Archive of SID

مقایسه عملکرد و ایمنی آزادراه‌ها با و بدون محدودسازی وسایل نقلیه سنگین با استفاده از شبیه‌سازی نرم‌افزاری

عبدالرضا شیخ‌الاسلامی، استادیار، دانشکدهٔ مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران
علی محمد باغ‌علیشاهی*، دانش‌آموختهٔ کارشناسی‌ارشد، دانشکدهٔ مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران
علی اصغر گهرپور، دانشجوی دکترا، دانشکدهٔ مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

E-mail: baghalishahi@gmail.com
دریافت: ۱۳۹۰/۰٤/۰۹- پذیرش: ۱۳۹۰/۰۹/۰٦

چکیده

به دلیل رشد روزافزون حمل و نقل کالا و حرکت بسیار زیاد کامیون‌ها و وسایل نقلیه سنگین، مسیرهای پر تردد آزادراهی با کاهش سطح ایمنی همراه شده است. در نتیجه بررسی جداسازی یا ایجاد محدودیت عبور برای وسایل نقلیه سنگین از وسایل نقلیه سواری به منظور کاهش برهم‌کنش آنها، با استفاده از تکنیک خطوط ویژه یا محدودیت خط برای وسایل نقلیه سنگین ضروری به نظر می‌رسد. محدودیت خط برای وسایل نقلیه سنگین، روشی است که در کشور ما مورد استفاده قرار می‌گیرد ولی مطالعه‌ای در ارتباط با آن صورت نگرفته است. در دنیا نیز تلاش‌های اندکی در رابطه با ارایه یک معیار مناسب فراگیر برای تشخیص لزوم یا عدم لزوم استفاده از محدودیت خط در یک آزادراه یا بزرگراه مطرح شده است. در این تحقیق به بررسی وجود یا نبود محدودیت خط در آزادراه‌های ایران و مقایسه این دو حالت پرداخته شده و میزان تأثیر چندین پارامتر در این فرآیند، بررسی شده است. در همین راستا برای شبیه‌سازی، از نرم‌افزار ترافیکی VISSIM استفاده شده و برای مطالعه موردی نیز محدوده‌ای از مسیر آزادراه تهران-قم بررسی شده است. همچنین برای بررسی ایمنی از نرم‌افزار SSAM استفاده شده و برای مطابقت با شرایط محلی، کالیبراسیون و اعتبارسنجی مدل، مورد بررسی قرار گرفته است. برای این تحقیق وجود محدودیت خط برای وسایل نقلیه سنگین از نظر عملکردی حدود ٤ درصد مناسب‌تر و از لحاظ ایمنی بر خلاف انتظار تا حدی ضعیف‌تر از حالت عدم وجود محدودیت خط می‌باشد که می‌توان افزایش برخوردها و کاهش ایمنی پس از ایجاد محدودیت خط را به تجمع وسایل نقلیه سنگین در خطوط سمت راست و پیچیده شدن تغییر خط خودروهای سواری برای خروج از آزادراه و وارد شدن به رمپ خروجی مرتبط دانست.

واژه‌های کلیدی: شبیه‌سازی، VISSIM، محدودیت خط، وسایل نقلیه سنگین، معیار عملکردی و ایمنی

۱- مقدمه

آزادراه‌ها عموماً برای ترکیبی از جریان ترافیک که شامل ماشین‌های سواری، کامیون، اتوبوس و غیره هستند، طراحی می‌شود. این حقیقت که اثرات این وسایل نقلیه مختلف یکسان نیستند، مشکلاتی را از لحاظ عملکردی و ایمنی در آزادراه‌ها به‌وجود آورده است. یک رویکرد معمول برای کاهش تأثیرات حرکت ترافیکی وسایل نقلیه سنگین بر آزادراه‌ها، منع‌کردن حرکت آنها در خطوط مشخص می‌باشد که باعث کاهش برهم‌کنش بین وسایل نقلیه سنگین و سایر وسایل نقلیه و همچنین جبران اثرات آنها در مشخصات عملکردی می‌شود. کارایی محدودیت‌های مختلف خط برای وسایل نقلیه سنگین

