اثرسنجی نقش تصادفات رخ داده در محدوده تونل‌های شهری بر خصوصیات ترافیک حوزه تاثیر؛ مطالعه موردی: تونل رسالت تهران

پویا محمودی کردستانی[۱]، شاهین شعبانی[۲]، مهدی حسن‌زاده اصفهانی[۳]

۱،۳- شرکت مهندسین مشاور رهیافت اندیشه فردا، جنت‌آباد خیابان مخبری پلاک ۲۰۶ واحد ۶، تهران، ایران

۳- دانشکده فنی‌مهندسی، دانشگاه پیام‌نور مرکز تهران شمال، تهران، ایران

پست الکترونیکی نویسنده رابط: Pouya_Kurdistani@hotmail.com

چکیده

هدف این مقاله بررسی میزان تاثیر تصادفات رخ داده در تونل های شهری بر پارامترهای ترافیکی محدوده تاثیر تونل ها می باشد. برای این کار تونل رسالت تهران به عنوان نمونه موردی، بررسی و شبیه‌سازی ترافیکی برای آن انجام شده است. شبیه‌سازی با استفاده از نرم افزار Aimsun انجام شده و با توجه به مطالعات موردی صورت گرفته، تصادفات در دو منطقه از تونل که بیشترین احتمال وقوع را دارند مدل شده اند. بنابراین براساس محل های وقوع تصادف، سناریوهای مختلفی برای مدل سازی تعریف گردیده است. تجزیه و تحلیل اطلاعات خروجی نرم افزار نشان داده است که وقوع تمامی حالت های تصادفات نسبت به حالت عدم وقوع تصادف موجب تضعیف پارامترهای ترافیکی می شوند؛ همچنین با مقایسه صورت گرفته میان حالت‌های مختلف تصادف نیز نشان داده شده است که وقوع تصادف در منطقه ۱ نسبت به وقوع آن در منطقه ۳ برای پارامترهای جریان ترافیک، زمان تاخیر، زمان توقف، چگالی جریان، و سرعت متوسط بحرانی‌تر می باشد؛ اما برای پارامتر کل زمان سفر، تصادف در منطقه ۳ شرایط بحرانی‌تری را به وجود می‌آورد. در مورد وقوع تصادف در هردو منطقه ۱ و ۳(به صورت همزمان) نیز کلیه پارامترها نسبت به حالت های وقوع تصادف در منطقه‌های ۱ و ۳ (به صورت جدا ازهم)، بحرانی‌تر تغییر می‌یابند.

کلمات کلیدی: تصادف، تونل های شهری، شبیه‌سازی، پارامترهای ترافیکی

۱–مقدمه

استفاده از وسایل نقلیه موتوری علاوه بر ایجاد راحتی و سهولت در حمل و نقل، مشکلات متعددی همچون معضلات ترافیکی، مشکلات زیست محیطی، آلودگی های صوتی، مصرف سوخت، مصرف منابع مالی کشور و غیره را در پی خواهد داشت. از این میان، معضلات ترافیکی ایجاد شده در ابعاد و سطوح مختلفی قابل بحث می باشند که یکی از مهمترین آن ها، بحث تصادفات می باشد.

در بسیاری از کشورهای جهان، از تونل های شهری به عنوان راه حلی کارآمد برای مقابله با شرایط خاص و سخت جغرافیایی و همچنین مرتبط ساختن فضاهای شهری با حداقل تخریب محیط اطراف، استفاده شده است. علی رغم این که بسیاری از فناوری های ساخت و ایمنی تونل به طور پیوسته در حال توسعه می باشند؛ به مساله تصادفات و حوادث در داخل تونل های شهری، به اندازه کافی توجه نشده است.

---

[۱] کارشناس دپارتمان راه شرکت مهندسین مشاور رهیافت اندیشه فردا

[۲] استادیار دانشگاه پیام‌نور مرکز تهران شمال

[۳] مدیرعامل شرکت مهندسین مشاور رهیافت اندیشه فردا

به این ترتیب و باتوجه به این‌که وقوع حوادث جدی داخل تونل از لحاظ ضایعات جانی، محیط زیست، آسیب به تونل و بی نظمی ترافیک بسیار هزینه بردار می باشد؛ لازم است به مطالعه در این زمینه توجه ویژه صورت گیرد[۱]. حوادث واقع شده در تونل های شهری از یک طرف به دلیل محدود بودن فضای داخل تونل و عدم امکان مانور وسایل نقلیه، و از طرف دیگر به دلیل حجم بالای تردد وسایل نقلیه در شهرها، دارای شرایط ویژه ای می باشد. با انجام شبیه‌سازی ترافیکی محدوده‌ی تونل‌های شهری، می‌توان اثر تصادفات را بر پارامترهای ترافیکی محدوده تاثیر تونل ها مورد بررسی قرارداد.

