



بررسی تأثیر استراتژی کنترل رمپ بر پارامترهای ترافیکی در شرایط وقوع تصادف در محدوده تونل های شهری؛ نمونه موردی: تونل های نیایش و رسالت تهران

پویا محمودی کردستانی^۱، شاهین شعبانی^۲، محمدباقر محمدی^۳، مهدی حسنزاده^۴، علی محمودیان^۵
۱- کارشناس ارشد مهندسی عمران (گرایش راه و ترابری)، شرکت مهندسی مشاور رهیافت اندیشه فردا
۲- دکتری مهندسی عمران (گرایش راه و ترابری)، دانشگاه پیام نور مرکز تهران شمال

چکیده

وقوع تصادف در داخل شهرها سبب ایجاد مشکلاتی برای آمد و شد در معابر واقع در حوزه تأثیر تصادف می شود که برای مقابله با آن، بایستی روش ها و تدابیر مدیریت و کنترل ترافیک اتخاذ گردد. یکی از روش های مرسوم، به کارگیری استراتژی کنترل رمپ در محدوده تأثیر تصادف است. این مقاله با هدف بررسی نحوه تأثیر اعمال این استراتژی بر پارامترهای ماکروسکوپی و عملکردی ترافیک در محدوده تأثیر تونل های نیایش و رسالت تهران، به هنگام وقوع یک تصادف شدید در بحرانی ترین موقعیت ممکن در داخل تونل، ارایه شده است. در این پژوهش ابتدا محدوده های مورد مطالعه تونل ها به کمک نرم افزار و داده های ترافیکی اخذ شده در ساعت اوج صبحگاهی سال ۱۳۹۲ شبیه سازی گردیده و سپس با تعریف سه سناریوی مختلف، مقادیر پارامترهای جریان ترافیک، کل زمان سفر، زمان تاخیر، زمان توقف، چگالی جریان و سرعت متوسط در حالت های قبل و بعد از وقوع تصادف و همچنین اجرا و عدم اجرای استراتژی کنترل رمپ پس از وقوع تصادف مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصله نشان داد که به کارگیری استراتژی کنترل رمپ در محدوده هردو تونل باعث بهبود پارامترهای ترافیکی می گردد؛ همچنین اجرای این استراتژی در محدوده تونل رسالت نسبت به محدوده تونل نیایش نتایج موثرتری نشان می دهد.

کلید واژه: استراتژی کنترل رمپ، تصادف، محدوده تأثیر، تونل، مدل سازی

^۱ مدیر دپارتمان راه شرکت مهندسی مشاور رهیافت اندیشه فردا، Pouya_kurdistani@hotmail.com

^۲ استادیار دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه پیام نور مرکز تهران شمال، shabani@iust.ac.ir

^۳ کارشناس ارشد ترافیک سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران، mbmohammadi1344@yahoo.com

^۴ مدیرعامل شرکت مهندسی مشاور رهیافت اندیشه فردا، m.hasanzadeh@rahyaftaf.ir

^۵ کارشناس ارشد ترافیک سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران، mahmoudian_eng@yahoo.com



۱-مقدمه

رشد روزافزون جمعیت شهر نشین و استفاده از وسایل نقلیه، مشکلات مختلف ترددی را در پی خواهد داشت، با پذیرفتن احتمال ایجاد مشکلات حمل و نقلی می بایست به فکر راه کارهای کنترلی متناسب با شرایط به وقوع پیوسته بود. با توجه به گسترش سیستم های هوشمند حمل و نقل (ITS)، استفاده از تکنولوژی های نوین شناسایی و وسایل کنترلی، استراتژی های مدیریت ترافیک برای بهبود معضلات ترافیکی، گسترش یافته اند [۱]. بنابراین ارگان های متولی خدمات حمل و نقل برای بهبود شرایط ترافیکی روش های مدیریتی مختلفی را اتخاذ نموده اند؛ از این میان شیوه کنترل رمپ یکی از روش های قابل اتخاذ است [۲]. هدف از مطالعه حاضر تعیین میزان کارایی استراتژی کنترل رمپ در شرایط وقوع تصادف در محدوده تونل های شهری می باشد. برای این کار بحرانی ترین حالت تصادف در نظر گرفته شده و در این شرایط استراتژی کنترل رمپ اعمال گردیده است.

کنترل رمپ از سال ۱۹۶۴ میلادی در محدوده های شهری با هدف مدیریت مناسب جریان های ورودی از رمپ و بهبود شرایط ترافیکی گسترش یافته است [۳]. فلسفه این روش منظم نمودن تقاضای استفاده از رمپ با هدف نگه داشتن عملکرد بزرگراه در حالت بهینه و قرار دادن ترافیک عبوری در حد پایین تری از ظرفیت است [۴]. برای این کار ابزارهای مختلف کنترل ترافیک مانند چراغ های راهنمایی، علائم راهنمایی و غیره، تعداد و زمان عبور وسایل نقلیه ورودی یا خروجی از بزرگراه را منظم می کنند [۲]. ابزارهای کنترلی با استفاده از مقادیر پارامترهای ترافیکی، کنترل را انجام می دهند؛ پارامترهای مذکور شامل جریان ترافیک، سرعت، اشغال و غیره هستند که توسط وسایل شناسایی برداشت و مدیریت ترافیک براساس مقادیر آن ها انجام می شود [۱]. براین اساس وسایل کنترل ترافیک با دو رویکرد زمان بندی ثابت و متغیر عمل می نمایند در شیوه ثابت با زمان بندی از پیش تعیین شده ای کنترل را انجام می دهند اما در شیوه متغیر به وسیله اطلاعات اخذ شده از جریان ترافیک کنترل انجام می شود [۴].

بنابراین به طور کلی استفاده از شیوه کنترل رمپ موجب کاهش متوسط تاخیر عبورکنندگان از راه، افزایش ایمنی، کاهش انتشار آلاینده ها، کاهش مصرف سوخت و دادن حق تقدم به وسایل نقلیه با میزان اشغال بالا می شود. در شرایط ایجاد گلوگاه های ترافیکی، استراتژی کنترل رمپ موجب به تاخیر انداختن زمان فعالیت گلوگاه ها، عبور جریان بالاتر قبل از تشکیل صف و افزایش نرخ جریان تخلیه صف بعد از افت جریان می شود [۳] براین اساس در پی وقوع حوادث نیز به دلیل ایجاد گلوگاه های ترافیکی، استراتژی کنترل رمپ می تواند مفید واقع شود که این مقاله به بررسی آن خواهد پرداخت.