* نویسنده مسئول

www.SID.ir

Archive of SID

تحت شرایط ترافیکی و هندسی مختلف، متفاوت است. بنابراین، یک تخمین مناسب از کارایی عملکردی و ایمنی محدودیت‌های مختلف خط تحت شرایط متداول برای کمک به تصمیم‌گیری مناسب، در تعیین نوع محدودیت ضروری است. رانندگان از این مسئله که با دیدن اندازه بزرگ کامیون‌ها دچار رعب و وحشت می‌شوند و به‌وسیله نیروی باد ایجاد شده توسط کامیونی که از کنار آنها عبور می‌کند می‌ترسند، شکایت دارند. آنها همچنین از اینکه با فاصله کم در کنار کامیون‌ها در حال حرکت هستند، احساس راحتی نمی‌کنند (Grenzeback et al., 1990). تأثیر مشاهده شده از کامیون‌های بزرگ به‌دلیل اندازه بزرگ و قابلیت دید زیاد آنها در جریان ترافیک بیشتر از وسیله نقلیه معادل است. این عوامل گرچه از لحاظ واقعی مشکلی نداشته باشند ولی از لحاظ روانشناسی برای رانندگان، مانع به حساب می‌آیند (Zaviona , Urbanik II and Hinashaw, 1991). محدودیت می‌تواند روی یک خط یا بیشتر و در سمت راست یا چپ آزادراه اعمال شود. یک تخمین مناسب از کارایی عملکردی نوع محدودیت اعمال شده، ورودی مهمی برای برنامه‌ریزی و سیاست گزاری‌ها به حساب می‌آید.

۲- مواد و روش انجام تحقیق

در این تحقیق مدل‌های کارایی عملکردی و ایمنی مورد بررسی، می‌توانند برای کمک به تعیین کارآمدترین محدودسازی وسایل نقلیه سنگین در یک آزادراه تحت شرایط متداول به‌کار گرفته شوند. معیارهای کارایی عملکردی و ایمنی بررسی‌شده در این تحقیق شامل سرعت متوسط، قابلیت عبوردهی، زمان سفر، تغییر خط، اختلاف سرعت بین خطوط و زمان تا برخورد (TTC)[1] و شرایط متداول نیز شامل تعداد خطوط، شیب، حجم آزادراه و رمپ و همچنین درصد وسایل نقلیه سنگین می‌باشد.

روش انجام این تحقیق شبیه‌سازی با استفاده از نرم‌افزار بوده که الگوریتم شبیه‌سازی آن به شرح زیر است:

- انتخاب یک سناریوی مشخص؛
- ورود اطلاعات به نرم‌افزار و ساخت مسیر شبیه‌سازی؛
- اجرای نرم‌افزار؛
- استخراج نتایج و داده‌های خروجی؛
- در صورتی‌که نتایج خروجی از دقت مناسبی برخوردار نباشند می‌بایست زمان شبیه‌سازی را افزایش داد و برنامه را مجدداً اجرا کرد، در غیر این‌صورت رفتن به مرحله بعد؛
- میانگین‌گیری از داده‌های خروجی؛
- ذخیره‌سازی داده‌های ورودی و خروجی جهت انجام تحلیل نهایی؛
- بازگشت به مرحله اول و تغییر در سناریو و اعمال شرایط جدید و در صورتی‌که تمام سناریوها وارد شده باشند رفتن به مرحله بعد.

۳- انتخاب شبیه‌ساز ترافیکی مناسب

در این تحقیق با بررسی انواع نرم‌افزارهای مختلف و بررسی نقاط ضعف و قوت هر کدام و همچنین با توجه به اینکه نرم‌افزار منتخب می‌بایست توانایی این را داشته باشد که سناریوهای مختلف موجود در این تحقیق را مدل کند، نرم‌افزار مناسب انتخاب شده است. نرم‌افزار شبیه‌سازی ریزنگر VISSIM دارای مدل روانی- جسمانی[2] می‌باشد و خصوصیت ذکر شده این مدل را قادر می‌سازد که رفتار بهتری از رفتار رانندگان را در مسیر نسبت به سایر مدل‌ها در دیگر شبیه‌سازها از خود نشان دهد (VISSIM 5.0 User Manual, 2009). نرم‌افزار VISSIM، مخفف آلمانی برای "شبیه‌سازی ترافیک در شهرها" می‌باشد که جزء مدل‌های شبیه‌سازی میکروسکوپیک به‌شمار می‌آید (Sijong Jo, 2003).