اصولا تصادفات وسایل نقلیه به دلیل تاثیر متقابل عوامل اصلی شامل رانندگان، ترافیک، طرح هندسی، وسیله نقلیه، و شرایط محیطی به‌وقوع می‌پیوندند[۲] و دارای انواع مختلفی از جمله تصادفات جلو به عقب، جلو به پهلو و غیره است[۳] که بررسی آن‌ها در ابعاد مختلفی قابل انجام است. یکی از مهم‌ترین جنبه‌های قابل بررسی در این زمینه بررسی نقش وقوع بحرانی‌ترین حالت تصادف در فضاهای مختلف شهری بر شرایط ترافیکی است؛ که از این میان تونل‌های شهری به عنوان یکی از فضاهای مهم شهری قابل بررسی می‌باشد. به این ترتیب آنچه در این مقاله بررسی شده نقش تصادفات به‌وقوع پیوسته در مناطق بحرانی تونل بر پارامترهای ترافیکی حوزه نفوذ، با استفاده از شبیه‌سازی ترافیکی است.

۲–تعریف مساله و اهداف تحقیق

در سالیان اخیر احداث تونل های شهری به عنوان یک استراتژی جهت گسترش شبکه بزرگراهی شهرهای ایران و به خصوص تهران، اتخاذ گردیده است. در پی استفاده از این استراتژی، مشکلاتی بر شبکه های ترافیکی تحمیل شده است که یکی از مهمترین این مشکلات، وقوع حوادث در داخل تونل های شهری است.

بنابراین با توجه به روند رو به رشد استفاده از تونل های شهری و وجود خلاء مطالعاتی در زمینه حوادث رخ داده در آن ها، این مقاله مطالعه خود را بر تصادفات واقع در تونل های شهری و اثراتی که این حوادث بر پارامترهای ترافیکی محدوده می گذرانند متمرکز نموده است.

۳–ادبیات موضوع

مدل های تصادفات ابزاری برای خلاصه کردن عوامل تاثیرگذار در حوادث، طبق اطلاعات گردآوری شده از داده های تصادف به همراه قضاوت مهندسی و فرضیات تحلیلی تدوین شده‌اند که می توانند در کاهش خسارت و تلفات ناشی از تصادفات مفید واقع شوند[۲]. در مورد مدل ترافیکی تصادفات تونل‌های شهری و تاثیر آن‌ها برخصوصیات ترافیک شبکه تاکنون پژوهشی در ایران صورت نگرفته است و پژوهش‌های حاضر با تکیه بر مدل‌های ریاضی تصادفات مطالب خود را پیگیری نموده‌اند. بنابراین در مطالعه‌ای توسط محمود عامری و همکاران(۱۳۸۴) با عنوان مدل ریاضی تصادفات جاده‌های دو خطه، مدل‌ها به دو نوع فیزیکی و انتزاعی تقسیم شده‌اند. براین اساس مدل‌های فیزیکی آن دسته از مدل‌هایی هستند که به راحتی قابل درک بوده و اکثریت پژوهشگران با آن مانوس هستند و مدل‌های انتزاعی به جای وسایل فیزیکی از نمادها برای نمایش موقعیت روابط واقعی استفاده می‌کنند. در مقاله تهیه شده توسط کامران رحیم‌اف و شیوا آصف (۱۳۹۰) نیز به مدل ریاضی تصادفات تونل رسالت تهران پرداخته شده است. براساس این پژوهش تونل‌های واقع در بزرگراه‌ها نسبت به سایر بخش‌های بزرگراه از ایمنی بالاتری برخوردار هستند که یکی از دلایل این امر ساخت آن‌ها با سطح استاندارد بالاتر تشخیص داده شده است. وقوع تصادفات در تونل‌ها نسبت به سایر بخش‌های بزرگراه به لحاظ کمی کمتر، اما شدت آن‌ها بیشتر شناسایی گردیده است. براساس مطالعه انجام شده حجم ترافیک و سرعت، موثرترین عوامل تصادف در تونل‌های بزرگراهی می‌باشند؛ در مطالعه موردی صورت گرفته، پارامتر زمان با تعداد تصادفات رابطه معکوس و با پارامترهای سرعت و حجم ترافیک رابطه مستقیم داشته است.