۲- پیشینه تحقیق و مبانی نظری

استفاده از استراتژی کنترل رمپ سبب ایجاد تغییراتی در شرایط و پارامترهای ترافیکی محدوده های تحت تاثیر می شود. در مطالعات انجام شده توسط لیلی الفتیادو و همکاران ۲ سایت (یکی در شهر مینیآپولیس و دیگری در شهر تورنتو) مورد بررسی قرار گرفته است. برای سایت مربوط به شهر مینیآپولیس از الگوریتم SZM و برای سایت مربوط به شهر تورنتو از الگوریتم COMPASS استفاده شده است. نتایج به کارگیری استراتژی کنترل رمپ نشان داده است که در شرایط وقوع افت جریان ترافیک، استفاده از روش کنترل رمپ سبب کاهش احتمال افت جریان در حد ۱۵-۲۰ درصد می شود. با به تاخیر انداختن و یا جلوگیری از افت جریان، جریان عبوری از بزرگراه افزایش داده می شود؛ براین اساس کنترل رمپ روش قابل اعتمادی جهت به تاخیر انداختن افت جریان، کاهش زمان متوسط سفر و کاهش زمان تشکیل صف تشخیص داده شده است و بایستی به شیوه ای اعمال شود که تعادل مطلوبی بین افت جریان و طول صف در رمپ ها ایجاد نماید [۲].

در مطالعه دیگری که در سال ۲۰۱۰ میلادی توسط لی ژانگ و دیوید لوینسون انجام شد؛ بحث پیرامون گلوگاه های ترافیکی ناشی از بالا رفتن تقاضای استفاده از بزرگراه ها دنبال شده است؛ در این مقاله دلیل به وجود آمدن تنگناهای ترافیکی، افت ناگهانی جریان ترافیک در مقطعی از بزرگراه بیان گردیده است و برای بالا بردن ظرفیت و بهبود حرکت ترافیک این مقاطع، به کارگیری روش کنترل رمپ اتخاذ شده است. با مطالعه ۲۷ مقطع نمونه در بزرگراه های ۲ شهر به مدت ۷ هفته با استفاده از استراتژی کنترل رمپ و ۷ هفته بدون استفاده از استراتژی کنترل رمپ، چگونگی بهبود یافتن شرایط بررسی شده و نتایج زیر حاصل گردیده است [۳].

- استراتژی مذکور سبب به تاخیر انداختن زمان تشکیل و یا در مواردی از بین بردن فعالیت گلوگاه ها می شود.
- در صورت استفاده از استراتژی کنترل رمپ توانایی عبور جریان بالاتری در زمان قبل از تشکیل صف به وجود می آید.
- با به کار گیری روش کنترل رمپ، بعد از به وجود آمدن افت جریان، نرخ جریان تخلیه صف افزایش می یابد.

علاوه بر بحث پیرامون نحوه اثر گذاری استراتژی کنترل رمپ، چگونگی عملکرد الگوریتم های این استراتژی قابل بررسی است. بنابراین در مطالعه ای که در سال ۲۰۰۷ میلادی توسط وینیوپادیت سارینتون انجام شده است؛ پنج رمپ بزرگراه پاسفیک شهر کوئینزلند استرالیا در حالت های عدم کنترل، کنترل با استفاده از الگوریتم ALINEA، کنترل با استفاده از الگوریتم FLOW، کنترل با استفاده از الگوریتم



Stratified Zone به وسیله نرم افزار AIMSUN مدل سازی و مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفته است. نتایج حکایت از آن دارد که با انجام کنترل رمپ، عملکرد ترافیکی تا حد ۴۰ درصد بهبود می یابد. ارزیابی الگوریتم ها نیز نشان می دهد که در سطح شبکه و تحت تقاضای ترافیکی ۱۰۰ درصد، الگوریتم ALINEA دارای بهترین عملکرد و پس از آن الگوریتم های FLOW و Statified ZONE قرار دارند؛ اما تحت تقاضای ۱۲۰ درصد الگوریتم FLOW عملکرد بهتری نسبت به سایر الگوریتم ها از خود نشان می دهد. اگر چنانچه رمپ های ورودی به صورت جداگانه بررسی شوند؛ الگوریتم ALINEA پایین ترین شرایط و الگوریتم Statified Zone بهترین شرایط عملکردی را برقرار می کنند. همچنین نشان داده شده است که به لحاظ میزان رضایت استفاده کنندگان از راه، الگوریتم FLOW متعادل ترین و ALINEA نامتعادل ترین عملکرد را دارد [۴].

در یکی از آخرین مطالعات، لیاثو و همکاران در سال ۲۰۱۲ میلادی به بررسی مدیریت ترافیک در محدوده تونل های شهری پرداخته اند [۱]. در این پژوهش تونل هسوئه شان تایوان مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به فضای بسته داخل تونل و محدودیت های فضایی جهت انتخاب مسیرهای جایگزین، مشخص شده است که گسترش و تعیین استراتژی های مناسب مدیریت ترافیک مشکل است. براین اساس چند روش ممکن شامل روش کنترل رمپ، کنترل خطوط و هدایت وسایل نقلیه به مسیرهای جایگزین انتخاب گردیده اند. در این مطالعه تصادف شدیدی در محدوده تونل فرض شده و استراتژی های مدیریت ترافیک برای جلوگیری از تشکیل صف وسایل نقلیه در محل ورودی تونل به کار گرفته شده است. نتایج حاصله نشان داده است که اعمال استراتژی های مدیریت ترافیک نمی توانند از تشکیل صف جلوگیری نمایند بلکه تنها از شدت وخامت ترافیک از نظر تشکیل صف و تاخیر می کاهند. البته روش کنترل رمپ نسبت به سایر روش ها نتایج بهتری را بدست می دهد.