در رابطه با بحث ایمنی نیز ذکر این نکته الزامی است که ایمنی جاده‌ها اغلب با پیگیری و تحلیل تصادفات وسایل نقلیه که توسط پلیس گزارش می‌شوند، مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. با توجه به طبیعت غیرتناوبی و احتمالاتی بودن تصادفات، روند مذکور برای ارزیابی ایمنی جاده‌های در دست احداث نمی‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد. در این رابطه SSAM نرم‌افزاری است که با تحلیل تداخل ترافیک، ایمنی ترافیک را ارزیابی می‌کند. منظور از تداخل، زمانی است که دو کاربر جاده، بدون عملی که منجر به گریز شود در موقعیت برخورد قرار می‌گیرند.

www.SID.ir

Archive of SID

٤- معرفی سایت مورد مطالعه

با توجه به پیچیدگی و هزینه‌بر بودن برداشت میدانی با استفاده از دوربین‌های فیلم‌برداری و دسترسی نداشتن به نرم‌افزارهای پردازش تصویر، تصمیم گرفته شد که از اطلاعات به دست آمده از لوپ‌های موجود در راه‌های برون‌شهری مربوط به سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای استفاده شود. با توجه به موضوع تحقیق و اینکه بحث محدودیت خط برای جاده‌های کمتر از سه خط مفهوم پیدا نمی‌کند، آزادراه تهران- قم به عنوان مسیر مورد نظر انتخاب شده است. اطلاعات مورد استفاده شامل حجم عبوری و سرعت به تفکیک وسیله نقلیه در هر خط می‌باشد. در شکل (۱) نمایی از محدوده مورد مطالعه نشان داده شده است.

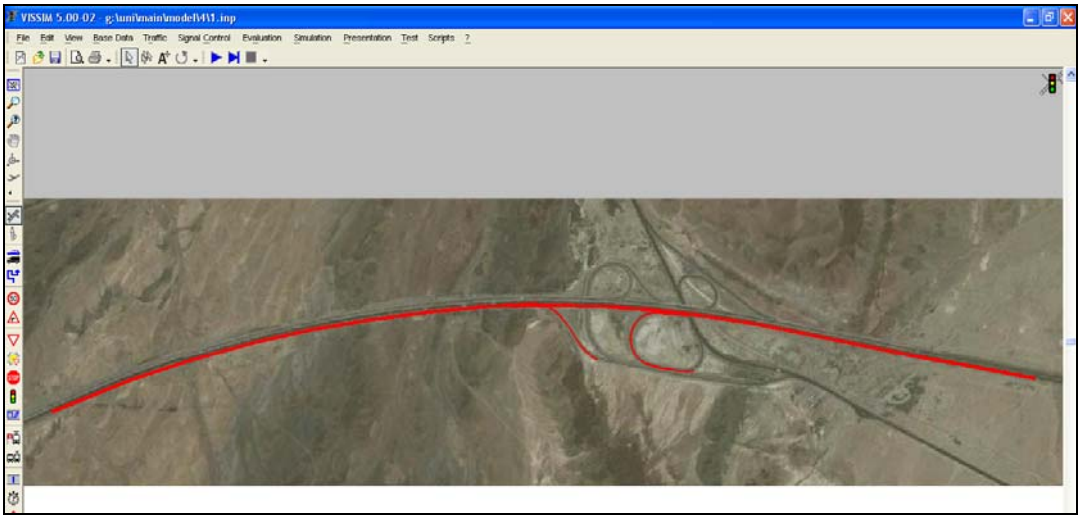
همان‌گونه که از شکل مشخص است، این مسیر (تهران به قم) ابتدا دارای یک رمپ خروجی و سپس یک رمپ ورودی می باشد. دلیل انتخاب این سایت، به این مسئله برمی گردد که محدودیت خط از سمت چپ برای وسایل نقلیه سنگین باعث انتقال آنها به خطوط سمت راست می‌شود و اگر در این حین، تغییر خط اجباری نیز داشته باشیم (خروج ماشین های سواری از رمپ خروجی و ورود از رمپ ورودی) بهتر می‌توان به مقایسه آزادراه ها با و بدون در نظرگرفتن محدودیت خط برای وسایل نقلیه سنگین پرداخت.

