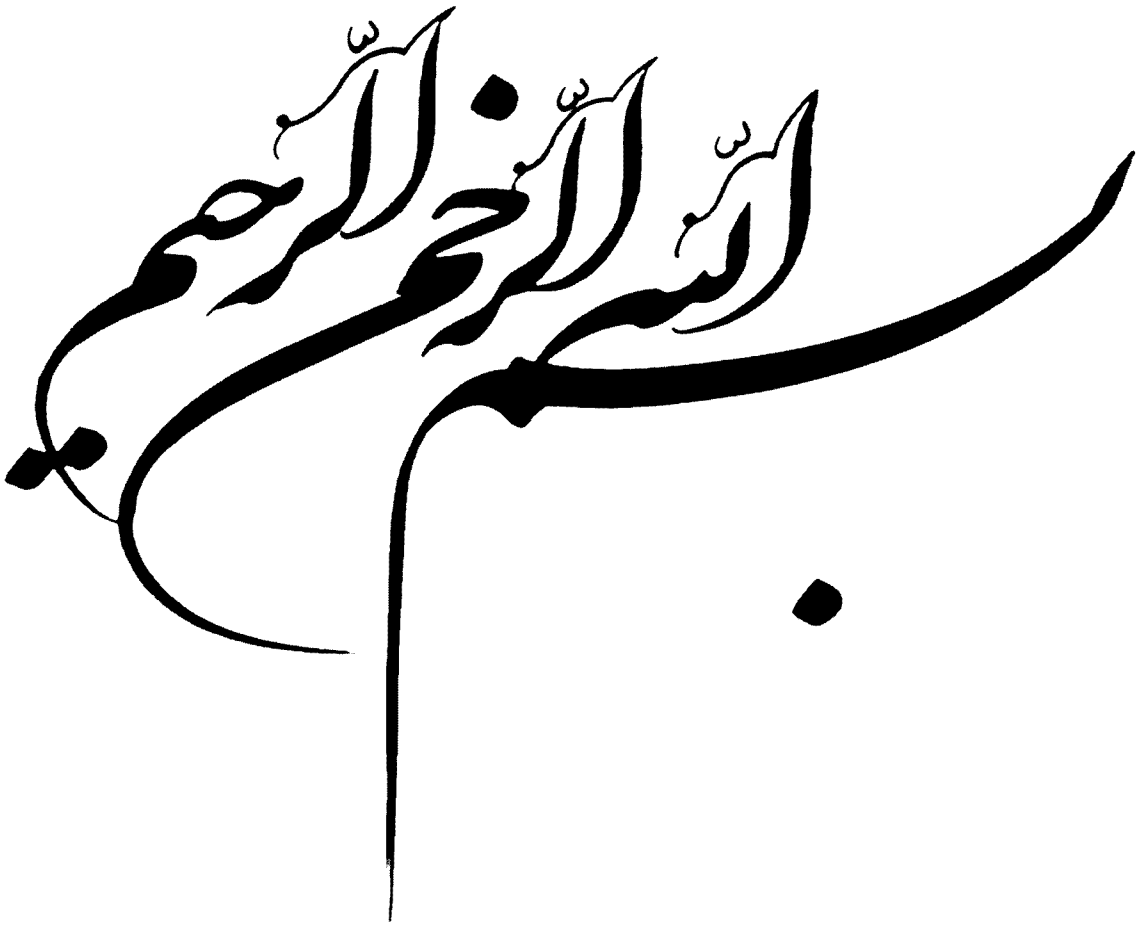
بسم الله الرحمن الرحيم

بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

آقای سید محمد قادر زرین کیا پایان نامه ٦ واحدی خود را **با عنوان مدلهای رفتاری تغییر خط رانندگان در آزاد راهها** در تاریخ ۱۳۸۹/۸/۱۵ ارائه کردند.