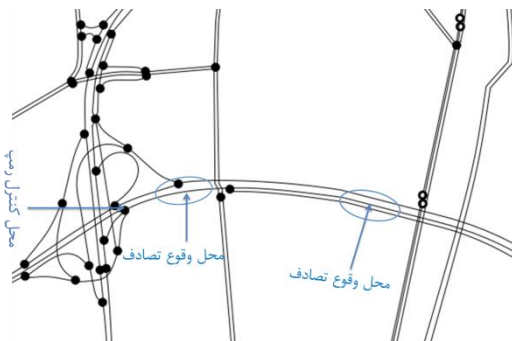
۳- روش شناسی تحقیق

در این مقاله تونل های نیایش و رسالت تهران به عنوان نمونه موردی انتخاب و برای تعریف محدوده های تاثیر آن ها، ابتدا و انتهای تونل، بزرگراه های مرتبط با تونل و بزرگراه های اصلی موازی با تونل، به عنوان محدوده مطالعاتی انتخاب گردیده است.

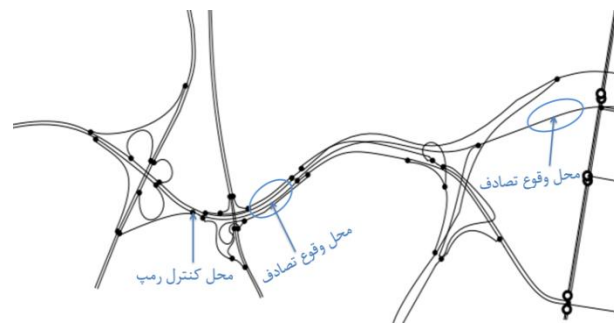
این مطالعه با روش مدل سازی ترافیکی توسط نرم افزار Aimsun انجام شده است. برای انجام مدل سازی سه سناریو تعریف شده است که سناریو اول مربوط به حالت پایه، سناریوی دوم مربوط به حالت وقوع تصادف بدون اعمال استراتژی و سناریو سوم مربوط به حالت وقوع تصادف با اعمال استراتژی می باشد.



براساس مطالعه صورت گرفته توسط آماندسن^۱ (۲۰۰۰)، تصادف ها به طور همزمان در مناطق ۱ (۵۰ متر خارج از ورودی تونل) و ۳ (۱۰۰ متر بعد از ورودی تونل) که بیشترین احتمال وقوع را دارند مدل گردیده اند. در شبیه سازی انجام شده تصادفات در بحرانی ترین جهت حرکتی تونل یعنی جهت غرب به شرق قرار داده شده اند و برای اعمال استراتژی کنترل رمپ، از الگوریتم AINEA استفاده شده است. در تصاویر زیر محل دقیق وقوع تصادف و اعمال استراتژی کنترل رمپ در محیط نرم افزار Aimsun نشان داده شده است.



شکل ۲: محل وقوع تصادفات در محدوده تونل رسالت



شکل ۱: محل وقوع تصادفات در محدوده تونل نیایش

تصادف ها ۱۰ دقیقه پس از اجرای مدل سازی شروع شده و به مدت ۲۰ دقیقه به طول انجامیده و مقطعی به طول ۱۵ متر را دچار اختلال نموده اند. اعمال استراتژی کنترل رمپ نیز ۵ دقیقه پس از به وقوع پیوستن تصادف شروع شده و به مدت ۲۰ دقیقه به طول انجامیده است. بنابراین سناریو های مدل سازی به صورت زیر تعریف شده است.

- سناریو اول: اجرای مدل برای ساعت اوج ترافیک صبحگاهی (۷:۰۰-۸:۰۰) در حالت عدم وقوع تصادف و تعیین خصوصیات ترافیک محدوده مطالعاتی شامل جریان ترافیک، کل زمان سفر، زمان تاخیر، زمان توقف، چگالی جریان، سرعت متوسط
- سناریو دوم: اجرای مدل برای ساعت اوج ترافیک صبحگاهی (۷:۰۰-۸:۰۰) در حالت وقوع تصادف و تعیین خصوصیات ترافیک محدوده مطالعاتی شامل جریان ترافیک، کل زمان سفر، زمان تاخیر، زمان توقف، چگالی جریان، سرعت متوسط

^۱ Amundsen



- سناریو سوم: اجرای مدل برای ساعت اوج ترافیک صبحگاهی (۷:۰۰-۸:۰۰) در حالت وقوع تصادف و اعمال استراتژی کنترل رمپ و تعیین خصوصیات ترافیک محدوده مطالعاتی شامل جریان ترافیک، کل زمان سفر، زمان تاخیر، زمان توقف، چگالی جریان، سرعت متوسط

۴- یافته های تحقیق

براساس سناریوهای تعریف شده، اطلاعات خروجی شبیه سازی در جدول ۱ به ترتیب برای محدوده های تونل نیایش و رسالت تهران خلاصه گردیده است. در نمودارهای ارائه شده نیز ضمن نشان دادن تغییرات پارامترهای ترافیکی در بازه های زمانی ۱۰ دقیقه ای، سناریوها با هم مقایسه شده اند.