٥- تعیین و تنظیم خروجی‌های مورد نظر

با توجه به اینکه در این تحقیق، مقایسه انواع سناریوهای مختلف هم از لحاظ ایمنی و هم از لحاظ عملکردی صورت گرفته است، شاخص‌های استفاده شده به دو گروه تقسیم شده‌اند. در بررسی تحقیق به لحاظ عملکردی از معیارهایی از قبیل سرعت، قابلیت عبوردهی و زمان سفر و به لحاظ ایمنی از معیارهای تعداد تغییر خط، اختلاف سرعت بین خطوط و زمان تا برخورد استفاده شده است. معیار زمان سفر از میانگیری زمان سفر تمام خودروها به استثنای خودروهای ورودی از رمپ و خروجی به رمپ محاسبه شده است، در حقیقت خودروهایی که از ابتدای مسیر آزادراه شروع به حرکت کرده و به انتهای مسیر آزادراه برسند، در محاسبه زمان سفر تأثیرگذار خواهند بود. همچنین معیار تغییر خط از مجموع تعداد تغییر خط کل وسایل نقلیه موجود در شبکه به‌دست آمده است و سایر معیارها نیز برای مقطعی از مسیر که به قبل از رمپ خروجی برمی‌گردد، محاسبه شده‌اند که در شکل ۲ این مقطع مشخص شده است.

در این تحقیق، سعی شده از معیار زمان تا برخورد (TTC) در سطح کل شبکه برای مقایسه ایمنی هر یک از سناریوها استفاده شود. TTC فاصله زمانی است که انتظار می‌رود طول بکشد تا دو وسیله نقلیه، چنان‌چه کماکان با سرعت های فعلی خود در خط جاری به حرکت خود ادامه دهند، با یکدیگر برخورد نمایند (Lili Pu, and Rahul Joshi, 2008) . TTC شاخصی است که تا به حال بیشتر از سایر شاخص‌ها در نرم‌افزار SSAM استفاده شده و برای محاسبه آن سرعت‌ها ثابت در نظر گرفته شده است (SWOV Institute for Road Safety Research, 2008).

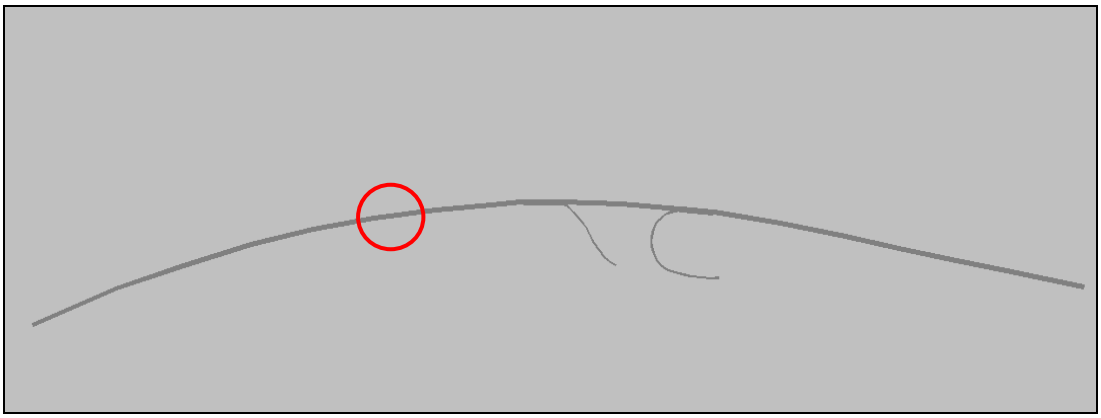
در این تحقیق آستانه TTC، ۱/۵ ثانیه منظور شده است، این بدین معنی است که نرم‌افزار همه TTC هایی را که بیشتر از ۱/۵ باشد در محاسبات وارد نخواهد کرد.



شکل ۱. نمایی از مدل سایت مورد مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. مقطع استخراج برخی از معیارهای عملکردی و ایمنی در شبکه

٦- کالیبراسیون

٦-١- تعیین پارامترهای کالیبراسیون

نرم‌افزار VISSIM شامل دو نوع مختلف مدل رانندگی می‌شود و با توجه به کتاب راهنمای نرم‌افزار، مدل Wiedemann99 برای این نوع شبکه آزادراهی مناسب است. بنابراین، تمام پارامترهای این مدل و همچنین مدل تغییر خط به‌عنوان پارامترهای کالیبراسیون انتخاب شده‌اند.