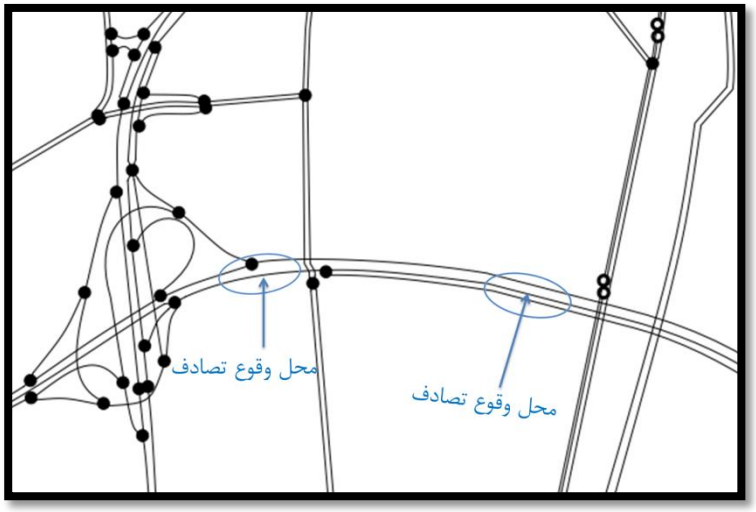
در بخش پژوهش‌های خارجی تنها موردی که به بحث شبیه‌سازی اثر تصادفات تونل های شهری پرداخته است؛ مقاله تهیه شده توسط تسای یان لیائو و همکاران(۲۰۱۲) با عنوان مطالعه مدل‌سازی روش‌های مدیریت ترافیک تونل‌های طویل می‌باشد. در این مقاله بحث پیرامون روش‌های مدیریت ترافیک در حالت وقوع تصادف گسترش یافته و مطلبی به تعیین بحرانی‌ترین حالت تصادف اختصاص نیافته است. این پژوهش با رویکرد اجتناب‌ناپذیر بودن حوادث در داخل تونل‌های شهری به ارایه روش‌های مدیریت ترافیک پرداخته است. با مقایسه‌ای که میان پارامترها در حالت وقوع حادثه و عدم وقوع حادثه انجام شده است نتیجه حکایت از آن دارد که چگالی متوسط و سرعت متوسط در حالت وقوع

حادثه به ترتیب حدود ۳/۵ برابر افزایش و ۱۷ درصد کاهش داشته‌اند. مطالعه انجام شده توسط آماندسن و همکاران (۲۰۰۰) تحت عنوان مطالعه تصادفات ترافیکی در تونل های کشور نروژ، تونل ها به ۴ منطقه تقسیم بندی شده‌اند که براساس آن منطقه ۱ شامل ۵۰ متر خارج از ورودی تونل، منطقه ۲ شامل ۵۰ متر داخلی ورودی تونل، منطقه ۳ شامل ۱۰۰ متر بعد از ورودی تونل و منطقه ۴ به بخش میانی تونل اختصاص دارد. براساس مطالعه ای که در این مقاله بر روی۵۲۰ تونل در کشور نروژ انجام شده است؛ بیشترین فراوانی تصادفات به مناطق ۱ و ۳ اختصاص یافته است.

۴–روش تحقیق

در این مقاله تونل رسالت تهران به عنوان نمونه موردی انتخاب و برای تعریف محدوده تأثیر آن، ابتدا و انتهای تونل، بزرگراه‌های مرتبط با تونل، و بزرگراه‌های اصلی موازی با تونل به عنوان محدوده مطالعاتی انتخاب گردیده است.

این مطالعه با روش شبیه‌سازی ترافیکی توسط نرم‌افزار Aimsun انجام شده است. برای انجام شبیه‌سازی ۴ سناریو تعریف شده که سناریو اول مربوط به حالت پایه و سناریوهای دوم الی چهارم مربوط به حالت های مختلف تصادف می باشند. براساس مطالعه صورت گرفته توسط آماندسن(۲۰۰۰)، تصادف ها در منطقه ۱(۵۰ متر خارج از ورودی تونل) و منطقه ۳(۱۰۰ متر بعد از ورودی تونل) که بیشترین احتمال وقوع را دارند مدل گردیده اند. در شبیه سازی انجام شده سانحه‌ها در بحرانی‌ترین جهت حرکتی تونل یعنی جهت غرب به شرق قرار داده شده‌اند. در شکل ۱ محل دقیق وقوع حوادث در محیط نرم افزار Aimsun نشان داده شده است.



