت شده از بزرگراه تهران-کرج استفاده شده است. ۳ مدل سلولی مختلف جهت بررسی رفتار حرکتی رانندگان در سطح خرد در ایران معرفی گردید. این مدل‌ها با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده شبیه‌سازی شدند. برای انجام شبیه‌سازی یک برنامه شبیه‌ساز خرد ترافیک به عنوان ابزاری برای ارزیابی مدل‌های پیشنهادی استفاده شد و با توجه به نتایج شبیه‌سازی، مشخص گردید مدلی که رفتار رانندگان را بر مبنای تمایل آنها به افزایش سرعت مدل می‌کند، بهترین تطابق را با شرایط واقعی داراست.

با توجه به اینکه سیستم VANETs با ارائه اطلاعات وضعیت آزادراه به راننده، سرعت عکس‌العمل وی را افزایش می‌دهد، سرعت متوسط رانندگان به ازای مقادیر مختلف زمان عکس‌العمل در مدل انتخاب شده محاسبه گردید و اثر تغییرات سرعت متوسط و زمان‌های عکس‌العمل بر ظرفیت آزادراه مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد که با استفاده از سیستم VANETs، سرفاصله بین وسایل نقلیه کاهش یافته و در نتیجه ظرفیت آزادراه افزایش می‌یابد.

کلمات کلیدی: شبیه‌سازی خرد ترافیک، مدل سلولی، ظرفیت آزادراه، زمان عکس‌العمل، VANETs

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
<b>فصل اول-مقدمه و کلیات تحقیق</b> .....	۱
۱-۱- مقدمه.....	۱
۲-۱- تعریف پژوهش و دامنه آن.....	۲
۳-۱- اهداف پژوهش.....	۳
۴-۱- توجیه پژوهش.....	۴
۵-۱- روش تحقیق.....	۵
<b>فصل دوم-کاوش در متون</b> .....	۷
۱-۲- مقدمه.....	۷
۲-۲- تعدادی از مهمترین سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند.....	۸
۱-۲-۲- سیستم‌های پیشرفته دستیار راننده.....	۹
۲-۲-۲- سیستم‌های مکان‌یابی خودکار وسیله نقلیه.....	۱۵
۳-۲-۲- تکنولوژی‌های ردیابی.....	۱۷
۴-۲-۲- سیستم‌های VANETs.....	۲۴
۳-۲- مدلسازی شبکه‌های خودرویی.....	۴۲
۱-۳-۲- مدلسازی حرکت خودرویی.....	۴۳
۴-۲- تحلیل خرد ترافیک.....	۴۴
۱-۴-۲- مدل‌های تعقیب.....	۴۵
۲-۴-۲- مدل‌های تغییر خط.....	۵۱
۳-۴-۲- مدل هوگما.....	۵۶
۴-۴-۲- تحقیقات سادات حسینی.....	۵۸

۵۹	۵-۴-۲- تعدادی از تحقیقات انجام شده در زمینه سیستم‌های هوشمند VANETs
۶۷	<b>فصل سوم-گردآوری داده‌های ترافیکی</b>
۶۷	۱-۳- مقدمه
۶۸	۲-۳- ساختار سیستم به کار رفته برای پردازش تصاویر
۶۹	۱-۲-۳- انتخاب محل فیلمبرداری
۶۹	۲-۲-۳- نحوه فیلمبرداری و برداشت آن
۷۱	۳-۲-۳- پایگاه داده موقعیت وسایل نقلیه
۷۲	۳-۳- برنامه پردازش تصویر
۷۵	۴-۳- کاربرد نرم افزار در تهیه اطلاعات ترافیکی
۷۶	۵-۳- نتیجه‌گیری
۷۷	<b>فصل چهارم-انتخاب مدل مناسب</b>
۷۷	۱-۴- مقدمه
۷۸	۲-۴- معرفی مدل‌های TS
۷۹	۱-۲-۴- مدل مبتنی بر تفکیک تغییر خط از تعقیب، TS1
۸۴	۲-۲-۴- مدل‌های ادغام رفتار تغییر خط و تعقیب رانندگان TS2
۹۳	۳-۲-۴- مدل ادغام رفتار تغییر خط و تعقیب بر مبنای کاهش ریسک TS2A
۹۵	۴-۲-۴- مدل ادغام رفتار تغییر خط و تعقیب رانندگان بر مبنای افزایش سرعت TS2B
۹۷	۳-۴- نرم‌افزار شبیه‌ساز خرد ترافیک
۹۷	۱-۳-۴- نحوه اجرای نرم‌افزار
۱۰۱	۴-۴- ارزیابی مدلها در سطح کلان
۱۰۲	۱-۴-۴- ارزیابی مدل TS1 در سطح کلان
۱۰۲	۲-۴-۴- ارزیابی مدل TS2A در سطح کلان
۱۰۳	۳-۴-۴- ارزیابی مدل TS2B در سطح کلان
۱۰۴	۵-۴- ارزیابی مدلها در سطح خرد