با توجه به آمار میدانی موجود، معیارهای سرعت و درصد استفاده از خطوط[۳] به عنوان معیارهای کالیبراسیون انتخاب شده‌اند. در این تحقیق از تحلیل حساسیت برای کالیبره کردن مدل استفاده شده است و پارامترهای توزیع سرعت، تعقیب خودرو و تغییر خط نیز برای عمل کالیبراسیون مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

٦-٢- تحلیل حساسیت

٦-٢-١- معیار سرعت

با توجه به اینکه سرعت به‌عنوان یکی از معیارهای کالیبراسیون به‌کار می‌رود، واضح است که پارامتر توزیع سرعت، بیشترین تأثیر را بر این معیار دارد. بنابراین، برای این معیار، انجام تحلیل حساسیت لزومی نخواهد داشت. از آنجایی‌که شکل توزیع سرعت به‌صورت دستی وارد نرم‌افزار شده است، به ناچار تغییرات روی این پارامتر به طریق دستی انجام و پس از هر بار تغییر، مدل اجرا شده و این کار تا نزدیک‌شدن مقدار سرعت مدل به مقدار سرعت میدانی ادامه داده شده است. برای نیل به این هدف از توزیع سرعت به‌دست آمده از مقادیر میدانی، به عنوان حدس اولیه استفاده شده است.

٦-٢-٢- معیار درصد استفاده از هر خط

برای کالیبراسیون معیار درصد استفاده از هر خط، در ابتدا پارامترهایی که بیشترین تأثیر را بر این معیار دارند، با استفاده از تحلیل حساسیت تعیین شده‌اند و سپس با تغییر دادن این پارامترها، سازگاری معیار با مقدار میدانی به حداکثر رسانده شده است. با توجه به اینکه پارامترهای تعقیب خودرو و تغییر خط که در این قسمت مورد استفاده قرار می‌گیرند، پارامترهایی با ابعاد متفاوت هستند و به اصطلاح هم‌جنس نیستند، از دامنه مشخص شده برای هر پارامتر برای تحلیل حساسیت استفاده شده است. به عبارت دیگر برای ارزیابی تأثیر یک پارامتر بر معیار درصد استفاده از هر خط، با ثابت نگه داشتن سایر پارامترها، مقادیر ابتدایی، دو مقدار میانی و انتهایی محدوده پارامتر مورد نظر وارد نرم‌افزار شده و نتایج خروجی مربوط به معیار درصد استفاده از هر خط استخراج شده است. در جدول (۱) پارامترهای کالیبراسیون و دامنه تغییرات آنها آورده شده است (Byungkyu Park, and Jongsun Won, 2006).

شایان ذکر است که با توجه به ۳ خطه بودن مسیر و برای سهولت کار، معیار درصد استفاده از هر خط در این قسمت برابر با مجموع مربعات اختلاف بین درصد استفاده از هر کدام از خطوط سه‌گانه مربوط به اجرای مورد نظر با اجرای با مقادیر پیش فرض خود نرم‌افزار در نظر گرفته شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