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

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر محمود صفارزاده	استاد	
استاد مشاور	دکتر امیر رضا ممدوحی	استادیار	
استاد ناظر	دکتر امیر کاووسی	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر محمدرضا سلیمانی کرمانی	استادیار	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر ابوالفضل حسنی	دانشیار	

آیین نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه،دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ ~~رساله~~ دکتری نگارنده در رشته عمران-راه و ترابری است که در سال ۱۳۸۹ در دانشکده عمران - محیط زیست دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار ~~خانم~~/جناب آقای دکتر محمود صفارزاده ، مشاوره سرکار ~~خانم~~/جناب آقای دکتر امیررضا معروحی و مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت‌چاپ) را به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر درمعرض فروش قرار دهد.

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

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

ماده ۶: اینجانب سید محمد کاظم زرین لبا دانشجوی رشته عمران-راه و ترابری مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق وضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: سید محمد کاظم زرین لبا

تاریخ و امضا: ۱۳۹۰/۲/۳

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

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

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

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ٤- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ٥- این آیین‌نامه در ٥ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/٤/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/٤/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

«اینجانب سید محمد [illegible] دانشجوی رشته عمران - راه و ترابری ورودی سال تحصیلی ۱۳۸۶ مقطع کارشناسی ارشد دانشکده عمران متعهد می شوم کلیه نکات مندرج در آئین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته های علمی مستخرج از پایان نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم»

امضا: .....

تاریخ: ۱۳۹۰/۲/۳

دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده عمران و محیط زیست

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته عمران گرایش راه و ترابری

مدل‌های رفتاری تغییر خط رانندگان در آزادراه‌ها

نگارنده:

سید محمد قادر زرین‌کیا

استاد راهنما:

دکتر محمود صفارزاده

استاد مشاور:

دکتر امیررضا ممدوحی

پاییز ۱۳۸۹

تقدیم

به پدر عزیز و مهربانم

و

مادر دلسوز و فداکارم

تشکر و قدردانی

خدای قادر را سپاسگزارم که توانایی و انگیزه رسیدن به این لحظه از زندگی را در من بوجود آورد و مرا در تمام لحظات زندگی هدایت کرد. از پدر زحمت‌کش و مادر مهربانم و همچنین برادران عزیزم که تا این لحظه در کنارم و مشوق من بودند و تمامی معلمان و اساتید عزیزم که مشق زندگی را به من آموختند کمال تشکر را دارم. از زحمات تمام کسانی که اینجانب را در نگارش این پایان‌نامه یاری کردند، به‌خصوص اساتید عزیز، جناب آقای دکتر صفارزاده و دکتر ممدوحی، که زحمت راهنمایی و مشاوره اینجانب را برعهده داشتند، متشکر و سپاسگزارم. از تمامی دوستانی که اینجانب را یاری کردند، آقایان مهندس سید محسن میران، مهندس صابر علوی، مهندس محمد دیندار و سایر عزیزان سپاسگزارم.

چکیده

مدل‌های رفتاری رانندگان، یکی از اجزاء اصلی ابزارهای شبیه‌سازی خرد ترافیکی است. مکانیسم اغلب نرم-افزارهای شبیه‌سازی‌خرد براساس اثر متقابل متغیرهای مستقل راننده–خودرو است. این متغیرها در سطوح مختلف برخورد می‌کنند: ۱) با تعقیب خودروی دیگر (مدل‌های تعقیب خودرو)[۱]، ۲)زمان دستیابی به یک مقصد یا بهبود موقعیت مطلوب (مدل تغییر خط)[۲]، و ۳) زمان یک تغییر خط یا برخورد با حرکات تداخلی (مدل پذیرش گپ)[۳].

در این پژوهش، با استفاده از رگرسیون خطی، مدل‌هایی بر تغییرات سرعت، جابجایی طولی و عرضی و ایمنی خودرو هدف، در تغییر خط‌های اختیاری راست به چپ برازش شده است.