۱۰۶	۴-۵-۱- ارزیابی مدل <i>TS1</i> در سطح خرد.....
۱۰۷	۴-۵-۲- ارزیابی مدل <i>TS2A</i> در سطح خرد.....
۱۰۷	۴-۵-۳- ارزیابی مدل <i>TS2B</i> در سطح خرد.....
۱۰۸	۴-۶- تحلیل نتایج خرد و کلان مدل‌های پیشنهادی.....
۱۰۹	۴-۷- نتیجه‌گیری.....
۱۱۱	<b>فصل ۵- شبیه‌سازی سیستم <i>VANETs</i>.....</b>
۱۱۱	۵-۱- مقدمه.....
۱۱۲	۵-۲- سرعت عکس‌العمل راننده.....
۱۱۳	۵-۳- سرعت عکس‌العمل راننده در شرایط حضور سیستم <i>VANETs</i> .....
۱۱۴	۵-۴- شبیه‌سازی عکس‌العمل راننده.....
۱۱۵	۵-۵- تأثیر کاهش سرفاصله وسایل نقلیه بر حجم ترافیک عبوری آزاد راه برای جریان پیوسته.....
۱۱۹	۵-۵-۱- تخمین ظرفیت اولیه یک لاین از آزادراه در شرایط استفاده از <i>VANETs</i> .....
۱۲۰	۵-۶- تخمین منافع حاصل از بکارگیری <i>VANETs</i> .....
۱۲۱	۵-۶-۱- تخمین منافع حاصل از بکارگیری <i>VANETs</i> در آزادراه تهران-کرج.....
۱۲۲	۵-۷- نتیجه‌گیری.....
۱۲۳	<b>فصل ششم- نتیجه‌گیری و پیشنهادات.....</b>
۱۲۳	۶-۱- مقدمه.....
۱۲۳	۶-۲- خلاصه پژوهش.....
۱۲۶	۶-۳- نتیجه‌گیری.....
۱۲۷	۶-۳-۱- پیشنهاد برای تحقیقات آینده.....
۱۲۸	<b>منابع و مأخذ.....</b>