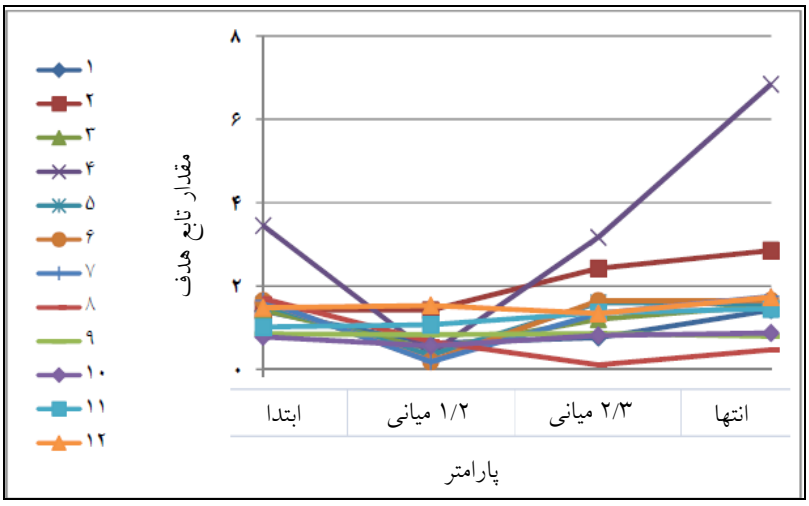
با توجه به تعداد پارامترهای تعقیب خودرو و تغییر خط که مجموعاً ۲۳ پارامتر را شامل می‌شوند (۲۲ پارامتر با دامنه پیوسته و یک پارامتر با دامنه گسسته)، در کل ۹۰ مرتبه نرم‌افزار اجرا و نتایج خروجی مورد نظر استخراج شده است. نمودار مربوط به پارامترهای مدل تعقیب خودرو در شکل ۳ و پارامترهای مدل تغییر خط در شکل ٤ ارایه شده و در این نمودارها از شماره اعداد مربوط به پارامترها استفاده شده است (رجوع شود به جدول ۱). با مقایسه نمودارهای مربوط به تحلیل حساسیت مشخص شد که دو معیار سرفاصله زمانی بین اتومبیل‌ها در سرعت مشخص(CC1) و ضریب کاهش فاصله ایمن در هنگام سبقت‌گیری تأثیر بیشتری بر معیار درصد استفاده از هر خط دارند.

جدول ۱. دامنه تغییرات پارامترهای تعقیب خودرو و تغییر خط

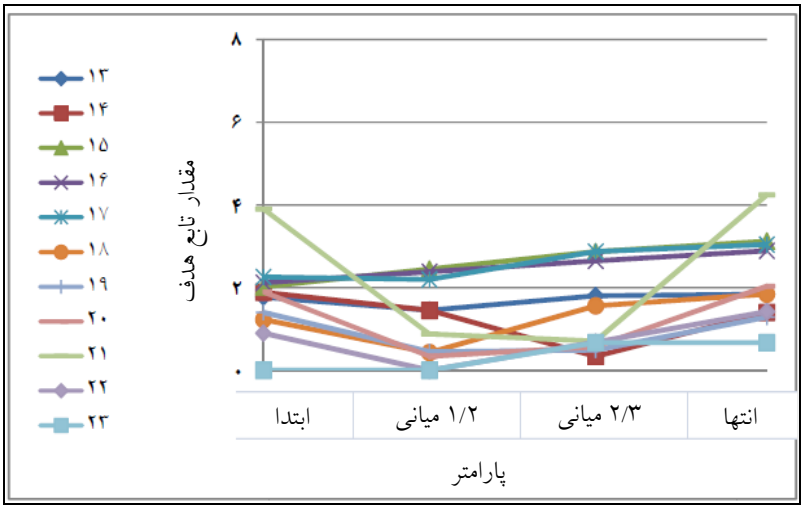
شماره	گروه	پارامتر	دامنه تغییرات
۱	مدل تعقیب خودرو	حداکثر فاصله دید در جلوی خودرو (متر)	۲۰۰ – ۳۰۰
۲		تعداد اتومبیل‌های مشاهده شده توسط راننده	۱ – ۵
۳		متوسط فاصله توقف بین دو وسیله نقلیه (متر) CC0	۱ – ۳
٤		سر فاصله زمانی بین اتومبیل‌ها در سرعت مشخص (ثانیه)CC1	۰/۵ – ۳
۵		نوسان تعقیب (متر) CC2	۰ – ۱۵
٦		آستانه ورود به حالت تعقیب و اقدام به کاهش سرعت (ثانیه)CC3	-۳۰ – ۰
۷		تفاوت‌های سرعت در حالت تعقیب منفی (متر بر ثانیه) CC4	-۱ – ۰
