بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه علم و صنعت ایران
دانشکده مهندسی عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد

اندازه گیری تا خیربه کمک نظریه صف و شبیه سازی توسط نرم افزار "Corsim" درمقاطعی از آزادراه که دچار تغییردر سطح سرویسدهی میگردند

استاد راهنما:
دکتر علی منصور خاکی

دانشجو:
پدرام زهره وند
۸۳۶۸۶۰۵۴

تقدیم به

شور هستیم، مادر و پدرم

و ترنم زندگیم، پانته آ و علیرضا

تشکر و قدردانی

پیشبرد اهداف این پروژه بدون مساعدت‌ها و رهنمون‌های استاد عزیزم جناب آقای دکترمنصور خاکی امکان‌پذیر نبود، بدین وسیله از زحمات ایشان صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم. همچنین از پروفسور Troutbeck استاد محترم دانشگاه Queensland استرالیا به سبب راهنمایی‌ها و نکات ارزنده‌شان که در طول انجام پروژه راهگشای برخی از مشکلات پیش رو بوده است تشکر می‌نمایم. از مادر و خواهر عزیزم، پانته آ، به دلیل حمایت‌هایشان در طول انجام پروژه و فراهم آوردن بستری مناسب برای انجام این پژوهش صمیمانه قدردانی می نمایم. در خاتمه از حمایت‌های بی دریغ و پشتیبانی‌های سرکار خانم نسیم سعادتی، جناب آقای مهندس شاهین امینی، مهندس مجید بیدقی، مهندس محمود اسدی و مهندس بابک عناصری صمیمانه سپاسگذاری می‌نمایم.

نـــام و نـــام خـــانـوادگی: *پدرام زهره وند*
رشتـه کارشنـاسی و دانشگـــاه: *مهندسی عمران ـ صنعتی اصفهان*
رشته و گرایش کارشناسی ارشد: *مهندسی عمران – راه و ترابری*
تـــاریخ دفـاع از پـایـان نامـه : *۱۳۸۱/۱۱/۱۴*
میـانگین کل کارشنـاسی ارشـد: *۱۷/۱۰*
استـــاد راهنمـای پـایـان نامـه: *دکتر علی منصور خاکی*

مـوضـــوع پـــایـــان نـامـــه: *اندازه گیری تا خیر به کمک نظریه صف و شبیه سازی توسط نرم افزار "Corsim" درمقاطعی از آزادراه که دچار تغییردر سطح سرویسدهی میگردند.*

چکیـده پـایـان نـامـه: آزادراهها تسهیلات ترافیکی می باشند که امکان ایجاد جریان کاملاً پیوسته و غیر منقطع را تامین می کنند. آزادراهها از سه قسمت زیر تشکیل می شوند: قطعات اساسی آزادراه، قطعات همگذری و قطعات اتصال رمپها با آزادراه. از آنجایی که همواره بخش وسیعی از جریانهای ترافیکی در حال عبور از آزادراهها می باشند، تاخیرهای ایجاد شده در این نوع تسهیلات بعضاً باعث هدر رفتن وقت و هزینه بسیاری می گردد. اولین و موثرترین راهکار در کاهش این تاخیرات ارائه روشی مناسب برای محاسبه و تخمین آنها میباشد، از اینرو در این رساله سعی گردیده است که راه حلی برای محاسبه میزان تاخیر حادث شده برای وسایل نقلیه عبوری از تسهیلات آزادراه در زمان برخورد با مقاطع کاهش ظرفیت (در قطعات اساسی آزادراهها)، تقاطعات رمپهای ورودی با آزادراهها، ونهایتاً در زمان برخورد با مناطق همگذری ارائه گردد.لازم به ذکر است که در تمام حالات عنوان گردیده فرض بر اینست که جریان در تمام مقاطع آزادراه کمتر از ظرفیت میباشد. بررسیهای صورت گرفته در این رساله در قالب سه قطعه متفاوت از آزادراه و با توجه به ویژگیهای هندسی و ترافیکی مربوط به هر قطعه متمرکز گردیده است. در هر یک از این قطعات مورد بررسی با توجه به این واقعیت که جریان ترافیکی دارای ماهیت کاملاً تصادفی و اتفاقی می باشد، مخصوصاً زمانی که سرعت متوسط جریان نزدیک به سرعت جریان آزاد می باشد و توقف کامل در حین حرکت وسایل نقلیه رخ نمیدهد، روش و راهکار مورد استفاده باید بر اساس فرآیندهای تصادفی استوار باشد. لذا برای ارائه روابطی با این خصوصیات، جریان ترافیکی در هر نمونه را با یک سیستم صف اتفاقی مدل نموده ایم و به کمک این مدلسازی روابطی را برای بدست آوردن میزان متوسط تاخیر بدست اوردهایم. سپس برای بررسی دقت نتایج بدست آمده از این روابط، هر یک از نمونه ها را به کمک نرم افزار شبیه ساز CorSim مورد شبیه سازی قرار دادیم و با بررسی حالتهای مختلف ممکن در هر یک از نمونه های مورد بررسی نتایج حاصل از روابط تئوری صف را با نتایج بدست آمده از مدلهای ترافیکی شبیه سازی شده مقایسه نمودیم که نتایج این بررسیها نشان می دهد که تاخیرهای حاصل از معادلات بدست آمده از تئوری صف در قطعاتی از آزادراه که دچار کاهش ظرفیت می شوند و در تقاطعات رمپهای ورودی با آزادراهها مشابه تاخیرهای بدست آمده از شبیه سازی این مدلها می باشد. در مقاطع همگذری نتایج بدست آمده از تئوری صف تاخیری متفاوت با نتایج حاصل از شبیه سازی را نشان می دهند که دلایل ای تفاوت در بخش مربوطه مورد بررسی قرار گرفته است.