شکل ۱- محل وقوع تصادف در محدوده تونل

تصادف ها ۱۰ دقیقه پس از اجرای شبیه‌سازی شروع، به مدت ۲۰ دقیقه به طول انجامیده و مقطعی به طول ۱۵ متر را دچار اختلال نموده‌اند؛ بنابراین سناریوهای شبیه‌سازی به صورت زیر تعریف شده است.

- سناریو اول: اجرای مدل برای ساعت اوج ترافیک صبحگاهی (۷:۰۰-۸:۰۰) در حالت عدم وقوع تصادف در داخل تونل 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 در منطقه ۱ تونل و تعیین خصوصیات ترافیک محدوده مطالعاتی شامل **جریان ترافیک، کل زمان سفر، زمان تاخیر، زمان توقف، چگالی جریان، سرعت متوسط**

- سناریو سوم: اجرای مدل برای ساعت اوج ترافیک صبحگاهی (۷:۰۰-۸:۰۰) در حالت وقوع تصادف در منطقه ۳ تونل و تعیین خصوصیات ترافیک محدوده مطالعاتی شامل **جریان ترافیک، کل زمان سفر، زمان تاخیر، زمان توقف، چگالی جریان، سرعت متوسط**
- سناریو چهارم: اجرای مدل برای ساعت اوج ترافیک صبحگاهی (۷:۰۰-۸:۰۰) در حالت وقوع تصادف در مناطق ۱ و ۳ تونل به صورت هم زمان و تعیین خصوصیات ترافیک محدوده مطالعاتی شامل **جریان ترافیک، کل زمان سفر، زمان تاخیر، زمان توقف، چگالی جریان، سرعت متوسط**

۵-یافته های تحقیق، تجزیه و تحلیل آن ها

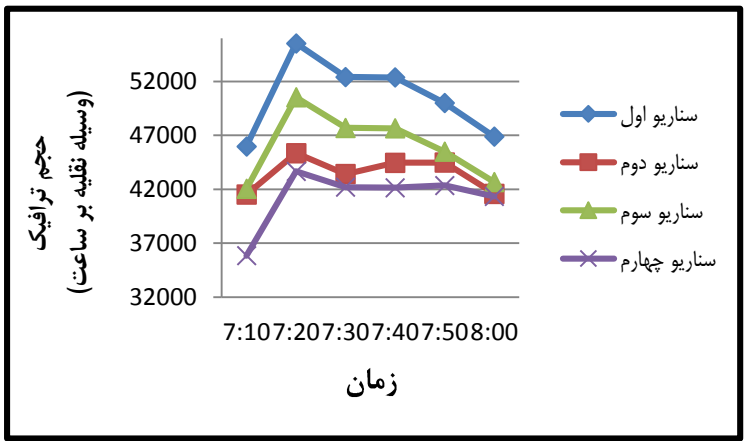
براساس سناریوهای تعریف شده، اطلاعات خروجی شبیه سازی در جدول ۱ خلاصه گردیده است. در نمودارهای ارائه شده نیز ضمن نشان دادن تغییرات پارامترهای ترافیکی در بازه های زمانی ۱۰ دقیقه ای، سناریوها با هم مقایسه گردیده اند.

جدول ۱- اطلاعات خروجی شبیه سازی

سناریو	شاخص					
	جریان ترافیک (veh/hr)	کل زمان سفر (hr)	زمان تاخیر (sec/km)	زمان توقف (sec/km)	چگالی جریان (veh/km)	سرعت متوسط (km/hr)
سناریو اول (بدون حادثه)	۵۰۵۲۲	۵۷۹/۸۱	۶۰/۴۱	۳۸/۷۲	۳۷/۷۹	۴۷/۱۴
سناریو دوم (حادثه در منطقه ۱)	۴۳۴۶۳	۶۷۵/۰۳	۷۶/۴۷	۴۹/۴۵	۴۴/۳۷	۲۸/۴۲
سناریو سوم (حادثه در منطقه ۳)	۴۶۰۰۹	۷۱۴/۵۷	۶۱/۹۲	۴۰/۱۹	۴۰/۱۷	۳۱/۸۹
سناریو چهارم (حادثه در منطقه ۱+۳)	۴۱۲۵۲	۷۸۲/۷۵	۸۸/۸۱	۵۷/۹۶	۴۹/۹۲	۲۵/۲۷

الف) جریان ترافیک

با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۱ مشاهده می‌شود که جریان ترافیک در سناریو های دوم، سوم، و چهارم نسبت به سناریو اول به ترتیب ۱۴ درصد، ۹ درصد و ۱۹ درصد کاهش یافته است.