براساس نتایج، خودرو برای تغییر خط و در زمان آنالیز گپ‌های مجاور، رفتار ملایم افزایش سرعت با شتاب افزاینده‌ای در حدود$۰/۲۵m/s^۲$ از خود نشان می‌دهد. خودرو هدف، ۳ ثانیه زمان نیاز دارد تا جابجایی عرضی را انجام داده و به محدوده بین دو خط برسد. در ۲ ثانیه آخر و اندکی پس از شروع جابجایی عرضی، خودرو سرعت خود را با شدت $۰/۳۳m/s^۲$ افزایش داده، اما در ۰/۵ ثانیه پایانی، سرعت خود را با شتاب کاهنده $۰/۰۴m/s^۲$کاهش می‌دهد. خودرو هدف، در تمام این مدت، با توجه به سرعت خود و خودرو جلویی، محدوده ایمن را رعایت می‌کند.

کلید واژه: تغییر خط اختیاری، مدل پذیرش گپ، شبیه‌ساز خرد ترافیک، رگرسیون.

---

[۱] Car-following

[۲] Lane-changing

[۳] Gap acceptance

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: کلیات

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- تعریف مسأله ۲

۱-۳- هدف تحقیق ۴

۱-۴- فرضیه‌ها و محدودیتها ۴

۱-۵- مکان پژوهش ۵

۱-۶- ضرورت انجام تحقیق ۵

۱-۷- ساختار تحقیق ۶

فصل دوم: مروری بر ادبیات

۲-۱- مقدمه ۸

۲-۲- مدل‌های تغییر خط ۸

۲-۳- مدل‌های پذیرش گپ ۱۶

۲-۴- زمان‌تابرخورد ۳۷

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۲-۴-۱- مقدار بحرانی TTC ۳۸

۲-۴-۲- استفاده از TTC در سیستم‌های کنترل خودکاروسیله‌نقلیه ۳۹

۲-۴-۳- شاخص‌های نوین ایمنی، TET و TIT ۴۳

۲-۴-۳-۱- شاخص TET ۴۳

۲-۴-۳-۲- شاخص TIT ۴۴

۲-۵- روان کردن داده‌ها ۴۶

۲-۶- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ۵۸

فصل سوم: روش تحقیق

۳-۱- مقدمه ۶۰

۳-۲- منطقه مورد مطالعه ۶۳

۳-۳- داده‌ها ۶۶

۳-۳-۱- جریان و سرعت ۶۹

۳-۳-۲- توزیع انواع خودروها ۷۶

۳-۴- تغییر خط ۷۷

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۳-۵- ایمنی در تغییر خط ۸۵

۳-۶- پالایش داده‌ها ۸۷

۳-۷- نتیجه‌گیری ۱۰۲

فصل چهارم: نتایج

۴-۱- مقدمه ۱۰۳

۴-۲- رفتار سرعت رانندگان قبل از تغییر خط ۱۰۴

۴-۲-۱- مقدمه ۱۰۴

۴-۲-۲- بررسی و تحلیل مدل‌ها ۱۰۴

۴-۳- ایمنی ۱۲۳

۴-۳-۱- مقدمه ۱۲۳

۴-۳-۲- بررسی و تحلیل مدل‌ها ۱۲۳

۴-۴- خلاصه ۱۲۶

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل پنجم: جمع‌بندی

۵-۱- خلاصه ... ۱۲۶

۵-۲- نتیجه‌گیری ... ۱۲۸

۵-۳- پیشنهادات ... ۱۳۱

مراجع ... ۱۳۲

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول۲-۱: متغیرهای مستقل مرتبط با تغییر خط اجباری ۲۳