فهرست مطالب

فصل اول- تعریف مسأله ۱

۱-۱- تعریف کلی مساله ۲

۱-۲- نیاز به مطالعه در مورد مسأله ۲

۱-۳- اثرات مهم مطالعه بر مساله از نظر بهبود آن ٤

۱-۴- اهداف و فرضیات ٦

۱-۵- دامنه اثر مساله در جامعه علمی و اجتماع ۷

۱-٦- محدودیتها و چهارچوبها ۸

فصل دوم- کاوش در متون ۹

۲-۱-کاوش در متون ۱۰

۲-۱-۱-تقسیم بندی مدلهای شبیه سازی ۲۳

۲-۱-۲- نرم افزار شبیه ساز CORSIM ۲٤

فصل سوم- روش تحقیق ۲۷

۳-۱- مقدمه ۲۸

۳-۲ - خصوصیات هندسی و ترافیکی قطعات مختلف یک آزاد راه ۲۹

۳-۲-۱- مقاطع اساسی آزادراه ۳۱

۳-۲-۱-۱- مشخصات جریان ۳۳

۳-۲-۱-۱-۱ روابط سرعت- جریان و چگالی – جریان ۳۵

۳-۲-۱-۱-۲ تخلیه صف وفوق اشباع ٤۰

۳-۲-۱-۲- سرعت جریان آزاد و عوامل موثر برآن ٤۱

۳-۲-۱-۳- معادل های سواری ٤۳

۳-۲-۱-٤- گروه رانندگان ٤٤

۳-۲-۱-۵ سطح سرویس ٤٤

۳-۲-۱-٦- داده های ورودی لازم و مقادیر تخمین زده شده ٤٦

۳-۲-۲ مناطق همگذری ۵۰

۳-۲-۲-۱ شکل بندی مناطق همگذری ۵۲

۳-۲-۲-۱-۱ شکل بندی نوع A مناطق همگذری ۵۲

۳-۲-۲-۱-۲- شکل بندی نوع B مناطق همگذری ۵٤

۳-۲-۲-۱-۳ شکل بندی نوع C مناطق همگذری ۵۷

۳-۲-۲-۱-٤ اثر شکل بندی مناطق همگذری ۵۸
۳-۲-۲-۲ طول منطقه همگذری ۵۹
۳-۲-۲-۳ عرض منطقه همگذری ٦۰
۳-۲-۲-٤ نوع عملکرد ٦۱
۳-۲-۳- رمپ ها و اتصال رمپ ها ۷۰
۳-۲-۳-۱- مشخصات عملکردی ۷۱
۳-۲-۳-۲- پارامترهای مهم ۷۳
۳-۲-۳-۳- ظرفیت نواحی همگرایی و واگرایی ۷٤
۳-۲-۳-٤ سطح سرویس ۷٦
۳-۲-۳-۵ داده های ورودی موردنیاز و مقادیر تخمین زده شده ۷۷
۳-۲-۳-٦ تخمین ظرفیت رمپ ۸۰
۳-۲-۳-۷ تخمین جریان ورودی به خطوط عبوری ۱و۲ (V_{12}) در تقاطع آزادراه با رمپ ورودی ۸۱
۳-۲-۳-۸ ظرفیت منطقه همگرایی تحت تاثیر و ظرفیت آزادراه در پایین دست منطقه همگرایی ... ۸٤
۳-۳- نظریه صف و کاربرد آن در جریانهای ترافیکی به همراه تئوری فرآیندهای اتفاقی و توابع توزیع احتمالی که بیان کننده رفتار وسایل نقلیه باشند ۸۵
۳-۳-۱ توزیع نمایی ۸۵
۳-۳-۱-۱ محاسبه میانگین و واریانس توزیع نمایی ۸٦
۳-۳-۱-۲ خواص توزیع نمایی ۸۷
۳-۳-۲ فرآیند پواسون ۹۱
۳-۳-۲-۱ رابطه بین فرایند پواسون و توزیع نمایی ۹۳
۳-۳-۳ تابع توزیع ارلانگی ۹۳
۳-۳-۴ اجزای سیتم صف ۹٤
۳-۳-۵ معیارهای ارزیابی عملکرد یک سیستم صف ۹۵
۳-۳-٦ ورودی های سیستم ۹٦
۳-۳-۷ نحوه نمایش یک سیستم صف ۱۰۰
۳-۳-۸ دوره گذرا و دوره پایدار سیستم ۱۰۱
۳-۳-۹ رابطه بین معیارهای ارزیابی یک سیستم صف ۱۰۲
۳-۳-۱۰ دوره بیکاری و دوره فعال یک سیستم صف ۱۰۳
۳-۳-۱۱ ضریب بهره وری ۱۰٤
۳-۳-۱۲ سیستم های صف قطعی ۱۰۵
۳-۳-۱۳ سیستم صف پواسون با یک کانال خدمت ۱۰۷