جدول ۱: نتایج مدل سازی ترافیکی نمونه های موردی

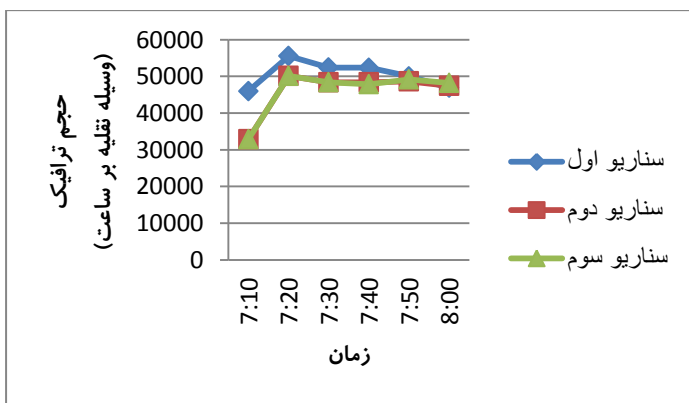
محدوده تونل نیایش						
شاخص						سناریو
سرعت متوسط (km/hr)	چگالی جریان (veh/km)	زمان توقف (sec/km)	زمان تاخیر (sec/km)	کل زمان سفر (hr)	جریان ترافیک (veh/hr)	
۴۰/۸۸	۳۱/۷۹	۶۷/۷۹	۸۵/۱۵	۳۲۰۳/۱۵	۲۳۲۹۲	سناریو اول
۲۴/۸۹	۳۸/۰۰	۷۶/۸۶	۹۲/۲۳	۳۹۹۹/۸۵	۱۸۲۰۱	سناریو دوم
۲۵/۸۰	۳۶/۹۷	۷۲/۳۵	۸۹/۸۵	۳۹۱۱/۹۶	۲۱۶۵۵	سناریو سوم
محدوده تونل رسالت						
شاخص						سناریو
سرعت متوسط (km/hr)	چگالی جریان (veh/km)	زمان توقف (sec/km)	زمان تاخیر (sec/km)	کل زمان سفر (hr)	جریان ترافیک (veh/hr)	
۴۷/۱۴	۳۷/۷۹	۴۴/۹۱	۶۷/۱۴	۳۴۷۸/۸۷	۵۰۵۲۲	سناریو اول
۲۷/۸۳	۴۵/۸۹	۴۹/۸۳	۷۳/۸۱	۴۲۹۹/۵۸	۴۵۹۷۶	سناریو دوم
۲۸/۷۰	۴۲/۷۳	۴۷/۹۰	۷۰/۸۴	۴۲۳۱/۴۸	۴۶۲۰۵	سناریو سوم



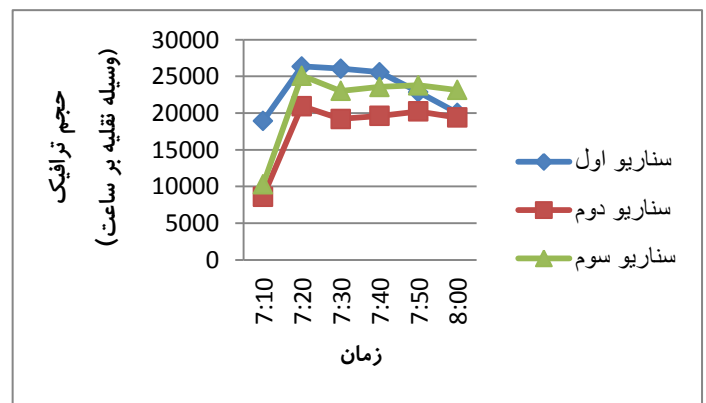
الف) جریان ترافیک

با توجه به شکل ۳ مشاهده می شود که در محدوده تونل نیایش در ساعت ۷:۱۰ مقدار جریان ترافیک سناریو های دوم و سوم مشابه و مقدار جریان ترافیک سناریو اول بیشتر از آن ها است. با گذشت زمان تا ساعت ۷:۵۰ مقدار جریان ترافیک سناریو سوم بیشتر از سناریو دوم و سناریو اول بیشتر از سناریو سوم می باشد. از ۷:۵۰ به بعد بیشترین جریان ترافیک مربوط به سناریو سوم است و سناریو اول به سناریو دوم نزدیک می شود. شیب هر سه نمودار تا ساعت ۷:۲۰ مثبت است؛ از ۷:۲۰ به بعد شیب نمودار سناریوهای دوم و سوم تقریباً صفر می شود اما نمودار سناریو اول از ۷:۲۰ تا ۷:۴۰ دارای شیب نزدیک به صفر و از ۷:۴۰ به بعد شیب آن منفی است.

در شکل ۴ مشاهده می شود که در محدوده تونل رسالت سناریو های دوم و سوم تقریباً برهم منطبق و سناریو اول تا ساعت ۷:۵۰ دارای مقدار جریان ترافیک بیشتری نسبت به دو سناریو دیگر است؛ اما از ساعت ۷:۵۰ به بعد سناریو اول نیز بر دو سناریو دیگر تقریباً منطبق می شود. شیب هر سه نمودار تا ۷:۲۰ مثبت و از ۷:۲۰ به بعد نمودار سناریو های دوم و سوم دارای شیب نزدیک به صفر است؛ اما شیب نمودار سناریو اول از ۷:۲۰ تا ۷:۵۰ نزدیک به صفر و پس از آن منفی می شود.



شکل ۴: تغییرات جریان ترافیک در محدوده تونل رسالت



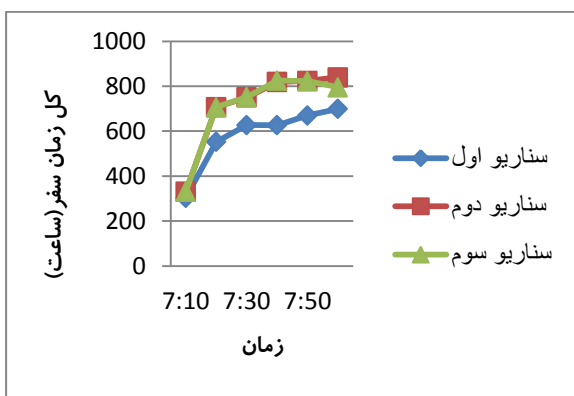
شکل ۳: تغییرات جریان ترافیک در محدوده تونل نیایش

ب) کل زمان سفر

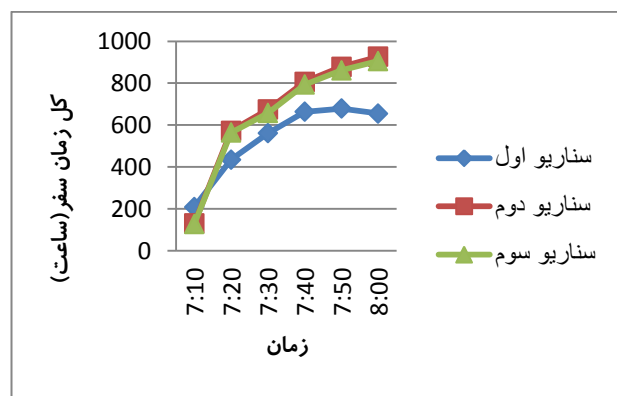
براساس نمودار های شکل ۵ مشاهده می شود که در محدوده تونل نیایش مقادیر سناریوهای دوم و سوم در ساعت ۷:۱۰ مشابه و مقدار سناریو اول از آن ها بیشتر است. از حدود ساعت ۷:۱۵ به بعد مقدار سناریو اول از سناریو سوم کمتر و مقدار سناریو سوم از سناریو دوم کمتر می شود. شیب نمودار سناریوهای دوم و سوم در تمام مدت اجرای مدل مثبت، اما نمودار سناریو اول تا ۷:۴۰ دارای شیب مثبت و از ۷:۴۰ به بعد شیب آن نزدیک به صفر است.