جدول ۲-۲: ضرایب همبستگی متغیرهای مستقل مرتبط با تغییر خط اجباری ۲۴

جدول ۲-۳: متغیرهای مستقل و ضرایب همبستگی مرتبط با تغییر خط اختیاری ۲۶

جدول ۲-۴: مشخصات و محل مناطق تداخلی در آزادراه‌ها ۲۸

جدول ۲-۵: مروری بر روشهای زدودن خطا در داده‌ها ۵۳

جدول ۳-۱: داده‌های اولیه استخراج شده از تصاویر ویدئویی ۶۶

جدول ۳-۲: داده‌های موجود در ماتریس EfficientI۸۰data ۶۸

جدول ۳-۳: خلاصه چگالی جریان و سرعت با زمان در بازه‌های زمانی ۷۲

جدول ۳-۴: پارامترهای سرعت متوسط مکانی و زمانی با توجه به شماره خط ۷۳

جدول ۳-۵: توزیع انواع خودرو در بازه زمانی۴:۰۰ تا ۴:۱۵ ..... ۷۶

جدول ۳-۶: مشخصات استخراجی از خودروهای تغییر خط دهنده و خودروهای مرتبط ۸۱

جدول ۳-۷: مشخصات خودروها در ماتریس تغییر خط مربوط به هر تغییر خط ۸۴

جدول ۳-۸: تحلیل آماری اختلاف سرعت TTCهای بیرون از محدوده ۱۰۰۰ و ۱۰۰۰- ثانیه ۸۷

جدول ۳-۹: تحلیل آماری اختلاف سرعت TTCهای بین ۱۰۰۰،۲۰۰ و ۲۰۰-،۱۰۰۰- ۸۹

جدول ۳-۱۰: تحلیل آماری اختلاف سرعت TTCهای بین ۱۰۰،۲۰۰ و ۲۰۰-،۱۰۰- ۹۱

جدول ۳-۱۱: مشخصات خودروهای با اختلاف سرعت خارج از محدوده ۱و ۱- ۹۱

جدول ۳-۱۲: خلاصه‌ای از حذفیات داده‌ها و محدوده و مقدار آنها ۱۰۱

جدول ۴-۱: مشخصات مدل برازش شده بر تغییرات سرعت در بازه زمانی ۷-۶ ثانیه قبل از تغییر خط ۱۰۶

جدول ۴-۲: مشخصات مدل برازش‌شده بر تغییرات فاصله آزاد در بازه زمانی ۶-۷ ثانیه قبل از تغییرخط ۱۰۶

جدول ۴-۳: مشخصات مدل برازش شده بر تغییرات سرعت در بازه زمانی ۶-۲ ثانیه قبل از تغییر خط ۱۰۹

جدول ۴-۴: مشخصات مدل برازش شده بر تغییرات فاصله آزاد در بازه زمانی ۶-۲ ثانیه قبل از تغییر خط ۱۱۰

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۴-۵: نتایج مدل‌های برازش شده بر جابجایی عرضی خودرو. ۱۱۳

جدول ۴-۶: نتایج مدل برازش شده بر جابجایی عرضی خودرو در بازه زمانی ۳-۰ ثانیه. ۱۱۶

جدول ۴-۷: مقادیر جابجایی عرضی خودرو در فاصله زمانی ۳-۰ ثانیه ۱۱۷

جدول ۴-۸: نتایج مدل برازش‌شده بر تغیرات سرعت در بازه زمانی ۲-۰/۵ ثانیه قبل از تغییر خط. ۱۱۸

جدول ۴-۹:نتایج مدل برازش‌شده بر تغییرات فاصله آزاد در بازه زمانی ۲-۰/۵ ثانیه قبل از تغییر خط. ۱۱۹

جدول ۴-۱۰: نتایج مدل برازش‌شده بر تغییرات سرعت در بازه زمانی ۰/۵ ثانیه قبل از تغییرخط ۱۲۱

جدول ۴-۱۱: نتایج مدل برازش شده بر تغییرات فاصله آزاد در بازه زمانی ۰/۵ ثانیه قبل از تغییر خط. ۱۲۱

جدول ۴-۱۲: نتایج مدل برازش‌شده بر تغیرات TTC/۱در بازه زمانی ۰.۵-۷ ثانیه قبل از تغییر خط. ۱۲۵

جدول ۴-۱۳: نتایج مدل برازش شده بر تغییرات TTC/۱در بازه زمانی ۰/۵ثانیه قبل از تغییر خط ۱۲۶