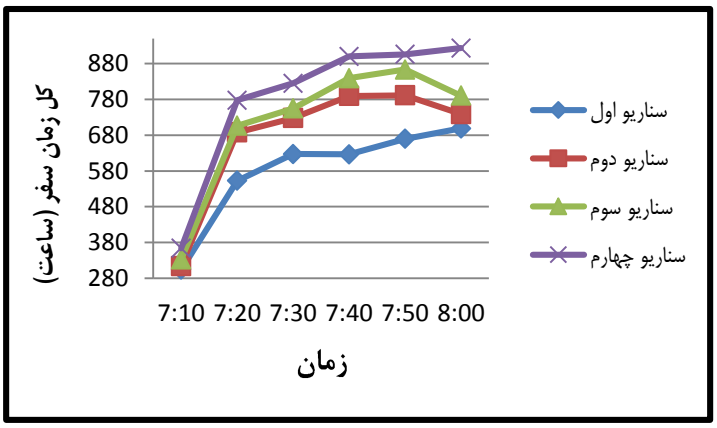


شکل۲- تغییرات جریان ترافیک در بازه های ۱۰ دقیقه ای در مدت زمان اجرای مدل

با توجه به شکل ۲ مشاهده می شود که پس از ۱۰ دقیقه از شروع اجرای مدل، مقدار جریان ترافیک سناریو های دوم و سوم مشابه، و سناریو چهارم دارای مقدار کمتری نسبت به آن‌ها است. پس از آن تا ساعت ۷:۲۰ شیب نمودارهای هر سه سناریو مثبت بوده و جریان ترافیک افزاینده است. در بازه زمانی ۷:۲۰ تا ۷:۵۰ نمودار تغییرات جریان ترافیک برای سناریوهای دوم و چهارم تقریبا ثابت شده و از ۷:۵۰ تا ۸:۰۰ دارای شیب منفی می‌شود. در مورد سناریو سوم می‌توان گفت که منحنی تغییرات آن در مدت زمان اجرا دارای نوسانات بیشتری نسبت به سناریوهای دوم و چهارم است؛ به‌طوریکه در بازه زمانی ۷:۲۰ تا ۷:۳۰ منحنی دارای شیب منفی، از ۷:۳۰ تا ۷:۴۰ شیب منحنی نزدیک به صفر (منحنی تقریبا خطی است)، و از ۷:۴۰ تا پایان اجرای مدل شیب منفی شده است. لازم به ذکر است همانطور که در جدول نیز ارایه شد؛ مقدار پارامتر مورد نظر برای سناریو اول دارای بیشترین مقدار بوده که نمودار تغییرات آن نیز این مطلب را تصدیق می‌نماید.

ب)کل زمان سفر

جدول ۱ نشان می دهد که کل زمان سفر در سناریو های دوم، سوم، و چهارم نسبت به سناریو اول به ترتیب، ۱۶ درصد، ۲۳ درصد و ۳۵ درصد افزایش یافته است.