۳-۳-۱۴ معادلات حاکم بر صف تک سرویس دهنده با توزیع ورود پواسون و توزیع زمان سرویس دهی نمایی و ظرفیت نامحدود ودارای نظام ورود زودتر،خروج زودتر ۱۰۸
۳-۳-۱۵ معادلات حاکم بر صف با توزیع ورودی پواسون، یک کانال سرویس دهی، زمان سرویس دهی نمایی و ماکزیمم طول صف. ۱۱۰
۳-۳-۱۶ معادلات حاکم بر صف با توزیع ورودی پواسون، چند کانال سرویس،ظرفیت نامحدود و توزیع زمان سرویس نمایی ۱۱۰
۳-۴ نرم افزار شبیه ساز Corsim و ویژگیهای کاربرد آن ۱۱۲
۳-۴-۱ مدل شبیه سازی CORSIM ۱۱۳
۳-۴-۲ قابلیت ها و محدودیت های CORSIM ۱۱۶
۳-۴-۳ اساس کار با TRAFED ۱۱۸
۳-۴-۴-تعیین مبدا- مقصد برای FRESIM ۱۲۱
۳-۴-۵ پیکر بندی و اجرای CORSIM ۱۲۳
۳-۴-۵-۲ خروجی CORSIM ۱۲۴
۳-۴-۵-۲-۱ معیارهای کارآیی NETSIM ۱۲۵
۳-۴-۵-۲-۲ معیارهای کارایی اشخاص ۱۲۸
۳-۴-۵-۲-۳ معیارهای کارایی FRESIM ۱۲۸
۳-۴-۶ TRAFVU ۱۳۰
فصل چهارم- تفکیک و معرفی قطعات مورد بررسی در آزادراهها ۱۳۲
۴-۱ مقدمه ۱۳۳
۴-۲ کاهش ظرفیت ۱۳۳
۴-۲-۱ بکار گیری نظریه صف ۱۳۴
۴-۲-۲ شبیه سازی در برنامه Corsim ۱۳۶
۴-۳ تقاطعات رمپهای ورودی و آزاد راه ها ۱۳۷
۴-۳-۱ بکار گیری نظریه صف ۱۴۰
۴-۳-۲ شبیه سازی در برنامه Corsim ۱۴۳
۴-۴ مقاطع همگذری در آزاد راه ها (Weaving Segments) ۱۴۴
۴-۴-۱ بکار گیری نظریه صف ۱۴۶
۴-۴-۲ شبیه سازی در برنامه Corsim ۱۴۸
فصل پنجم- بررسی و تحلیل نتایج ۱۴۹
۵-۱ مقدمه ۱۵۰
۵-۲ بررسی تاخیر حاصل از مقاطع کاهش ظرفیت در آزادراهها ۱۵۰