در شکل ۶ مشاهده می شود که در محدوده تونل رسالت هر سه سناریو در ساعت ۷:۱۰ دارای مقادیر کل زمان سفر مشابه هستند؛ از ۷:۱۰ به بعد مقدار سناریو اول از دو سناریو دیگر کمتر و مقدار سناریو سوم کمتر از سناریو دوم می شود. شیب هر سه نمودار تا ساعت ۷:۲۰ مثبت و از ۷:۲۰ به بعد شیب آن ها کم و به صفر نزدیک می شود.



شکل ۶: تغییرات کل زمان سفر در محدوده تونل رسالت

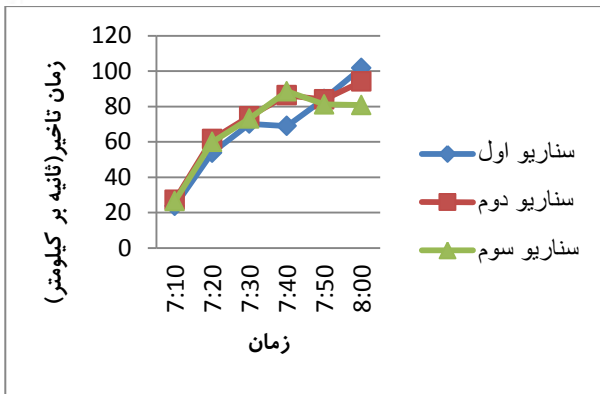


شکل ۵: تغییرات کل زمان سفر در محدوده تونل نیایش

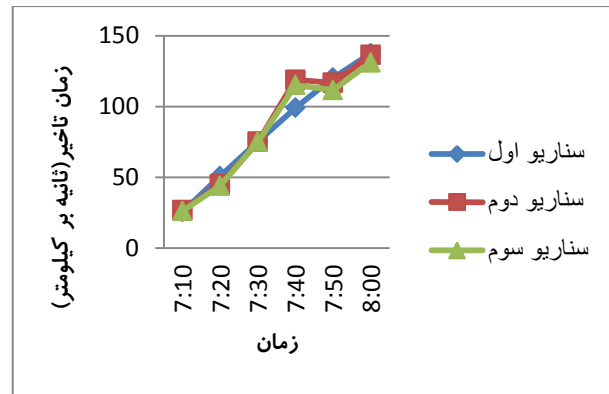
پ) زمان تاخیر

براساس نمودارهای ارائه شده در شکل ۷ مشاهده می شود که در محدوده تونل نیایش از ۷:۱۰ تا ۷:۳۰ مقدار هر سه سناریو مشابه است؛ از ۷:۳۰ تا ۷:۵۰ مقدار سناریو سوم بیشتر از سناریو اول و مقدار سناریو دوم از سوم بیشتر است. از ۷:۵۰ به بعد مقدار سناریو سوم از سناریو های اول و دوم کمتر و سناریو های اول و دوم دارای مقادیر مشابه هستند. شیب نمودار سناریو اول در کل مدت اجرای مدل دارای مقدار مثبت است اما سناریو های دوم و سوم تا ۷:۴۰ دارای شیب مثبت، از ۷:۴۰ تا ۷:۵۰ شیب آن ها منفی و از ۷:۵۰ تا پایان اجرای مدل شیب آن ها مثبت می شود.

در شکل ۸ مشاهده می شود که در محدوده تونل رسالت تا ساعت ۷:۵۰ سناریو اول دارای کمترین مقدار و سناریو دوم دارای بیشترین مقدار است. از ساعت ۷:۵۰ به بعد سناریو سوم دارای کمترین مقدار و سناریو اول دارای بیشترین مقدار است. شیب نمودار سناریو های دوم و سوم تا ۷:۴۰ مثبت، از ۷:۴۰ تا ۷:۵۰ منفی و پس از آن شیب نمودار سناریو سوم نزدیک به صفر و شیب نمودار سناریو دوم مثبت خواهد شد. سناریو اول تا ۷:۳۰ دارای شیب مثبت، از ۷:۳۰ تا ۷:۴۰ شیب منفی و از ۷:۴۰ به بعد شیب آن مثبت خواهد شد.