## فهرست شکل‌ها

عنوان	شماره صفحه
شکل ۱-۱: فلوجارت روند اجرای تحقیق.....	۶
شکل ۱-۲: سیستم کمک به راننده جهت حفظ خط.....	۱۰
شکل ۲-۲: سیستم <i>ISA</i> در حال هشدار به راننده جهت حفظ محدودیت سرعت.....	۱۳
شکل ۳-۲: سه حالت هشدار به راننده حین تجاوز از محدودیت سرعت ۳۰ کیلومتر بر ساعت.....	۱۳
شکل ۴-۲: تصویر نمادین از ماهواره‌های <i>GPS</i> در حل گردش در فضا.....	۱۶
شکل ۵-۲: یک دستگاه <i>GPS</i> در حال نشان دادن مسیر به کاربر.....	۱۶
شکل ۶-۲: شکل شماتیک یک سیستم القایی حلقه‌ای.....	۱۹
شکل ۷-۲: یک مدل از قرارگیری دو لوب در یک باند از مسیر.....	۲۰
شکل ۸-۲: نحوه عملکرد یک حسگر رادار میکروویو.....	۲۱
شکل ۹-۲: منظره قابل مشاهده از فراز ساختمانی که دوربین‌ها روی آن قرار دارند.....	۲۳
شکل ۱۰-۲: تصویر شماتیک از اجزای یک سیستم <i>VANETS</i> .....	۲۵
شکل ۱۱-۲: حرکت سلول به سلول وسایل نقلیه در مدل سلولی.....	۴۹
شکل ۱۲-۲: مراحل چهارگانه تعیین سرعت در مدل سلولی.....	۵۱
شکل ۱۳-۲: درخت تصمیم‌گیری رانندگان بی‌نظم در مدل شبیه‌سازی شده.....	۵۵
شکل ۱۴-۲: تابع توزیع احتمال زمان عکس‌العمل راننده در حضور سیستم <i>VANETS</i> .....	۶۴
شکل ۱۵-۲: تاثیر عدم حضور و حضور <i>VANETS</i> با در نظر گرفتن حداقل و حداکثر تاثیر آن که جریان ترافیک به عنوان تابعی از $\gamma$ (احتمال مجهز بودن وسایل نقلیه به سیستم <i>VANETS</i> ) بیان شده است.....	۶۵
شکل ۱۶-۲: ایمنی به عنوان تابعی از فاصله بین وسیله نقلیه‌ای به ازای مقادیر مختلف $\gamma$ (چپ)، رابطه بین ایمنی و جریان به ازای مقادیر مختلف $\gamma$ (راست).....	۶۶
شکل ۱-۳: ساختار سیستم پردازش تصویر تهیه شده.....	۶۹
شکل ۲-۳: موقعیت محل اول.....	۷۰
شکل ۳-۳: موقعیت محل دوم.....	۷۱
شکل ۴-۳: پنجره‌های باز شده روی مسیر حرکت وسایل نقلیه در تصویر نمونه.....	۷۳
شکل ۵-۳: جدول خروجی برنامه که در فایل <i>d0.txt</i> ذخیره شده.....	۷۴
شکل ۶-۳: موقعیت پنجره‌ها در تصویر محل اول.....	۷۵
شکل ۱-۴: ساختار مدل‌های مورد بررسی و نحوه شباهت آنها با یکدیگر.....	۷۸

- شکل ۲-۴: نحوه تقسیم آزادراه به سلولها ..... ۸۰
- شکل ۳-۴: فواصلی که برای تغییر خط باید مورد توجه راننده باشد ..... ۸۲
- شکل ۴-۴: الگوریتم تعیین موقعیت مناسب برای حرکت هر وسیله نقلیه در مدل *TS1* ..... ۸۳
- شکل ۵-۴: نحوه تقسیم آزادراه به سلولها در مدلهای *TS2* ..... ۸۵
- شکل ۶-۴: دو وسیله نقلیه که به دنبال هم در حال حرکت هستند ..... ۸۶
- شکل ۷-۴: نمودار حرکت دو وسیله نقلیه ..... ۸۷
- شکل ۸-۴: الگوریتم تعیین موقعیت برای حرکت هر وسیله نقلیه در مدل *TS2A* ..... ۹۴
- شکل ۹-۴: الگوریتم تعیین موقعیت مناسب برای حرکت هر وسیله نقلیه در مدل *TS2B* ..... ۹۶
- شکل ۱۰-۴: برنامه در هنگام شبیه‌سازی ..... ۹۸
- شکل ۱۱-۴: برنامه شبیه‌ساز در حال اعلام تعداد تغییر خطها و سرعت متوسط وسایل نقلیه ..... ۹۹
- شکل ۱۲-۴: یک نمونه از فایل *ds0.txt* ..... ۱۰۰
- شکل ۱-۵: تاثیر زمان عکس‌العمل بر سرعت متوسط ..... ۱۱۵