۵-۲-۱ نمونه اول ۱۵۰
۵-۲-۲ نمونه دوم ۱۵۶
۵-۲-۳ نمونه سوم ۱۵۹
۵-۲-۴ نمونه چهارم ۱۶۲
۵-۲-۵ تحلیل نتایج ۱۶۵
۵-۳- بررسی تاخیر بوجود آمده در اثر تقاطع رمپهای ورودی با آزاد راهها ۱۶۶
۵-۳-۱نمونه اول ۱۶۶
۵-۳-۲ نمونه دوم ۱۷۵
۵-۳-۳ نمونه سوم ۱۷۹
۵-۳-۴ نمونه چهارم ۱۸۳
۵-۳-۵ نمونه پنجم ۱۸۷
۵-۳-۶ نمونه ششم ۱۹۱
۵-۳-۷ نمونه هفتم ۱۹۵
۵-۳-۸ تحلیل نتایج ۱۹۹
۵-۴ بررسی تاخیر بوجود آمده در تقاطعهای همگذری آزادراهها ۲۰۳
۵-۴-۱ نمونه اول ۲۰۳
۵-۴-۲ نمونه دوم ۲۰۹
۵-۴-۳ نمونه سوم ۲۱۳
۵-۴-۴ نمونه چهارم ۲۱۶
۵-۴-۵ نمونه پنجم ۲۱۹
۵-۴-۶ نمونه ششم ۲۲۲
۵-۴-۷ نمونه هفتم ۲۲۵
۵-۴-۸ نمونه هشتم ۲۲۸
۵-۴-۹ نمونه نهم ۲۳۱
۵-۴-۱۰- تحلیل نتایج ۲۳۴
فصل ششم- نتایج و پیشنهادات ۲۳۷
۶-۱ مقدمه ۲۳۸
۶-۲ نتایج ۲۳۸
۶-۳ پیشنهادات ۲۴۱

فصل اول

تعریف مسأله

۱-۱- تعریف کلی مساله

برای توضیح این قسمت بهتر است مطلب را با یک مثال آغاز کنیم: اتومبیلی را در یک آزاد راه در نظر بگیرید که در حال حرکت می باشد. جریان در تمام قسمتهای این آزاد راه از ظرفیت آزاد راه کمتر می باشد به عبارت دیگر سطح سرویسدهی در تمام قسمتها بین A تا D تغییر می کند. این آزاد راه از قطعات مختلفی از جمله قطعاتی که دچار کاهش ظرفیت (به علل مختلف از قبیل کاهش در تعداد خطوط جریان[۱]، تعمیرات ویا وقوع حادثه[۲]) میشوند، قطعاتی که در آنها یک رمپ ورودی[۳] به آزاد راه برخورد کرده است و یا قطعات همگذری[۴] تشکیل یافته است. اتومبیل مذکور در عبور از هر قطعه به قطعه دیگر امکان دارد دچار تاخیر گردد. در این پروژه از دو روش برای بررسی این نوع تاخیر استفاده شده است که عبارتند از استفاده از نظریه صف[۵] و بدست آوردن معادلاتی کاربردی در محاسبه میزان تاخیر در آزاد راهها و روش دیگرکه شامل مدلسازی[۶] به کمک نرم افزار CORSIM میباشد. و در نهایت نتایج بدست آمده از هر دو روش با یکدیگر مقایسه گردیده است.

۱-۲- نیاز به مطالعه در مورد مسأله

با معرفی قوانین مدیریت سیستم حمل و نقل در سال ۱۹۷۵ تمایل خاصی در کلان شهرها برای کاهش میزان مصرف انرژی، کم کردن تراکم ترافیک، افزایش حرکت در نواحی پر تراکم وجود داشته است[۲۸]. تمام اصول طراحی هندسی راهها و مدیریت و برنامه ریزیهای ترافیکی در جهت بهینه کردن حمل و نقل وسایل نقلیه، کم کردن تصادفات و سوانح رانندگی می باشد. یکی از عوامل موثر در کیفیت عبور مرور، میزان تاخیری است که وسایل نقیله در طول سفر خود ملزم به تحمل آن می باشند بنابراین کاهش دادن تاخیر از عوامل موثر در بهبود سیستم حمل و نقل و بالا بردن کیفیت عبور و مرور در شبکه

---

[1] Lane Drop
[2] Incidents
[3] On Ramp
[4] Weaving Segments
[5] Queuing Theory
[6] Simulation

ترافیکی می باشد. لذا تشخیص عوامل بوجود آورنده تاخیر و راههای مناسب برای رفع آنها و یا کم کردن این عوامل از جمله مسائل مهم در طراحی، برنامه ریزی و مدیریت ترافیکی می باشد. واضحاً بررسی تاخیر بعنوان یک پارامتر اساسی ترافیکی وقتی موثر می باشد که بصورت کمی صورت بپذیرد در نتیجه تلاش برای تبدیل این پدیده ترافیکی به یک پارامتر کمی از اهمیت بسزایی برخوردار است.