جدول ۵-۱: مدل‌های افزایش سرعت خودرو هدف در بازه‌های زمانی گوناگون قبل از تغییر خط ۱۲۹

جدول ۵-۲: مدل‌های جابجایی عرضی خودرو هدف در بازه‌های زمانی گوناگون قبل از تغییر خط. ۱۳۰

جدول ۵-۳: مدل‌های تغییرات TTC/۱ در بازه‌های زمانی گوناگون قبل از تغییر خط ۱۳۱

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱: درخت تصمیم‌گیری تغییر خط Ahmed ۱۳

شکل ۲-۲: ساختار مدل جامع رفتار رانندگان پیشنهادی توسط Toledo ۱۴

شکل۲-۳: نمایش گپهای در دسترس در خطوط کناری ۱۷

شکل ۲-۴: رابطه بین رفتار تغییر خط و طول منطقه تداخلی. ۳۰

شکل ۲-۵: رابطه رفتار تغییر خط و تعداد خط ۳۱

شکل ۲-۶: رابطه بین رفتار تغییر خط و نرخ حجم ۳۲

شکل ۲-۷: رابطه بین رفتار تغییر خط و نرخ نهایی جریان. ۳۳

شکل ۲-۸: تغییرات فاصله نسبی نسبت به زمان در تغییر خط به سمت راست. ۳۵

شکل ۲-۹: تغییرات فاصله نسبی نسبت به زمان در تغییر خط به سمت چپ ۳۶

شکل ۲-۱۰: نمایش شماتیک TTC ۳۸

شکل ۲-۱۱: پارامترهای موثر در مدل تعقیب خودرو Pipes ۴۱

شکل ۲-۱۲: رابطه میان شاخص زمان تا تصادف و شتاب وسیله‌نقلیه ۴۳

شکل ۲-۱۳: نمونه پروفیل زمان تا تصادف برای وسیله نقلیه i در طول مدت زمان H ۴۵

شکل ۲-۱۴: توزیع سرعت و فاصله با زمان برای مناطق موج‌شوک. ۴۸

شکل ۲-۱۵: توزیع سرعت و فاصله با زمان بصورت روان شده ۴۹

شکل ۲-۱۶: نمودارهای استخراج شده و واقعی (روان شده) موقعیت خودرو ۵۱

شکل ۲-۱۷: تفاوت در نمودار سرعت مشاهده شده و واقعی ۵۲

شکل ۲-۱۸: مشکلات داده‌ها اصلی روان نشده ۵۵

شکل ۲-۱۹: اثر روان کردن بر داده‌های سرعت، شتاب و موقعیت ۵۷

شکل ۳-۱: مراحل انجام تحقیق ۶۲

شکل ۳-۲: نمایی از منطقه مورد مطالعه بزرگراه I-۸۰ ..... ۶۵

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۳-۳: سرفاصله مکانی بین دو خودرو متوالی ۶۷