## فهرست جداول

عنوان	شماره صفحه
جدول ۱-۴: پارامترهای ارزیابی در مدل <i>TS1</i> .....	۱۰۶
جدول ۲-۴: پارامترهای ارزیابی در مدل <i>TS2A</i> .....	۱۰۷
جدول ۳-۴: پارامترهای ارزیابی در مدل <i>TS2B</i> .....	۱۰۸
جدول ۴-۴: خلاصه ارزیابی مدل‌های پیشنهادی در سطح کلان ..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
جدول ۵-۴: نتایج ارزیابی مدلها در سطح خرد .....	۱۰۹
جدول ۱-۵: پارامترهای اصلی جریان ترافیک .....	۱۱۴

# فصل اول

## مقدمه و کلیات تحقیق

### ۱-۱- مقدمه

از اساسی‌ترین زیرساخت‌های لازم جهت توسعه صنایع و افزایش سطح رفاه اجتماعی هر کشور وجود حمل‌ونقل روان و ایمن در آن کشور می‌باشد. در حال حاضر مسائل مربوط به حمل‌ونقل از قبیل: تراکم، تصادفات، آلودگی‌های محیط زیست و ... باعث شده است تا تأمین حمل‌ونقل ایمن و کارا یکی از مهمترین مسایل پیش روی اغلب کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه باشد. افزایش سطح زندگی مردم، افزایش ارزش زمان و مشکلات موجود در خصوص تأمین زیرساخت‌های حمل‌ونقل از قبیل گرانی زمین، زمان‌بر بودن اجرای پروژه‌های راهسازی و در کنار آن افزایش تعداد تلفات جاده‌ای، مدیران کشورها را بر آن داشته است تا با نیم‌نگاهی به پیشرفت‌های حاصل در تکنولوژی به دنبال راه حلی برای غلبه بر مشکلات حمل‌ونقل بوده و با روشی غیر از روش‌های سنتی گذشته به دنبال حل این مشکلات باشند [۱].

از جمله این رویکردها، بکارگیری سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند<sup>۱</sup> یا *ITS* می‌باشد. در همین راستا انجام ارزیابی بر روی سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل، موجب می‌گردد تا از این سیستم‌ها به صورت بهینه استفاده شده و علاوه بر رفع نیازهای ترافیکی از هدر رفتن سرمایه جلوگیری شود. این سیستم با بکارگیری

---

<sup>1</sup> *Intelligent Transportation Systems*

تکنولوژی‌های نوین (از قبیل: الکترونیک، ارتباطات و سیستم‌های کنترل) باعث ارتقاء سطح ایمنی، کارایی و ارزانی حمل‌ونقل در زمینه‌های مختلف از قبیل: جاده، راه آهن و هوایی می‌شود [۲].

مطالعه اثرات این سیستم‌ها برای طراحان راه و مهندسان ترافیک و دیگر محققین از اهمیت زیادی برخوردار است. از طرف دیگر با پیش‌بینی تغییرات ایجاد شده به وسیله این سیستم‌ها، می‌توان جهت تقلیل یا رفع مشکلات به وجود آمده در حمل‌ونقل، اقدامات عملی و قابل اجرایی انجام داد. در حال حاضر مشاهده فعالیت‌های *ITS* در شهرهای بزرگ دنیا اهمیت این سیستم‌ها را به ما نشان می‌دهد.

در این پژوهش با استفاده از یک مدل شبیه‌ساز، رفتار حرکتی وسایل نقلیه تحت تاثیر یک سیستم هوشمند به نام *VANETS*<sup>۱</sup> شبیه‌سازی شده و تاثیر آن بر افزایش ظرفیت یک آزادراه مورد بررسی قرار داده شده است. در این فصل ابتدا پژوهش و دامنه آن توصیف گردیده و سپس اهداف پژوهش توضیح داده شده است. در ادامه توجیه و کاربرد پژوهش توضیح داده شده و ساختار پایان نامه ارائه گردیده است.