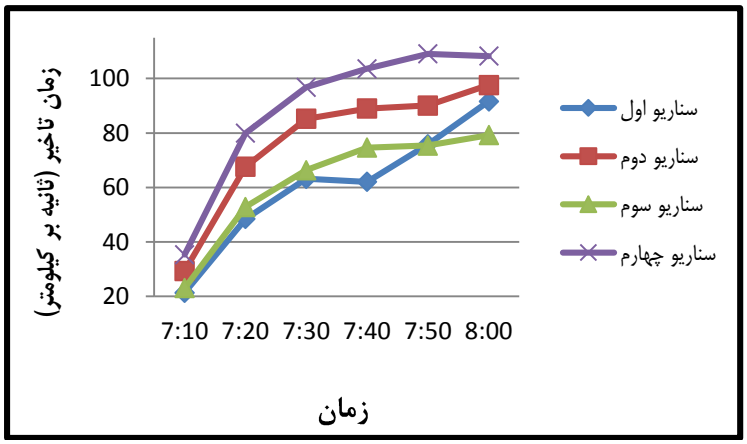


شکل۳- تغییرات کل زمان سفر در بازه های ۱۰ دقیقه ای در مدت زمان اجرای مدل

در شکل ۳ مشاهده می شود که در ساعت ۷:۱۰ مقدار پارامتر کل زمان سفر برای همه ی سناریوها مشابه است و در بازه زمانی ۷:۱۰ تا ۷:۲۰ تغییرات همه‌ی سناریوها دارای شیب مثبت بوده؛ به‌طوریکه مقدار پارامتر مورد اشاره برای آن‌ها جهش چشم‌گیری داشته است. با گذشت زمان نمودار سناریوهای دوم و سوم مشابه عمل نموده و روند تغییرات آن‌ها در بازه زمانی ۷:۲۰ تا ۷:۵۰ صعودی (نمودارها دارای شیب مثبت است)، و از ۷:۵۰ تا ۸:۰۰ به صورت نزولی (نمودار با شیب منفی) است. در مورد سناریو چهارم نیز می‌توان گفت که از ۷:۲۰ تا پایان زمان اجرای مدل نمودار آن کلا به صورت صعودی رفتار نموده است. لازم به ذکر است که کلیه سناریوها دارای مقادیر بیشتری نسبت به سناریو اول می‌باشند و درمورد سناریو اول می‌توان گفت که روند تغییرات آن در بازه زمانی ۷:۱۰ تا ۷:۳۰ صعودی (اما باشیب متغییر)، از ۷:۳۰ تا ۷:۴۰ نزولی، و از ۷:۴۰ تا پابان زمان اجرا به صورت صعودی پی‌گیری شده است.

پ)زمان تاخیر

براساس جدول ۱ مشاهده می شود که زمان تاخیر در سناریو های دوم، سوم، و چهارم نسبت به سناریو اول به ترتیب، ۲۶ درصد، ۲ درصد و ۴۷ درصد افزایش یافته است.

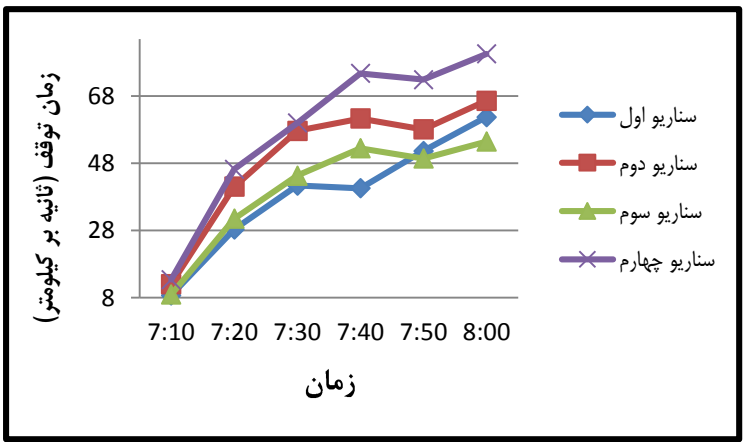


شکل۴- تغییرات زمان تاخیر در بازه های ۱۰ دقیقه ای در مدت زمان اجرای مدل

براساس شکل ۴، برای سناریوهای دوم، سوم، و چهارم در کل مدت زمان اجرا، نمودار آن‌ها دارای شیب مثبت است که مقدار آن دربازه زمانی ۷:۱۰ تا ۷:۲۰ بیشینه بوده و پس از آن به مرور کاهش یافته و به تبع آن اندازه تغییرات زمان تأخیر نیز کمتر شده است. در مورد سناریو اول می‌توان گفت که با توجه به شیب نمودار آن، مقدار زمان تأخیر در بازه زمانی ۷:۱۰ تا ۷:۳۰ افزایش، از ۷:۳۰ تا ۷:۴۰ کاهش، و پس از آن دوباره افزایش یافته است. لازم به ذکر است که افزایش این پارامتر (برای سناریو اول) در بازه زمانی ۷:۵۰ تا ۸:۰۰ به گونه‌ای بوده که مقدار آن فراتر از سناریو سوم شده است.

ت)زمان توقف

جدول ۱ نشان می دهد که زمان توقف در سناریو های دوم، سوم، و چهارم نسبت به سناریو اول به ترتیب ۲۷ درصد، ۳ درصد و ۴۹ درصد افزایش نشان می دهد.