شکل ۸: تغییرات زمان تاخیر در محدوده تونل رسالت

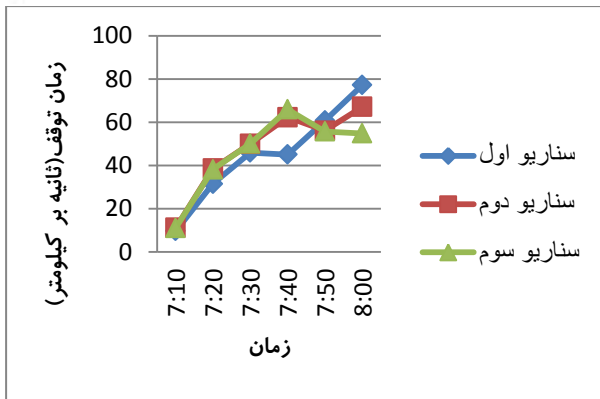


شکل ۷: تغییرات زمان تاخیر در محدوده تونل نیایش

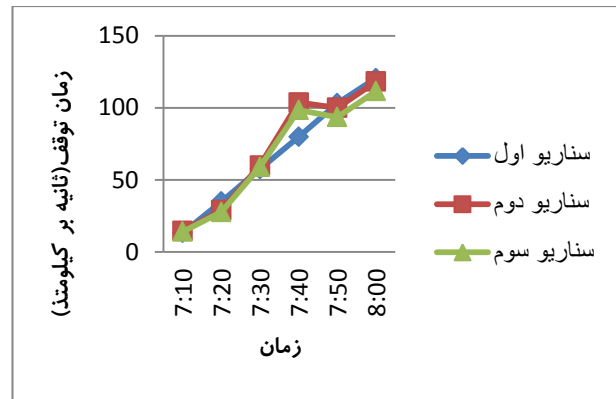
ت(زمان توقف

در شکل ۹ مشاهده می شود که در محدوده تونل نیایش تا ساعت ۷:۳۰ مقدار سناریو اول بیش تر از سناریوهای دوم و سوم و از ساعت ۷:۳۰ تا ۷:۵۰ مقدار آن کمتر از سناریوهای دوم و سوم می باشد؛ از ۷:۵۰ به بعد دوباره مقدار آن بیشتر از سناریوهای دوم و سوم می شود. در کل مدت زمان اجرای مدل مقدار سناریو سوم کمتر از سناریو دوم است؛ اما از ساعت ۷:۳۰ به بعد مقدار آن ها دارای اختلاف بیشتری می باشد. شیب نمودار سناریو اول از ابتدا تا پایان اجرای مدل مثبت و شیب نمودار سناریوهای دوم و سوم تا ۷:۴۰ مثبت، از ۷:۴۰ تا ۷:۵۰ منفی و از ۷:۵۰ به بعد مثبت است.

براساس نمودارهای ارائه شده در شکل ۱۰ در محدوده تونل رسالت از شروع اجرای مدل تا ۷:۵۰ مقدار سناریو اول دارای کمترین مقدار و از ۷:۵۰ به بعد این سناریو دارای بیشترین مقدار است. سناریوهای دوم و سوم تا ساعت ۷:۳۰ دارای مقادیر مشابه هستند؛ از ۷:۳۰ تا ۷:۵۰ مقدار سناریو سوم بیشتر از سناریو دوم و از ۷:۵۰ به بعد مقدار سناریو دوم از سناریو سوم بیشتر است. شیب نمودار سناریوهای دوم و سوم تا ۷:۴۰ مثبت و از ۷:۴۰ تا ۷:۵۰ منفی است؛ از ۷:۵۰ به بعد شیب نمودار سناریو سوم نزدیک به صفر و شیب نمودار سناریو دوم مثبت می شود. شیب نمودار سناریو اول تا ۷:۳۰ مثبت، از ۷:۳۰ تا ۷:۴۰ نزدیک به صفر و از ۷:۴۰ به بعد مثبت است.



شکل ۱۰: تغییرات زمان توقف در محدوده تونل رسالت

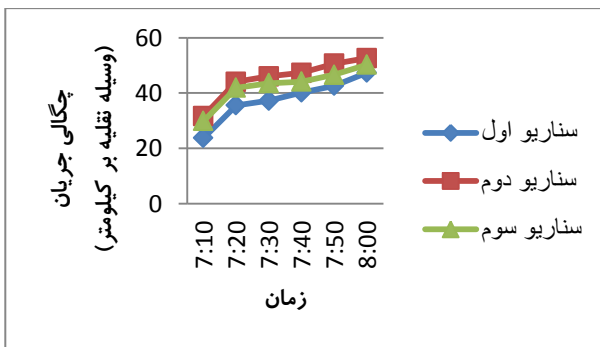


شکل ۹: تغییرات زمان توقف در محدوده تونل نیایش

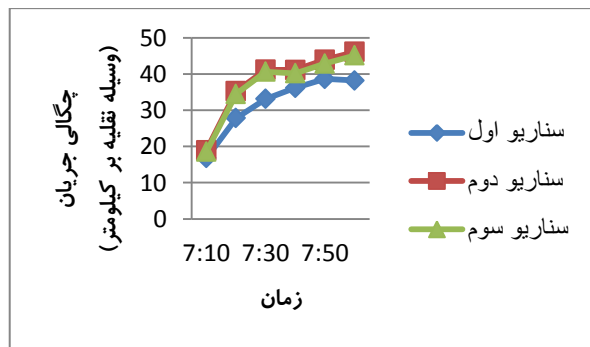
ث) چگالی جریان

با توجه به شکل ۱۱ در کل مدت زمان اجرای مدل، در محدوده تونل نیایش مقدار چگالی جریان سناریو اول از سناریوهای دوم و سوم کمتر و مقدار سناریو سوم از دوم کمتر است. البته لازم به ذکر است که تا ۷:۳۰ مقادیر سناریوهای دوم و سوم نزدیک به هم بوده و از ۷:۳۰ به بعد اختلاف آن ها بیشتر شده است. شیب نمودار سناریو اول تا ۷:۵۰ مثبت و از ۷:۵۰ به بعد نزدیک به صفر می شود. شیب نمودار سناریوهای دوم و سوم تا ۷:۳۰ مثبت، از ۷:۳۰ تا ۷:۴۰ نزدیک به صفر و از ۷:۴۰ به بعد مثبت است.

همانگونه که در شکل ۱۲ مشاهده می شود در تمام مدت اجرای مدل در محدوده تونل رسالت، سناریو اول دارای کمترین مقدار و سناریو دوم دارای بیشترین مقدار است. مقدار پارامتر چگالی جریان برای سناریوهای دوم و سوم تا ساعت ۷:۲۰ بسیار نزدیک به هم بوده و از ۷:۲۰ به بعد اختلاف این سناریوها بیشتر شده است. شیب هر سه نمودار در تمام مدت اجرای مدل مثبت است؛ اما از ۷:۲۰ به بعد درجه شیب آن ها کمتر می شود.