## ۱-۲- تعریف پژوهش و دامنه آن

موضوع این تحقیق بررسی تاثیر بکارگیری سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند *VANETS* بر ظرفیت یک آزادراه می‌باشد. حداکثر کردن کارایی و ظرفیت شبکه‌های حمل‌ونقل موجود بدلیل افزایش مداوم حجم ترافیک و محدودیت در ساخت و ساز امکانات بزرگراهی جدید شهری و روستایی، امری حیاتی به نظر می‌رسد. برای مثال در ایالات متحده در طول سال‌های ۱۹۸۷ تا ۱۹۹۷ میزان سفر انجام شده ۳۳ درصد افزایش داشته است، در حالیکه رشد کیلومترژ جاده‌ای حتی کمتر از ۲ درصد افزایش داشته است. افزایش میزان تقاضا با توجه به محدودیت‌های موجود در ساخت جاده، باعث ایجاد تراکم ترافیکی در ایالات متحده شده است. این اتفاق همچنین به دلیل صنعتی شدن جهان در کلیه کشورهای در حال توسعه نیز در حال وقوع است.

یک جایگزین برای ساخت هزینه‌بر و گران یک بزرگراه جدید، کاربرد استراتژی‌هایی جهت ارتقاء میزان استفاده از امکانات موجود در حمل‌ونقل جاده‌ای، ریلی، هوایی و آبی است. این استراتژی‌ها در سیستم‌های

<sup>۱</sup> *Vehicular Ad hoc Networks*

حمل و نقل هوشمند یا *ITS* جست و جو می‌شوند. تعدادی از اهداف مشخص این سیستم‌ها عبارتند از : کاهش زمان سفر، کاهش میزان تأخیرات و تراکم ترافیک، بهبود امنیت و کاهش انتشار آلودگی و غیره. *ITS* که شامل نظارت الکترونیکی، ارتباطات، تحلیل ترافیک و کنترل تکنولوژی‌هاست، فواید قابل ملاحظه‌ای را در سیستم حمل و نقل برای کاربران و هم مدیران راه به همراه دارد [۷].

در میان این سیستم‌ها، سیستم‌های *VANETs* به تازگی مطرح شده‌اند که دارای کاربرد وسیع در زمینه‌های مختلف حمل و نقل هستند. ارتباطات بین خودرویی<sup>۱</sup> (*IVC*) که هم شامل ارتباطات خودرو با خودرو<sup>۲</sup> (*V2V*) و هم ارتباطات خودرو با پایگاه‌های کنار جاده<sup>۳</sup> (*V2R*) می‌شود، به عنوان سیستم *VANETs* نام گرفته و یکی از اجزاء مهم *ITS* در طرح‌های مختلف ملی است. تاثیرات فوری آن شامل کاهش تراکم ترافیک و بهبود مدیریت عملکرد در جهت اهداف ایمنی عمومی می‌باشد. مجهز کردن وسایل نقلیه به انواع حسگرهای *on-board* و قابلیت ارتباطات *V2V* و *V2R* سبب دستیابی به مشاهدات در سطح وسیع و کنترل و تصمیم‌گیری بهتر در جهت رسیدن به اهداف حمل و نقل می‌شود. علی‌رغم کاربردهای فراوان این سیستم‌ها در زمینه‌های مختلف، بیشتر تحقیقات صورت گرفته در این زمینه بر روی کاربرد آنها در افزایش ایمنی رانندگان و وسایل نقلیه انجام گرفته است [۵].

### ۱-۳- اهداف پژوهش

در این تحقیق اثر بکارگیری سیستم‌های *VANETs* در افزایش ظرفیت یکی از آزاد راه‌های ایران بررسی خواهد شد و رفتار وسایل نقلیه و ظرفیت یکی از آزادراه‌های تهران قبل و بعد از استفاده از این سیستم‌ها مقایسه می‌گردد. برای این کار از نتایج تحقیقات قبلی در زمینه مدلسازی رفتار حرکتی وسایل نقلیه در آزادراه‌ها استفاده و بر اساس مدل‌های معرفی شده که توانسته‌اند رفتار رانندگان در ایران را مدل کنند، اثر بکارگیری سیستم‌های *VANETs* بر ظرفیت آزادراه بررسی خواهد شد. برای این کار از نرم‌افزارهای شبیه‌ساز خرد ترافیک موجود استفاده خواهد شد.