شکل ۳-۴: Clearance یا فاصله آزاد بین دو خودرو متوالی ۶۹

شکل ۳-۵: تغییرات جریان با زمان ۷۱

شکل ۳-۶: تغییرات SMS و TMS با زمان ۷۲

شکل ۳-۷: تغییرات جریان با خط ۷۴

شکل ۳-۸: تغییرات SMS و TMS با شماره خط ۷۵

شکل ۳-۹: محل خودرو جلویی و عقبی در خط هدف نسبت به خودرو هدف ۷۸

شکل ۳-۱۰: الگوی پیدا کردن خودرو Lag در ماتریس مربوطه ۸۰

شکل ۳-۱۱: تغییر فاصله ایمن بین دو خودرو بعلت تغییر خط ۸۶

شکل ۳-۱۲: نمودار فراوانی TTCهای بین ۱۰۰۰ و ۱۰۰۰- ۸۸

شکل ۳-۱۳: نمودار فراوانی TTCهای بین ۲۰۰ و ۲۰۰- ۹۰

شکل ۳-۱۴: نمودار فراوانی TTCهای بین ۱۰۰ و ۱۰۰- ۹۳

شکل ۳-۱۵: نمودار فراوانی TTCهای بین ۵۰۰ و ۵۰- ۹۵

شکل ۳-۱۶: نمودار فراوانی ۱/TTC برای TTCهای بین ۵۰ و ۵۰- ۹۷

شکل ۳-۱۷: نمودار فراوانی ۱/TTC بین ۲۰ و ۵۰- ۹۸

شکل ۳-۱۸: نمودار فراوانی ۱/TTC بین ۶ و ۶- ۹۹

شکل ۳-۱۹: نمودار فراوانی ۱/TTC بین ۱.۵ و ۱.۵- ۱۰۰

شکل ۴-۱: مدل تغییرات سرعت در بازه زمانی ۶-۷ ثانیه قبل از تغییرخط ۱۰۵

شکل ۴-۲: مدل تغییرات فاصله آزاد در بازه زمانی ۶-۷ ثانیه قبل از تغییر خط ۱۰۷

شکل ۴-۳: مدل تغییرات سرعت در بازه زمانی ۶-۲ ثانیه قبل از تغییر خط ۱۰۸

شکل ۴-۴: مدل تغییرات فاصله آزاد در بازه زمانی ۶-۲ ثانیه قبل از تغییر خط ۱۰۹

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۴-۵: مدل جابجایی عرضی در بازه زمانی ۷-۵ ثانیه قبل از تغییر خط ۱۱۱

شکل ۴-۶: مدل جابجایی عرضی در بازه زمانی ۵-۴ ثانیه قبل از تغییر خط ۱۱۲

شکل ۴-۷: مدل جابجایی عرضی در بازه زمانی ۴-۳ ثانیه قبل از تغییر خط ۱۱۳

شکل ۴-۸: مدل جابجایی عرضی در بازه زمانی ۰-۳ ثانیه قبل از تغییر خط ۱۱۵

شکل ۴-۹: مدل تغییر سرعت در بازه زمانی ۲-۰/۵ ثانیه قبل از تغییر خط ۱۱۷

شکل ۴-۱۰: مدل تغییر فاصله آزاد در بازه زمانی ۲-۰/۵ ثانیه قبل از تغییر خط ۱۱۸

شکل ۴-۱۱: مدل تغییر سرعت در بازه زمانی ۰/۵ ثانیه قبل از تغییر خط ۱۲۰

شکل ۴-۱۲: مدل تغییر فاصله آزاد در بازه زمانی ۰/۵ ثانیه قبل از تغییر خط ۱۲۲

شکل ۴-۱۳: مدل تغییر TTC/۱در بازه زمانی ۷-۰/۵ ثانیه قبل از تغییر خط ۱۲۴

شکل ۴-۱۴: مدل تغییر TTC/۱در بازه زمانی ۰/۵ ثانیه قبل از تغییر خط ۱۲۵

فصل اول

کلیات

۱-۱ مقدمه

تمایل به مدل‌کردن رفتار رانندگان، در سال‌های اخیر بدلیل نیاز به درک بهتری از فرآیند ترافیک، رشد قابل توجهی داشته است، و دیدی بهتر را برای طراحی روش‌های جدید کنترل ترافیک، جهت افزایش بازدهی و ایمنی می‌دهد (Toledo, Zohar, ۲۰۰۷).

مدل‌های شبیه‌سازی ترافیکی بر اساس سطح جزئیاتشان، می‌توانند به سه کلاس مدل‌های ماکروسکوپیک، میکروسکوپیک و مزوسکوپیک طبقه‌بندی شوند (HCM ۲۰۰۰). در این سال‌ها، سیستم‌های شبیه‌سازی خرد ترافیک، بطور فزاینده‌ای در آنالیز کاربردی ترافیک مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Hidas, ۲۰۰۲). مدل-های شبیه‌سازی میکروسکوپیک، که در این تحقیق، بیشتر به آن اشاره شده و موضوع این تحقیق است، رفتار تک‌تک خودروها در یک سیستم ترافیک را با استفاده از زیرمدل‌های تعقیب خودرو، تغییر خط، پذیرش گپ و انتخاب مسیر[۱] شبیه‌سازی می‌کند. زیرمدل‌های تغییر خط به راننده کمک می‌کنند تا جهت حرکت از یک خط عبور به بقیه خطوط عبور بر اساس شرایط ترافیکی حاکم و اهداف خود تصمیم‌گیری نماید. در مدل‌های تغییر خط، جابه‌جایی عرضی وسایل نقلیه بین باندهای حرکتی مورد توجه است (Toledo, ۲۰۰۳).