شکل ۱۲: تغییرات چگالی جریان در محدوده تونل رسالت



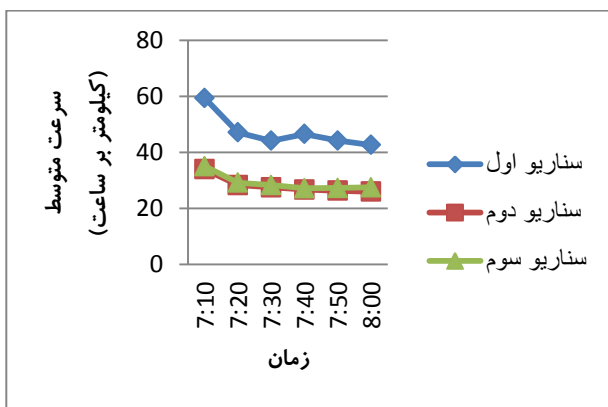
شکل ۱۱: تغییرات چگالی جریان در محدوده تونل نیایش



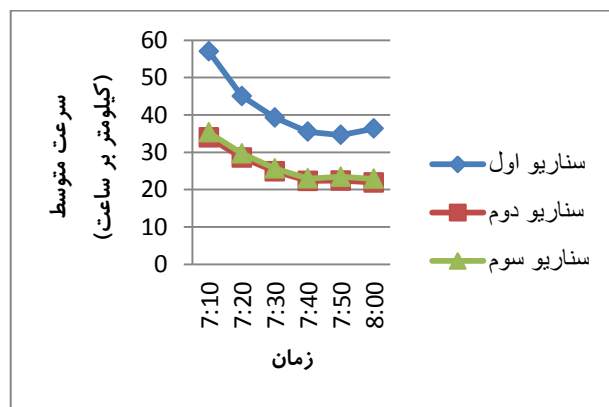
ج) سرعت متوسط

براساس نمودارهای ارائه شده در شکل ۱۳ مشاهده می شود که بیشترین مقدار سرعت متوسط در محدوده تونل نیایش مربوط به سناریو اول و کمترین مقدار مربوط به سناریو دوم است؛ البته لازم به ذکر است که مقدار سرعت متوسط سناریوهای دوم و سوم بسیار به هم نزدیک می باشند. شیب نمودار سناریو اول تا ۷:۵۰ منفی و از ۷:۵۰ به بعد نزدیک به صفر می شود؛ در مورد سناریوهای دوم و سوم شیب تا ۷:۴۰ منفی و از ۷:۴۰ به بعد نزدیک به صفر می شود.

براساس نمودارهای شکل ۱۴ در محدوده تونل رسالت سرعت متوسط سناریو اول از سناریوهای دوم و سوم بیش تر و مقدار سناریو سوم از سناریو دوم بیش تر است؛ البته لازم به ذکر است که سرعت متوسط سناریوهای دوم و سوم بسیار به هم نزدیک می باشند. شیب نمودار سناریو اول تا ۷:۳۰ منفی، از ۷:۳۰ تا ۷:۴۰ مثبت و از ۷:۴۰ به بعد منفی است. نمودار سناریوهای دوم و سوم تا ۷:۲۰ منفی و از ۷:۲۰ تا ۸:۰۰ نزدیک به صفر هستند.



شکل ۱۴: تغییرات سرعت متوسط در محدوده تونل رسالت



شکل ۱۳: تغییرات سرعت متوسط در محدوده تونل نیایش

۵-آزمون های آماری

برای بررسی چگونگی تاثیر استراتژی کنترل رمپ بر پارامترهای ترافیکی، آزمون آماری با سطح معنی داری ۰/۰۵ بر روی نتایج حاصل از شبیه سازی انجام شده است. در جدول ۲ اطلاعات و نتایج آزمون ها به ترتیب برای تونل های نیایش و رسالت خلاصه گردیده است. براساس جدول ارائه شده می توان کافی بودن یا ناکافی بودن تغییرات ایجاد شده در اثر به کارگیری استراتژی کنترل رمپ را مورد بررسی قرار داد.



جدول ۲: نتایج آزمون آماری

محدوده تونل نیایش					
$Z > Z_{0/95}$	$Z_{0/95}$	Z	H_1	H_0	پارامتر
O.K	۱/۷۰	۱/۸۲	$\mu \geq \mu$	$\mu < \mu$	جریان ترافیک
N.G	۱/۷۰	۰/۵۸	$\mu < \mu$	$\mu > \mu$	کل زمان سفر
N.G	۱/۷۰	۱/۱۸	$\mu < \mu$	$\mu > \mu$	زمان تاخیر
O.K	۱/۷۰	۲/۴۸	$\mu < \mu$	$\mu > \mu$	زمان توقف
N.G	۱/۷۰	۰/۵۱	$\mu < \mu$	$\mu > \mu$	چگالی جریان
N.G	۱/۷۰	۱/۵۰	$\mu \geq \mu$	$\mu < \mu$	سرعت متوسط
محدوده تونل رسالت					
$Z > Z_{0/99}$	$Z_{0/95}$	Z	H_1	H_0	پارامتر
N.G	۱/۷۰	۰/۸۶	$\mu \geq \mu$	$\mu < \mu$	جریان ترافیک
N.G	۱/۷۰	۱/۰۸	$\mu < \mu$	$\mu > \mu$	کل زمان سفر
O.K	۱/۷۰	۳/۵۳	$\mu < \mu$	$\mu > \mu$	زمان تاخیر
O.K	۱/۷۰	۱/۸۳	$\mu < \mu$	$\mu > \mu$	زمان توقف
O.K	۱/۷۰	۱/۷۵	$\mu < \mu$	$\mu > \mu$	چگالی جریان
O.K	۱/۷۰	۲/۱۳	$\mu \geq \mu$	$\mu < \mu$	سرعت متوسط

۶- نتیجه گیری

براساس مقادیر اطلاعات خروجی از نرم افزار و تجزیه و تحلیل هایی که برای هریک از پارامترها انجام شد، مشاهده گردید که در نتیجه اعمال استراتژی کنترل رمپ تغییرات ایجاد شده در پارامترها برای هر دو نمونه موردی به لحاظ کیفی مشابه است؛ اما این تغییرات به لحاظ کمی دارای تفاوت هایی می باشند به طوری که نتایج آزمون های آماری برای تونل های نیایش و رسالت تهران با هم اختلاف دارند.