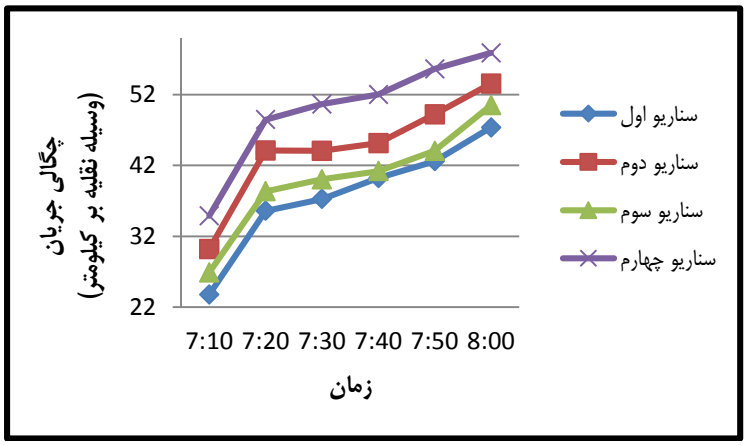


شکل۵- تغییرات زمان توقف در بازه های ۱۰ دقیقه ای در مدت زمان اجرای مدل

با توجه به شکل ۵ می توان دریافت که برای این پارامتر نیز در زمان ۷:۱۰ کل سناریوها دارای مقدار مشابه می‌باشند. اما باتوجه به شکل، نحوه تغییرات نمودار برای سناریوهای دوم، سوم، و چهارم مشابه بوده است ضمن اینکه در طول مدت زمان اجرای مدل، از بین سه سناریو مورد اشاره سناریو چهارم دارای بیشترین مقدار، و سناریو سوم دارای کمترین مقدار است. در مورد سناریو اول نیز باید گفت که مقدار آن از ۷:۱۰ تا ۷:۳۰ افزایش، از ۷:۳۰ تا ۷:۴۰ کاهش، و از ۷:۴۰ تا پایان زمان اجرا افزایش داشته و در بازه زمانی ۷:۵۰ تا ۸:۰۰ دارای مقدار بیشتری نسبت به سناریو سوم است.

ث)چگالی جریان

با توجه به نتایج ارائه شده در جدول مشاهده می شود که چگالی جریان در سناریو های دوم، سوم، و چهارم نسبت به سناریو اول به ترتیب ۱۷ درصد، ۶ درصد و ۳۲ درصد افزایش یافته است.

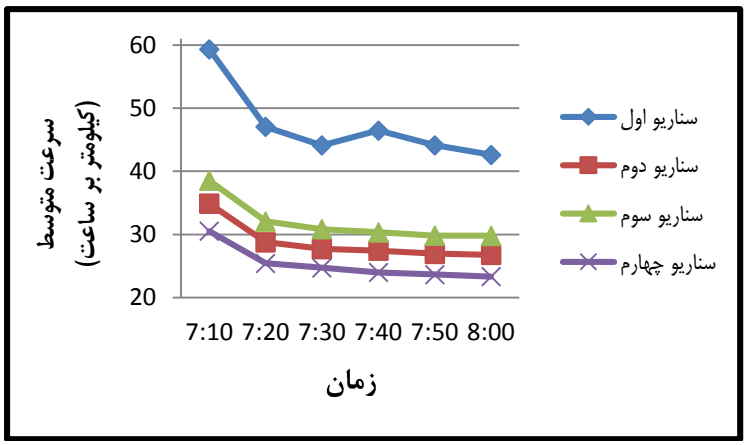


شکل۶- تغییرات چگالی جریان در بازه های ۱۰ دقیقه ای در مدت زمان اجرای مدل

با توجه به شکل ۶ مشاهده می‌شود که نوع تغییرات انجام شده برای کل سناریوها مشابه می‌باشد و در کل مدت زمان اجرا، سناریو چهارم دارای بیشترین مقدار، و سناریو اول دارای کمترین مقدار است. تغییرات چگالی جریان در فاصله زمانی ۷:۱۰ تا ۷:۲۰ جهش داشته و از ۷:۲۰ تا ۸:۰۰ تغییرات پارامتر مذکور صعودی اما با شیب کمتر بوده است.

ج)سرعت متوسط

با توجه به نتایج ارائه شده در جدول مشاهده می شود که سرعت متوسط در سناریو های دوم، سوم، و چهارم نسبت به سناریو اول به ترتیب، ۴۰ درصد، ۳۳ درصد و ۴۷ درصد کاهش یافته است.