۸		تفاوت‌های سرعت در حالت تعقیب مثبت (متر بر ثانیه) CC5	۰ – ۱
۹		تاثیر فاصله روی نوسان سرعت در حالت تعقیب (رادیان بر ثانیه) CC6	۰ – ۲۰
۱۰		شتاب واقعی در حالت حرکت (متر بر مجذور ثانیه) CC7	۰ – ۱
۱۱		شتاب دلخواه در زمان شروع حرکت (متر بر مجذور ثانیه)CC8	۱ – ۸
۱۲		شتاب دلخواه در سرعت ۸۰ کیلومتر بر ساعت (متر بر مجذور ثانیه)CC9	-۳ – ۰/۵
۱۳	مدل تغییر خط	حداکثر کاهش شتاب برای وسیله دنبال کننده (متر بر مجذور ثانیه)	-۱ تا -۵
۱٤		حداکثر کاهش شتاب برای وسیله تغییر خط دهنده (متر بر مجذور ثانیه)	-۱ تا -۵
۱۵		نرخ کاهش شتاب برای وسیله دنبال کننده (متر برای کاهش یک متر بر مجذور ثانیه)	۲۰۰ – ٤۰۰
۱٦		نرخ کاهش شتاب برای وسیله تغییر خط دهنده (متر برای کاهش یک متر بر مجذور ثانیه)	۲۰۰ – ٤۰۰
۱۷		نرخ کاهش شتاب مطلوب برای وسیله دنبال کننده (متر بر مجذور ثانیه)	-۰/۲ تا -۳
۱۸		نرخ کاهش شتاب مطلوب برای وسیله تغییر خط دهنده (متر بر مجذور ثانیه)	-۰/۲ تا -۳
۱۹		حداکثر زمان توقف یک وسیله در مسیر در طول مدت شبیه‌سازی (ثانیه)	۳۰ – ۹۰
۲۰		حداقل سر فاصله زمانی به جهت تغییر خط	۰/۱ – ۱
۲۱		ضریب کاهش فاصله ایمن در هنگام سبقت‌گیری	۰/۱ – ۱
۲۲		حداکثر کاهش شتاب به جهت تغییر خط و تعیین مسیر نهایی (متر بر مجذور ثانیه)	-۹ – ۰
۲۳		تعیین جهت مشخص برای سبقت‌گیری	از هر دو طرف، فقط از طرف راست