<sup>1</sup> *Inter vehicle communication*

<sup>2</sup> *Vehicle-2-Vehicle*

<sup>3</sup> *Vehicle-2-Road Side Unit*

با توجه به اینکه سیستم *VANETs* با ارائه اطلاعات وضعیت آزادراه به راننده، سرعت عکس‌العمل او را افزایش می‌دهد، انتظار می‌رود که سرفاصله زمانی ایمن وسایل نقلیه کاهش یافته و در نتیجه ظرفیت آزادراه افزایش یابد. در این تحقیق به این سوال پاسخ داده خواهد شد که تا چه حد سیستم‌های *VANETs* باعث افزایش ظرفیت یک آزادراه می‌شوند.

#### ۱-۴- توجیه پژوهش

افزایش تراکم در خیابان‌ها، بزرگراه‌ها و جاده‌ها یکی از مشکلات جدی در حمل‌ونقل است که تعداد زیادی از کشورهای پیشرفته و در حال رشد با آن روبه‌رو هستند. ساخت زیربنای حمل‌ونقلی جدید، گران و از نظر زیست محیطی نیز مخاطره آمیز می‌باشد. از این رو در بسیاری از راه‌ها و خیابان‌های درون شهری و برون‌شهری که نیازمند افزایش ظرفیت می‌باشند، عملاً ساخت راه یا افزودن باند جدید، به منظور برآوردن تقاضای حمل‌ونقل غیر ممکن به نظر می‌رسد [۳].

همانطور که گفته شد یک جایگزین برای ساخت هزینه‌بر و گران یک بزرگراه جدید، استفاده از قابلیت‌های سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند جهت ارتقاء ظرفیت امکانات بزرگراهی و آزادراهی موجود است. در کشور ایران نیز که تردد خودروها به صورت روزافزون به خصوص در شهرهای بزرگ در حال افزایش است، ساخت‌وساز هر چه بیشتر بزرگراه‌ها دیگر راه‌حل مناسبی به نظر نمی‌رسد و پاسخ‌گوی رشد ترافیک نمی‌باشد.

جهت بررسی تاثیر یک سیستم حمل‌ونقل هوشمند بر ظرفیت یک آزادراه نیاز است که عملکرد سیستم مورد نظر توسط یک مدل و نرم‌افزار شبیه‌ساز، شبیه‌سازی شده و تاثیرات آن مورد بررسی قرار گیرد. از این رو در این پژوهش سعی شده است که سیستم هوشمند *VANETs* که اخیراً کاربردهای آن در دنیا به طور فراگیر در حال افزایش است، توسط یک مدل شبیه‌ساز شبیه‌سازی شده و تاثیر آن در افزایش ظرفیت آزادراه تهران-کرج مورد بررسی قرار گیرد.