مکانیسم اغلب نرم‌افزارهای شبیه‌سازی‌خرد براساس اثر متقابل متغیرهای مستقل راننده-خودرو می‌باشد. این متغیرها در سه سطح ارائه می‌شوند: ۱) با تعقیب خودروی دیگر (مدل‌های تعقیب خودرو[۲])، ۲)زمان دستیابی به یک مقصد یا بهبود موقعیت مطلوب (مدل تغییر خط[۳]) ۳) زمان یک تغییر خط یا برخورد با حرکات تداخلی (مدل پذیرش گپ[۴]) (Zhang, Kovvali, ۲۰۰۷).

---

[۱] Route-choice

[۲] Car-following

[۳] Lane-changing

[۴] Gap acceptance

مدل‌های رفتاری رانندگان از جمله رفتار تغییر خط، می‌تواند در ارزیابی استراتژی‌های مدیریت ترافیک کمک شایانی کند. تغییر خط یکی از اهداف کوتاه‌مدت رانندگان است که بر پایه خط هدف (مقصد)[1] اتخاذ می‌شود. رانندگانی که قصد تغییر خط دارند، اما نمی‌توانند بسرعت اینکار را انجام دهند، یک برنامه‌ریزی کوتاه مدت را برای اینکار بر اساس تشخیص گپ‌های مختلف در ترافیک خط هدف انجام می‌دهند. رانندگان حتی رفتار افزایش سرعت خود را به‌منظور تسهیل در تغییر خط، برنامه‌ریزی می‌کنند(Toledo, ۲۰۰۳).

۱-۲ تعریف مسأله

در دو دهه اخیر، تراکم ترافیکی تبدیل به یکی از بحرانی‌ترین مسائل برای محققان و برنامه‌ریزان حمل‌و-نقل شده‌است. بعلاوه، نرخ رشد تراکم ترافیکی در نقاط مختلف جهان، مخاطره انگیز بوده است. این مسئله، می‌تواند در زمینه‌های متفاوتی بر زندگی مردم تأثیر سویی داشته باشد. برآورد شده است که تنها در ایالات متحده، برای نگه‌داشتن تراکم در وضعیت فعلی آن و مطابقت‌دادن با رشد تقاضای سفر مردم، نیاز است بالغ بر ۵۰۰۰ خط مایل در سال به آزادراه‌ها و راه‌های شریانی افزوده شود، که بطور کل این عمل بدلایل مشکلات زیادی از جمله کاربری اراضی اطراف، غیر ممکن بنظر می‌رسد(Ramanijam, ۲۰۰۷).

تراکم ترافیکی داخل شهری و اطراف مناطق شهری و بین‌شهری در جهان، یکی از مشکلات عمده بشر است. تراکم، اثرات مضری بر حمل و نقل، ایمنی و کیفیت هوا می‌گذارد. این عوامل، بطور مستقیم به‌دلیل تأخیر و تصادف، و بطور غیر مستقیم از طریق تأثیر بر آب و هوا و محیط، باعث خسارات اقتصادی می‌شود.

تحقیقات سال ۲۰۰۱ سازمان فدرال بزرگراه‌های آمریکا (FHWA[2]) نشان می‌دهد که ۳۲٪ سفرهای روزانه در مناطق اصلی شهری آمریکا، در سال ۱۹۹۷ تحت شرایط تراکم ترافیکی انجام شده است. هزینه

[1] Target Lane!

[2] Federal Highway Administration!