با توجه به تغییرات ایجاد شده در پارامترهای ترافیکی می توان نتیجه گرفت که در حالت وقوع تصادف، برای هر دو نمونه موردی بیشترین تغییر مربوط به پارامتر سرعت متوسط و کمترین تغییر مربوط به پارامتر زمان تاخیر است. براساس آزمون های آماری نشان داده شد که با سطح معنی داری ۰/۰۵، در محدوده تونل نیایش اعمال استراتژی کنترل رمپ، تنها پارامترهای جریان ترافیک و زمان توقف را به اندازه کافی بهبود می بخشد این در حالی است که در محدوده تونل رسالت به کارگیری کنترل رمپ، موجب بهبود پارامترهای زمان تاخیر، زمان توقف، چگالی جریان و سرعت متوسط به اندازه کافی می شود. بنابراین نتیجه حاصل می شود که استفاده از روش کنترل رمپ در شرایط وقوع تصادف برای محدوده تونل رسالت موثرتر از محدوده تونل نیایش است.



۷-مراجع

- ۱- Liao, T.Y., Hu, T.Y. and Ho, M.W. (۲۰۱۲) “Simulation studies of traffic management strategies for a long tunnel”, Journal of Tunnelling and Underground Space Technology, Vol.۲۷ No.۷, PP. ۱۲۳-۱۳۲.
- ۲- Elefteriadou, L., Kondyli, A., Washburn, S., Brilon, W., Lohoff, J., Jacobson, L., Hall, F. and Persaud, B. (۲۰۱۱) “Proactive Ramp Management Under the Threat of Freeway-Flow Breakdown”, Journal of Procedia Social and Behavioral Sciences, Vol.۶ No. ۱۶, PP.۴-۱۴.
- ۳- Zhang, L. and Levinson, D. (۲۰۱۰) “Ramp metering and freeway bottleneck Capacity”, Journal of Transportation Research Part A, No. ۴۴, PP. ۲۱۸-۲۳۰.
- ۴- Sarintorn, W. (۲۰۰۷) “Development and Comparative Evaluation of Ramp Metering Algorithms Using Microscopic Traffic Simulation”, Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, Vol.۷ No. ۵, PP. ۵۱-۶۲.
- ۵- Amundsen, F.H., Ranæs, G. (۲۰۰۰) “Studies on traffic accidents in Norwegian road tunnels” Journal of Tunnelling and Underground Space Technology, Vol.۱۵ No.۱, PP. ۳-۱۱.
- ۶- Balakrishna, R., Wen, Y., Ben-Akiva, M. and Antoniou, C. (۲۰۰۸) “Simulation-Based Framework for Transportation Network Management for Emergencies”, ۸۷th TRB Annual Meeting, Washington, DC.
- ۷- Hu, T.Y., Liao, T.Y., Chen, L.W., Huang, Y.K. and Chiang, M.L. (۲۰۰۷) “Dynamic simulation Assignment Model (DynaTAIWAN) Under Mixed Traffic Flows for ITS Applications”, ۸۶th Transportation Research Board Annual Meeting, Washington, DC.
- ۸- Hu, T.Y., Tong, CC., Liao, T.Y. and Chen, L.W. (۲۰۰۸) “Simulation-based dynamic traffic assignment model for mixed traffic flows”, ۸۷th Transportation Research Board Annual Meeting, Washington, DC.
- ۹- Zhang, L. (۲۰۰۷) “Individual and system-level traffic diversion impacts of freeway operations”, Journal of Transportation Research Board, No. ۲۰۱۲, PP. ۲۰-۲۹.
- ۱۰- Zhang, L. and Levinson, D. (۲۰۰۶) “Ramp meters on trial: evidence from the Twin Cities metering holidays”, Journal of Transportation Research ۴۰A, No. ۱۰, PP. ۸۱۰-۸۲۸.
- ۱۱- Zhang, L. and Levinson, D. (۲۰۰۴) “Some properties of flows at freeway bottleneck”, Journal of the Transportation Research Board, No. ۱۸۸۳, PP. ۱۲۲-۱۳۱.



Surveying the Effect of Ramp Control Strategy on Traffic Parameters in the Condition of Happening Accident in Urban Tunnel Areas Case Study: Niayesh and Resalat Tunnels, Tehran, Iran

Pouya mahmoudi kurdistani^۱, Shahin Shabani^۲, Mohamad bagher mohamadi^۳, mehdi hasanzadeh^۴, ali mahmoudian^۵

^۱ - M.Sc., Civil Engineering (Highway&Transportation), Rahyaft Andisheh Farda Consulting Engeeniers

^۲ - M.Sc., Civil Engineering (Highway&Transportation), Payame Noor university (Tehran North Branch)

Abstract

Happening accident in cities leads to cause some traffic difficulties in the streets which are in the effect zone of the traffic. Then it is necessary to apply traffic control and management methods for reducing these effects and in this case, applying Ramp Metering Strategy in traffic effect zones is one of the ordinary methods. Studying the influence of the strategy's effects on macroscopic and functional traffic parameters in the effect zone of Niayesh and Resalat tunnels when a major accident with the most critical situation is happened is the main aim of this paper. First of all in this research, tunnels zones have been simulated based on the given traffic data gathered from the morning rush hours (۲۰۱۳) and using software and then with defining three different scenarios, the amount of "Traffic Flow", "Whole Travel Tim", "Delay Time", "Stop Time", " Density" and "Average Speed" before and after the traffic occurrence and also applying Ramp Metering Strategy after the traffic or not, have been assessed. The consequences show that applying Ramp Metering Strategy in both zones of mentioned tunnels leads to improving traffic parameters. However, using the strategy in Resalat Tunnel has more effective results than another one.

Keywords: Ramp Metering Strategy, Accident, Effect Zone, Tunnel, Modelling

^۱ The Management of Road department of Rahyaft Andisheh Farda Consulting Engeeniers,
Pouya_kurdistani@hotmail.com

^۲ Assistant Professor in Engineering Faculty of Payame Noor Univestity (Tehran North Branch),
shabani@iust.ac.ir

^۳ Traffic expert in Traffic & Transportation Organization of Tehran Municipality,
Mbmohammadi۳۴۴@yahoo.com,

^۴ CEO of Rahyaft Andisheh Farda Cunsulting Engineers, M.hasanzadeh@rahyaftaf.ir,

^۵ Traffic expert in Traffic & Transportation Organization of Tehran Municipality,
Mahmoudian_eng@yahoo.com