در این پروژه تاخیرهای بوجود آمده در مقاطع مختلف آزادراه : قطعات اساسی، قطعات همگذری و تقاطع رمپهای ورودی و آزادراهها در حالتی که جریان ترافیکی در تمام مقاطع از میزان ظرفیت کمتر باشد مورد بررسی قرار گرفته است. در این حالت رفتار وسایل نقلیه عبوری از مقاطع مورد بررسی کاملاً اتفاقی وبر پایه احتمالات خواهد بود در نتیجه روابطی که میزان این تاخیرها را محاسبه می نمایند همگی باید بر پایه احتمالات و تئوری وقایع تصادفی استوار باشند. بعبارت دیگر تاخیرهای مورد بررسی در این رساله مربوط به حالتی می باشد که توقف کامل برای وسایل نقلیه مانند آنچه در حالت Bottleneck ها ایجاد می شود صورت نمی گیرد. تا کنون روشی برای محاسبه چنین تاخیری در آزادراهها ارائه نگردیده است و اصولاً تاخیرها در حالتی که جریان به حالت فوق اشباع می رسد و تقاضای سفر از ظرفیت مقاطع افزون می گردد مورد بررسی قرار گرفته اند که در این حالات بعلت قطعی بودن رفتارهای ترافیکی، از روابط ریاضی قطعی مانند تئوری صفهای قطعی استفاده گردیده است . راهکار مورد بررسی در این رساله استفاده از تئوری صفهای غیر قطعی و اتفاقی می باشد و محدودیت استفاده از این روش در نمونه های مورد بررسی در هر مورد با توجه به سیستم صف تعریف گردیده مشخص می گردد و در نهایت نتایج استنتاج شده از تئوری صف با نتایج برداشت شده از مدلهای شبیه سازی شده مورد قیاس قرار میگیرد تا میزان صحت نتایج بدست آمده از روابط ریاضی پیشنهادی معین گردد.

۱-۳- اثرات مهم مطالعه بر مساله از نظر بهبود آن

همانطور که بیان شد تا کنون در زمینه تاخیرهای بوجود آمده در آزادراهها بصورت بسیار محدودی مطالعه صورت گرفته است . به عبارت دیگر مطالعات ترافیکی در زمینه محاسبه تاخیرها اصولا معطوف بر جریانهای ترافیکی در تقاطعات چراغدار و بدون چراغ شهری گشته است، البته در زمینه جریانهای اشباع و فوق اشباع در تسهیلات آزاد راهی نیز بررسیهای محدودی صورت گرفته است. باتوجه به آنچه گفته شد تاکنون روشی برای محاسبه تاخیر در آزادراه ها زمانی که جریان زیر اشباع می باشد ارائه نگردیده است، لذا ما نمی توانیم مقاطع مختلف یک آزادراه همچون مقاطع همگذری و مقاطع رمپها از نظر اینکه چه مقدار تاخیر برای وسایل نقلیه عبوری، در حالت زیر اشباع ایجاد میکنند مورد بررسی قرار دهیم .

علاوه بر این در مقاطعی که به هر دلیل از جمله تعمیرات یا تصادفات، کاهش ظرفیت رخ می دهد نیز نمی توانیم میزان تاخیرهای احتمالی را پیش بینی نماییم . علیرغم اینکه یکی از مهمترین پارامترهای طراحی راهها و سیستمهای مدیریت ترافیکی کمینه کردن تاخیر یست که وسایل نقلیه عبوری از این تسهیلات با آن روبرو می شوند .

با داشتن روشی آسان و مناسب برای تخمین این نوع تاخیرمی توانیم سیستمهای مدیریت ترافیک و اصول طراحی هندسی راهها را بر اصولی استوار نماییم که میزان تاخیر برای وسایل نقلیه در حال سفر از این تسهیلات به حداقل ممکن برسد . که بالطبع میزان صرف زمانهای بیهوده در طول سفرهای شهری که خود از عوامل کاهش راندمان اقتصادی جامعه می باشد نیز به حداقل خود خواهد رسید .

از آنجایی که ما در این پروژه خواهان بررسی جریانهای زیر اشباع در تسهیلات آزادراهها می باشیم لذا مطابق تقسیم بندی موجود در آزادراهها که درکتابهای ترافیکی صورت گرفته است بررسی خود را در قالب سه زیر قسمت قطعات اساسی آزادراهها، مقاطع همگذری و تقاطع آزادراهها با رمپهای ورودی متمرکز نمودیم، در همین راستا مدلهایی را به عنوان نمونه قطعات مورد بررسی فرض نمودیم که درنمونه