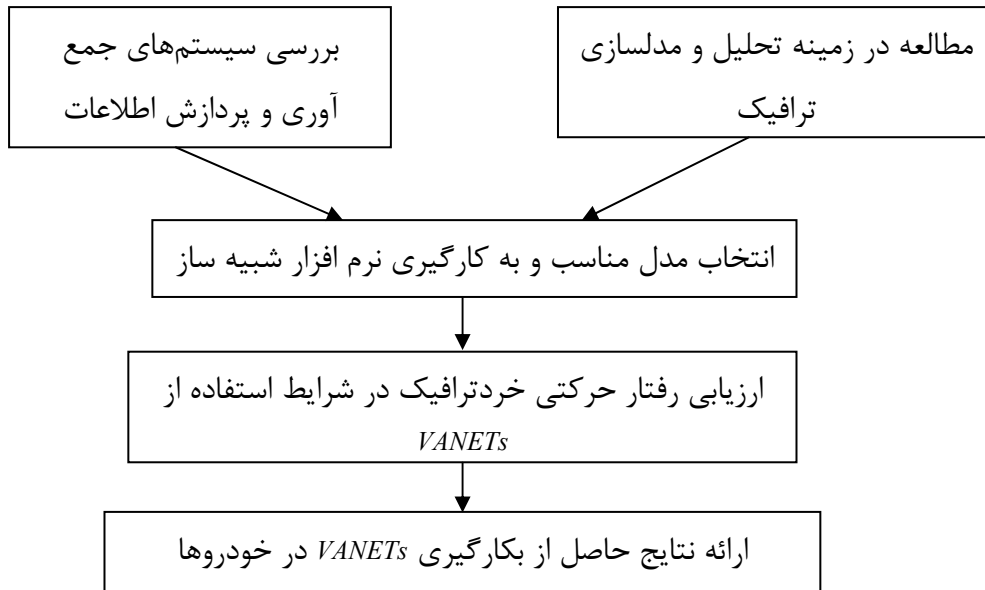


## ۱-۵- روش تحقیق

موضوع این تحقیق بررسی تاثیر بکارگیری سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند *VANETS* بر ظرفیت آزادراه‌ها می‌باشد. فلوجارت شکل ۱-۱ روند اجرای تحقیق و اهدافی که در هر مرحله مورد توجه است را نشان می‌دهد.

همان گونه که در شکل ۱-۱ مشاهده می‌شود، پس از انجام مطالعات لازم در زمینه تحلیل و مدلسازی ترافیک و جمع‌آوری و پردازش اطلاعات مورد نیاز برای مدلسازی جریان ترافیک، از نرم‌افزارهای موجود برای پردازش تصاویر ویدئویی به نحوی که بتواند اطلاعات مورد نیاز ما را جمع‌آوری کند استفاده شده است. همچنین برای شبیه‌سازی مدل‌های تهیه شده، یکی از نرم‌افزارهای موجود استفاده شده است. آمار مورد نیاز از تحقیقات مشابه برداشت شده و با استفاده از آن آمار، تاثیر بکارگیری سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند *VANETS* بر ظرفیت آزادراه شبیه‌سازی شده و نتایج به کارگیری این سیستم‌ها مورد ارزیابی قرار گرفته است.

در این تحقیق از آمار به دست آمده از تحقیقات دیگر محققان استفاده شده است که در آنها به وسیله دوربین‌های فیلم‌برداری تصاویر ویدئویی از محل‌های تردد وسایل نقلیه برداشته شده است. این تصاویر دیجیتالی شده و در کامپیوتر مورد پردازش قرار گرفته شد. نرم‌افزاری نیز استفاده شده تا خودروهای در حال حرکت را تشخیص داده و مسیر حرکت و سرعت آنها را نیز مشخص کند.



شکل ۱-۱: فلوچارت روند اجرای تحقیق

در این تحقیق برای مطالعه رفتار حرکتی وسایل نقلیه، چند محل که نزدیک رمپ‌های ورودی و خروجی نباشند و قسمت اصلی آزادراه محسوب می‌شوند، در نظر گرفته شده است و از تحقیقات قبلی که در آنها به اندازه کافی فیلم از حرکت وسایل نقلیه در شرایط مختلف شلوغی محل مورد نظر برداشت شده، استفاده شده است. بعد از شناخت ابتدایی رفتار حرکتی به مدلسازی ترافیک پرداخته شده و برای هر وضعیت ترافیک مدل‌هایی پیشنهاد شد. مدل‌های تهیه شده با استفاده از شبیه‌سازی کامپیوتری مورد ارزیابی قرار گرفته و شرایطی که در آن از سیستم‌های *VANETs* استفاده شده است در مدل موفق انتخاب شده شبیه‌سازی گردید.