شکل۷- تغییرات سرعت متوسط در بازه های ۱۰ دقیقه ای در مدت زمان اجرای مدل

نمودار تغییرات سرعت متوسط نشان می دهد که در تمام مدت اجرای مدل مقادیر سرعت متوسط سناریو اول بیش از سناریوهای دوم الی چهارم است. تغییرات صورت گرفته برای سناریوهای دوم، سوم، و چهارم مشابه بوده و برای این سه سناریو در کل مدت زمان اجرا، سناریو سوم دارای بیشترین مقدار و سناریو چهارم دارای کمترین مقدار است. برای سناریوهای مربوط به وقوع حادثه (سناریوهای ۲-۴)، در بازه زمانی

۷:۱۰ تا ۷:۲۰ نمودار به طور چشم‌گیری افت نموده؛ اما پس از آن شیب نمودارها نزدیک به صفر شده است. برای سناریو اول نیز می‌توان گفت که سرعت متوسط در بازه زمانی ۷:۱۰ تا ۷:۳۰ کاهش، از ۷:۳۰ تا ۷:۴۰ افزایش، و پس از آن تا پایان اجرای مدل کاهش داشته است.

۶–نتیجه‌گیری

با توجه به تجزیه و تحلیل های صورت گرفته می توان نتیجه گرفت که به طور کلی وقوع تصادف سبب ایجاد مشکل در عملکرد ترافیکی شبکه می شود. براساس نتایج شبیه‌سازی، هر سه حالت تصادف موجب تضعیف پارامترهای ترافیکی محدوده تاثیر تونل می شوند؛ با مقایسه حالت های مختلف تصادف می توان به این نتیجه رسید که وقوع تصادف در منطقه ۱ نسبت به وقوع آن در منطقه ۳ پارامترهای جریان ترافیک، زمان تاخیر، زمان توقف، چگالی جریان، و سرعت متوسط را بحرانی تر تغییر می دهند؛ اما برای پارامتر کل زمان سفر، تصادف در منطقه ۳ شرایط بحرانی تری را به وجود می آورد. در مورد وقوع تصادف در هردو منطقه ۱ و ۳(به صورت همزمان) نیز کلیه پارامترها نسبت به حالت های وقوع تصادف در منطقه های ۱ و ۳ (به صورت جدا ازهم)، بحرانی تر تغییر می یابند.

مراجع

۱-آصف، شیوا. ، رحیم اف، کامران.، مدل ریاضی تصادفات تونل های واقع در بزرگ راه های شهری (مطالعه موردی تونل رسالت – شهر تهران)، ۱۳۹۰، کنفرانس بین المللی انجمن لجستیک ایران، تهران، ۱-۱۸

۲-پژوهشنامه حمل و نقل، ۱۳۸۴، مدل ریاضی تصادفات جاده های دو خطه برون شهری استان بوشهر با توجه به ویژگی های رویه راه، شماره دو، ۱-۱۴

۳-قاسمی نوقابی، مسعود. ، آیتی، اسماعیل.، مدل های پیش بینی فراوانی انواع تصادفات خسارتی در تقاطع های چهارشاخه چراغ دار درون شهری، ۱۳۸۹، دهمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، تهران، ۱-۱۸

٤-Tunnelling and Underground Space Technology, ۲۰۱۲, Simulation Studies of traffic management strategies for a long tunnel, ۲۷, ۱۲۳-۱۳۲.

٥- Tunnelling and Underground Space Technology, ۲۰۰۰, Studies on traffic accidents in Norwegian road tunnels, ۱٥, ۳-۱۱.

٦- Tunnelling and Underground Space Technology, ۲۰۰۹, Characteristics of traffic accidents in Chinese freeway tunnels, ۲٤, ۳٥۰-۳٥٥.

۷-Balakrishna, R., Wen, Y., Ben-Akiva, M., Antoniou, C., ۲۰۰۸, Simulation – Based Framwork for Transportation Network Management for Emergencies. ۸۷th Transportation Research Board Annual Meeting, ۲۳٥-۲٤۷.

۸- Tong, CC., Liao, TY., Chen, LW., ۲۰۰۸, Simulation – Based dynamic traffic assignment model for mixed traffic flows. ۸۷th Transportation Research Board Annual Meeting, ۲٥٤-۲٦٦.

۹- Liao, TY., Chen, LW., Huang, YK., Chiang, ML., ۲۰۰۷, Dynamic simulation-Assignment Model Under Mixed Traffic Flows for ITS Applications. ۸٦th Transportation Research Board Annual Meeting, ۱۳٤-۱٤٥.

۱۰- Tong, CC., Liao, TY., Chen, LW., Huang, YK., Chiang, ML., ۲۰۰۹, Validation and Calibration of DynaTAIWAN in urban networks for real-time operations. Institute of Transportation , Ministry of transportation and Communications (in Chinese).