اول قطعه ای از آزاد راه با طول ۱۸۰۰فوت (حدوداً ۵۵۰ متر) را در نظر می گیریم. در وسط طول این نمونه از آزاد راه قطعه ای با طول ft۳۰۰ (حدوداً۹۰ متر) دچار کاهش در خطوط عبور و تبعاً در ظرفیت خود می گردد. در نمونه دوم طولی از آزاد راه به مسافت ft۱٤۰۰ (٤۲۰ متر) را در نظر می گیریم که در فاصله ft٦۰۰ (۱۸۰متر) از ابتدای طول درنظر گرفته شده، یک رمپ با یک خط جریان و یک خط افزایش سرعت که دارای طول ft۱۸۰ (٥٤ متر) می باشد به آزاد راه می پیوندد. تمام طول آزاد راه دارای سه خط جریان می باشد. و نهایتاً در نمونه سوم طولی از یک آزادراه به مسافت ft۱۷۰۰ (۵۱۰ متر) را در نظر می گیریم. در فاصله ft٦۰۰ (۱۸۰ متر) از ابتدای طول در نظر گرفته شده یک رمپ دارای یک خط جریان به این آزاد راه وارد می گردد و در فاصله ft۵۰۰ (۱۵۰ متر) از این رمپ، یک رمپ دیگر با یک خط جریان از آزاد راه خارج می گردد. رمپ ورودی بوسیله یک خط عبوری کمکی به رمپ خروجی متصل گردیده است، که باعث بوجود آمدن یک منطقه همگذری در طول ft ۵۰۰ (۱۵۰متر) بین دو رمپ می گردد. تمام طول آزاد راه دارای سه خط جریان می باشد.

در تمامی این نمونه ها با تغییر در جریانهای ورودی و یا درصد تغییر مسیرها و درخواستهای سفر، جوابهای بدست آمده از مدلهای ریاضی را با جوابهای حاصل از نمونه های شبیه سازی مقایسه نمودیم. لذا نتایج کلی بدست آمده در تمام جریانهای ممکن مورد بررسی قرار گرفته اند .

شبیه سازی جریانهای ترافیکی اگر بصورت کالیبره شده صورت پذیرد به مثابه یک نمونه برداری واقعی می باشد بدینصورت که اگر حالات فیزیکی موجود در یک نمونه دقیقاً در مدل ساخته شده جهت شبیه سازی پیاده شده باشد طبیعتاً نتایج حاصل از شبیه سازی نیز مشابه نتایج واقعی برداشت شده خواهد بود. با توجه به آنچه گفته شد با استفاده از شبیه سازی ما توانایی بدست آوردن تاخیر در مقاطع مختلف مورد بررسی را خواهیم داشت ولی بعلت پروسه طولانی و وقت گیر شبیه سازی و اینکه همواره نیاز به کالیبره کردن مدلها موجود می باشد. تدوین راه حلی آسان برای تخمین این تاخیر ما را قادر می سازد که در

زمانی بسیار کمتر مقادیر تاخیر ایجاد شده را با تقریب خوبی بدست آوریم، بطور مثال برای بدست آوردن ظرفیت یک قطعه از آزادراه ها می توانیم آن قطعه را مدل نموده و با کمک شبیه سازی میزان جریان حداکثر در سطح سرویسدهی E و F را که همان ظرفیت قطعه مورد نظر می باشد را بدست آوریم. حال با توجه به روابطی که در کتاب ظرفیت راهها، HCM ، ارائه گردیده است می توان به راحتی همان ظرفیت را محاسبه نمود . پس به طور کلی می توان نتیجه گیری کرد که استفاده از شبیه سازی در مواردی بهترین راه حل می باشد که راه حلی تدوین شده برای آن مورد موجود نباشد

۱-۴- اهداف و فرضیات

هدف اصلی این پایان نامه بررسی تاخیر[1] در جریانهای زیراشباع[2] در مقاطع مختلف آزادراه ها می باشد، به عبارت دیگر این پروژه سعی بر آن دارد که وجود تاخیربرای وسایل نقلیه عبوری از قطعات یک آزادراه(رمپها، مقاطع همگذری و قطعات اساسی)را در جریانهای کمتر از ظرفیت(سطوح سرویسدهی[3] A، B، C، D) بررسی کند و در صورت وجود تاخیر، راه حلی برای محاسبه این تاخیر بدست آورد.

تا به حال تحقیقات زیادی در زمینه محاسبه تاخیرهای بوجود آمده در تقاطعات چراغ دار[4] و بدون چراغ[5] صورت پذیرفته است. در مورد آزادراهها نیز بررسیهای محدودی در مورد تاخیرهای ایجاد شده در تقاطع رمپها با آزادراهها با استفاده از شباهت آنها با تقاطعات بدون چراغ انجام گرفته است.

با توجه به آنچه گفته شد کاوشهای صورت گرفته نتوانسته اند بصورت جامع و گسترده، تاخیرهای نامحسوس بوجود آمده در مقاطع آزادراه را در جریانهای زیر اشباع مورد بررسی وآنالیز قرار دهند.