## فصل دوم

# کاوش در متون

### ۲-۱- مقدمه

*ITS* که با استفاده از تکنولوژی‌های اطلاعاتی (*IT*)، ارتباط مناسبی بین انسان، وسیله نقلیه و راه برقرار می‌سازد، زیربنای مناسبی است که به تحول صنعت حمل‌ونقل و حل مشکلات آن در قرن ۲۱ کمک خواهد نمود. توسعه و ارتقاء کیفی خدمات ترافیکی در جامعه به موازات رشد سریع استفاده از *IT* در حمل‌ونقل، باعث ارتقاء سطح زندگی مردم و بهبود ایمنی راه‌ها می‌شود. هم اکنون با توجه به اینکه توانایی *ITS* برای ایجاد تحول در وضعیت حمل‌ونقل به اثبات رسیده است، اکثر کشورهای پیشرفته، توسعه *ITS* را در رأس برنامه‌های حمل‌ونقل خود قرار داده‌اند.

به طور خلاصه، انتظار می‌رود تکنولوژی *ITS* تاثیرات قابل توجهی بر حمل‌ونقل داشته باشد. زمان، برآورده شدن این انتظارات را معلوم خواهد کرد. اما اگر تصمیماتی جدی در خصوص گسترش *ITS* گرفته شود و کادری قوی از متخصصین در بخش‌های دولتی و خصوصی روی این موضوع فعالیت نمایند می‌توان به برآورده شدن این انتظارات امیدوار بود [۱].

از آنجایی که سیستم‌های ترافیکی اغلب شامل محدوده‌های فیزیکی وسیع، متغیرهای فراوان و تعداد شرکت کنندگان فعال بسیار زیاد هستند، تحلیل، کنترل و بهینه‌سازی آنها در واقعیت امری پیچیده و تا حدی غیر ممکن به نظر می‌رسد. از این رو جهت بررسی و ارزیابی عملکرد این سیستم‌ها قبل از اجرا در

سطح وسیع، ابتدا عملکرد آنها توسط مدل‌های شبیه‌ساز مناسب شبیه‌سازی شده و سپس نتایج مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرد.

در ادامه این بخش ابتدا به معرفی تعدادی از مهمترین سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند که به طور وسیع در کشورهای مختلف دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرند پرداخته شده است و سپس تعدادی از مدل‌های شبیه‌ساز ترافیکی که در مدلسازی شبکه‌های خودرویی مورد استفاده قرار می‌گیرند و در آخر تعدادی از تحقیقات انجام شده در زمینه *VANETS*، آورده شده است.

## ۲-۲- تعدادی از مهمترین سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند

سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند در واقع سیستم‌هایی هستند که با استفاده از ابزارهای خودکار و برنامه‌ریزی‌های انجام شده بر روی آنها، برخی از عملیات کنترلی (کنترل تردد جریان، مقررات ترافیکی یا عوارضی و ...) و یا اطلاعاتی (آمارگیری، اطلاع‌رسانی به رانندگان، برداشت اطلاعات و ...) را در زمینه حمل‌ونقل ترافیک انجام می‌دهند. این سیستم‌ها با بکارگیری فن‌آوری‌های نوین، از قبیل: الکترونیک، ارتباطات و سیستم‌های کنترل، باعث بهبود سطح ایمنی، کارایی و ارزانی در حمل‌ونقل اعم از جاده‌ای، ریلی، هوایی یا دریایی می‌شوند. تعدادی از سیستم‌هایی که به طور وسیع هم‌اکنون در جهان مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از [۴]:

- سامانه‌های مربوط به کنترل پیشرفته وسایل نقلیه؛
- سیستم‌های مکان‌یابی خودکار وسیله نقلیه (*AVLS*)؛
- پرداخت‌های الکترونیکی؛
- خدمات قابل ارائه به وسایل نقلیه تجاری؛
- سیستم‌های پیشرفته دستیار راننده؛
- سیستم بزرگراهی اتوماتیک (*AHS*)؛
- سیستم‌های الکترونیکی اخذ عوارض (*ETC*)؛
- روش کنترل (یا سنجش) رمپ (*Ramp Metering*)؛