در این رساله سعی برآنست که با بررسی جامع جریانهای زیرظرفیت در مقاطع مختلف آزادراه ، تاخیرهای احتمالی[1] حادث شده، بررسی و در صورت وجود راه حلی برای محاسبه آنها ارائه گردد.در این راستا از

---

[1] Delay
[2] Under Saturated
[3] Level Of Service
[4] Signalized Intersections
[5] Unsignalised Intersections

مفاهیم کلی ترافیکی برای تحلیل جریانها در آزادراهها استفاده گردیده است و با استفاده از روابطی که از نظریه صف استنتاج شده اند،تاخیرهای بوجود آمده مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته اند و در نهایت از طریق شبیه سازی جریانهای عبوری از مقاطع مختلف آزادراه به کمک نرم افزار ریزنگر CorSim ،میزان صحت ودقت نتایج محاسبه شده از طریق نظریه صف مورد بررسی قرارگرفته است.

۱-۵- دامنه اثر مساله در جامعه علمی و اجتماع

کاربرد تئوری صف در علم ترافیک غالباً در تقاطعهای چراغدار و با فرض سیستمهای صف قطعی بوده است . در این پروژه سعی شده است تا با تلفیق تئوری صفهای احتمالی و توزیعهای احتمالی مدلی برای بررسی جریانهای ترافیکی در حالت زیر اشباع ارائه گردد . در اینصورت می توان در موارد دیگر نیز مانند جریان در بزرگراهها ، جریان در راههای شریانی و تقاطعهای بدون چراغ نیز از این تئوری برای بررسی جریانها در حالتهای اتفاقی استفاده نمود.

استفاده صحیح از توزیعهای احتمالی همواره مهمترین مساله در مدلسازی جریانات ترافیک بوده است توزیعهای نمایی ، پواسون و ارلانگی همگی دارای ویژگیهای خاص خود می باشند که بسته به نوع فرآیند تصادفی مورد بررسی یکی از این توزیعها باید مورد استفاده قرار گیرد. در این پروژه سعی شده است با بررسی جریانهای ترافیکی حاصل از شبیه سازی ، نحوه انتخاب توزیع احمالی مناسب که نماینده رفتار رانندگان درمقاطع مورد بررسی می باشد را شرح دهیم. بدینصورت در موارد مشابه نیز می توان از راهکار بکار برده شده در اینجا استفاده نموده .

نحوه مدلسازی جریانهای ترافیکی در نرم افزارهای شبیه سازی همواره از مسایل بسیار مهم در روند شبیه سازی های ترافیکی بوده است زیرا بسیاری از متغیرهای موجود در این نرم افزارها برای انعکاس نوع رفتاررانندگان درنظر گرفته شده است که باید با توجه به حالات مختلف در بین رانندگان این متغیرها

---

[1] Stochastic

تعریف گردد و در نهایت نتایج بدست آمده با نتایج واقعی مقایسه شود و صحت کمیتهای اختصاص داده شده به این متغیرها بررسی گردد . در این تحقیق نحوه تعیین کمیتهای مناسب این متغیرها نیز مورد بررسی واقع گردیده است که می تواند راهنمای خوبی برای شبیه سازیهای مشابه باشد.

نکته دیگری که در این پروژه برای اولین بار مورد توجه قرار گرفته است میزان تاثیر حق تقدم بین جریانهای اصلی و فرعی وارد شده به یک قطعه از آزادراه در تاخیرایجاد شده در آن قطعه می باشد . در این راستا سعی شده است که تمام تئوری های موجود در این زمینه از جمله : تئوری Cowan، Trouthbeck و تئوری حق تقدم مطلق مورد بررسی و مقایسه قرار گیرند و در نهایت بهترین تئوری که بیانگر رفتار واقعی ترافیکی در مناطق مورد بررسی می باشد معرفی گردد .

۱-٦- محدودیتها و چهارچوبها

این پروژه در چهارچوب جریانهای زیر اشباع در آزادراهها دنبال گردیده است بعبارت دیگر درتمامی حالات فرض بر آن است که سطح سرویسدهی در مقاطع مورد بررسی بین A تا D تغییر می کند . نمونه های مورد بررسی در مقاطع مختلف یک آزادراه دارای ویژگیهای خاص هندسی می باشند که در فصل چهارم بصورت مفصل توضیع داده خواهند شد . در مدلهای ساخته شده مشخصات هندسی همچون عرض خطوط عبور، فاصله بی مانع کناری سمت راست ، تراکم تقاطعات بالا دست و پایین دست و سرعت جریان آزاد FFS مطابق با کتاب ظرفیت راهها HCM در نظر گرفته شده است .

در مورد شبیه سازیهای صورت گرفته نیز هر مدل۳۰ مرتبه با پارامترهای احتمالی متفاوت Random Seed تکرار گردیده است و از بین ۳۰ خروجی بدست آمده متوسط گیری انجام شده است . بعبارت دیگر برای دقت بیشتر در مدلهای شبیه سازی از توانایی نرم افزار Corsim در اجرای چند گانه هر شبیه سازی Multi-Run استفاده گردیده است .

فصل دوم

کاوش در متون

۲-۱-کاوش در متون

تاخیر در علم ترافیک به زمانی گفته می شود که وسیله نقیله علیرغم خواست راننده مربوطه مجبور به تحمل آن در طول سفر خود می باشد و در این بازه زمانی یا در توقف کامل بسر می برد یا سرعتش از مقدار سرعت جریان آزاد[1] مربوط به راه مورد استفاده کمتر می گردد. این تاخیر خود به سه قسمت تقسیم می شود: الف- تاخیر تحمیلی از طرف جریان ترافیک که می تواند بر اثر ایجاد تصادف، خرابی یک وسیله نقلیه، تقاطع آزاد راه با رمپ و یا کاهش ظرفیت آزاد راه بوجود آید. ب- این نوع تاخیر زمانی حادث می شود که وسیله نقیله در تقاطعاتی که مجهز به چراغهای راهنمایی می باشند مجبوربه توقف می شود. ج- نوع آخر تاخیرها که تا حدودی می توان آنرا به راننده وسیله نقلیه نسبت داد مربوط به زمانی می شود که وسیله نقلیه با سرعتی کمتر از سرعت جریان آزاد در حال حرکت می باشد در حالی که شرایط ترافیکی راه عبوری، شرایط عبور با سرعت جریان آزاد را مهیا نموده است. همچنین اگر وسیله نقلیه در طول سفر به دلیل توقف راننده برای انجام کارهای شخصی دچار توقف شود باز تاخیری از این نوع ایجاد می شود [۱] [۲].

از آنجایی که آزاد راهها تسهیلاتی با جریان غیر منقطع[2] می باشند و برروی آنها هیچ عامل خارجی مانند چراغ راهنمایی، تابلوهای احتیاط یا توقف که باعث ایجاد و قفه های دوره ای در جریان ترافیک می شود، وجود ندارد لذا از بین تاخیرهای دسته بندی شده در بالا تاخیرهای اتفاق افتاده در آزاد راهها محدود به تاخیرهای نوع اول وسوم می گردد به عبارت دیگر در آزاد راهها وسایل نقیله در هنگام برخورد با تقاطعهایی از نوع رمپها[3]، همگذریها[4]، و تغییر ظرفیتها[5]، احتمال دارد دچار تاخیر از نوع اول گردند و

---

[1] Free flow Speed
[2] Uninterrupted Flow
[3] Ramp Junctions
[4] Weaving Segments
[5] Capacity Reduction

همچنین با تنوع رانندگان کنترل کننده وسایل نقلیه عبوری تاخیری از نوع سوم نیزممکن است به وقوع بپیوندد.

به طور کلی عملکرد جریان ترافیک را می توان از دو روش اصلی مورد بررسی قرار داد: روش کلان نگر[1] و روش خردنگر[2]. بسته به نوع و هدف تحقیق و موضوع مورد تحقیق روش مناسب از بین روشهای فوق برگزیده می شود ولی بطور کل برای سیستمهایی با اندازه کوچک که رفتار واحدهای عبوری به صورت مستقل در نتایج تاثیر گذارند، از روش خرد استفاده می گردد و در سیستمهای بزرگ که هدف تحقیق، بررسی رفتار گروهی واحدهای عبوری می باشد بهتر است از روش کلان نگر استفاده شود.

تا قبل از سال ۱۹۵۰ بررسی های صورت گرفته در زمینه ترافیک غالباً با استفاده از روش کلان نگر صورت می پذیرفت. در این تحقیقات مدلهای مختلفی از جریان ترافیک پیشنهاد شده اند. این مدلها روابط اساسی را بین پارامترهای کلان نگر جریان ترافیک (حجم، سرعت و چگالی) فراهم می آورد. مدلهای قدیمی تر، یک پدیده تک رژیمی را بر روی محدوده کاملی از وضعیتهای جریان ترافیک، شامل حالات جریان آزاد[3] و جریان متراکم[4] فرض می کردند. مدلهای جدیدتر به منظور بهبود مدلهای قدیمی تر با در نظر گرفتن رژیمهای مختلف جریان (رژیم جریان آزاد و رژیم جریان متراکم)، و سعی در تعمیم آنها به وسیله تولید پارامترهای اضافی جدا کننده شرایط محیطی، پیشنهاد شدند.

اولین و ساده ترین مدل ریاضی که توصیف کننده روابط بین جریان، سرعت و چگالی می باشد متعلق به Greenshields می باشد که در سال ۱۹۳۴ میلادی پیشنهاد شد. در این مدل رابطه بین سرعت و چگالی خطی فرض شده است.

---

[1] Macroscopic
[2] Microscopic
[3] Free Flow
[4] Congested Flow