www.SID.ir

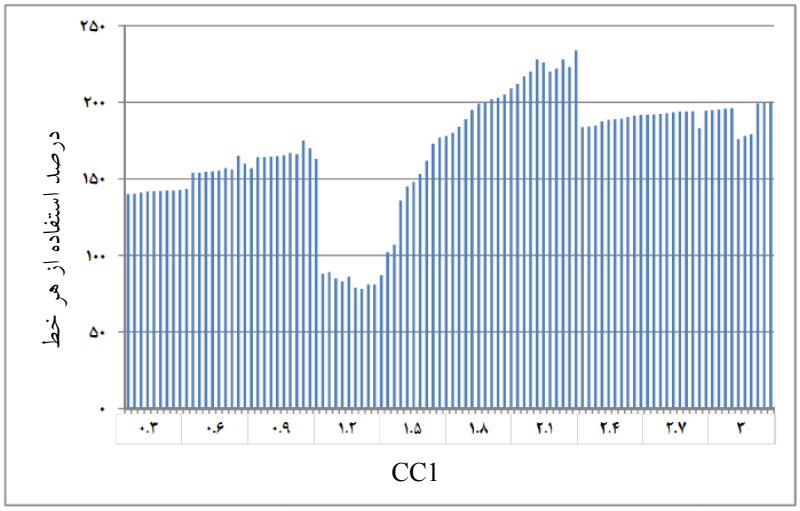
Archive of SID



شکل ۳. تحلیل حساسیت مربوط به پارامترهای مدل تعقیب خودرو



شکل ٤. تحلیل حساسیت مربوط به پارامترهای مدل تغییر خط



شکل ۵. نتایج خروجی مربوط به معیار درصد استفاده از هر خط

www.SID.ir

Archive of SID

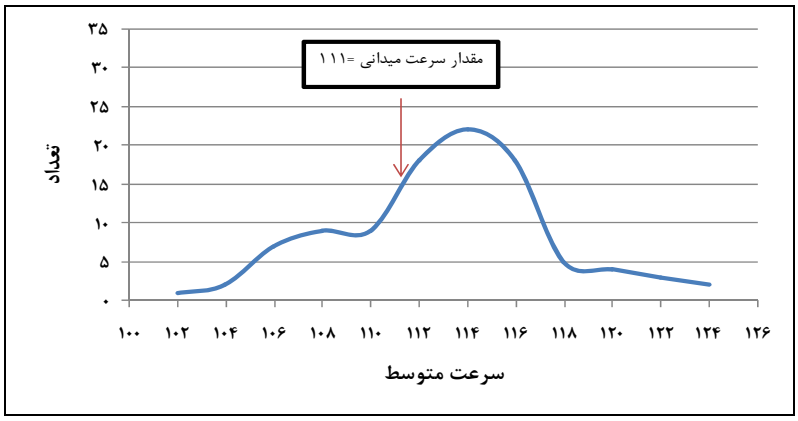
بعد از اینکه پارامترهای کالیبراسیون مشخص شدند باید در پی یافتن یک ترکیب مشخصی از این پارامترها بود که به بهترین نحو، شرایط میدانی را بازسازی کنند. به همین دلیل و با توجه به محدوده این دو پارامتر، هر پارامتر را به ۱۰ قسمت تقسیم کرده و اعداد مربوط به این ۱۰ قسمت برای کالیبراسیون مورد استفاده قرار داده شده‌اند. بنابراین، در مجموع ۱۰۰ ترکیب وجود خواهد داشت و از آنجایی‌که در این تحقیق random seed برابر با ۵ در نظر گرفته شده، در مجموع ۵۰۰ مرتبه نرم‌افزار اجرا و نتایج ۵ اجرای مربوط به هر ترکیب میانگیری شده و از آن به عنوان خروجی ترکیب مورد نظر استفاده شده است.

برای مقایسه با واقعیت، در این قسمت معیار درصد استفاده از هر خط برابر با مجموع مربعات اختلاف بین درصد استفاده از هر کدام از خطوط سه‌گانه مربوط به اجرای مورد نظر با مقادیر میدانی در نظر گرفته شده است. به همین دلیل نتایج خروجی نرم افزار به فرم ارایه شده در شکل ۵ تبدیل شده است. با توجه به این شکل مشخص است که مقدار ۱/۲ برای پارامتر سرفاصله زمانی بین اتومبیل‌ها در سرعت مشخص و مقدار ۰/۷ برای پارامتر ضریب کاهش فاصله ایمن در هنگام سبقت‌گیری مناسب‌تر از سایر مقادیر هستند و نتایج آن ها با واقعیت سازگاری بیشتری دارند.

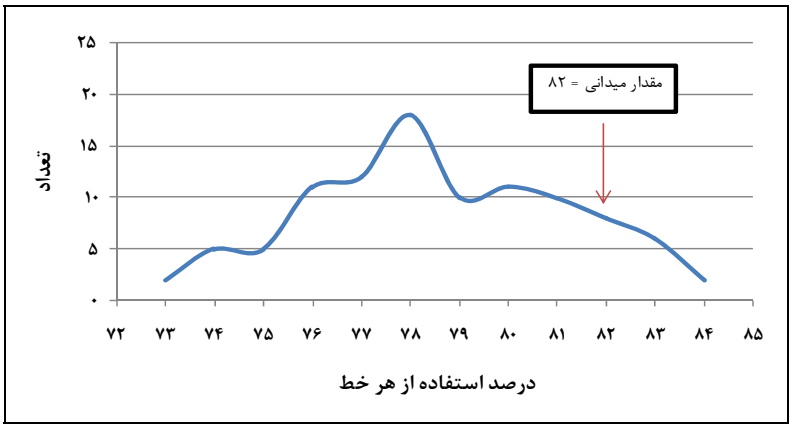
در مرحله آخر با کنترل مقدار سرعت به‌دست آمده از مدل مشخص شد که تغییر بسیار ناچیزی در معیار سرعت با اختصاص مقادیر جدید به دو پارامتر مذکور، به وجود آمده است.

۷- اعتبارسنجی

برای کالیبراسیون و اعتبارسنجی از اطلاعات دو روز متوالی استفاده شده است. با مقادیر جدید اختصاص یافته به پارامترها و توزیع سرعت‌های به دست آمده از مرحله کالیبراسیون، مدل ۱۰۰ مرتبه با seedهای متفاوت اجرا شده که نتایج مربوط به این اجراها در شکل‌های ٦ و ۷ آورده شده است. سپس با در اختیار داشتن مقادیر آماری و مقایسه آن با این شکل‌ها مشخص شد که مقادیر میدانی در محدوده اطمینان (۹۵ درصد) این نمودارها قرار دارند، بنابراین، مدل برای آمار روز دوم نیز معتبر می‌باشد.



شکل ٦. نتایج اعتبارسنجی مرتبط با معیار سرعت



شکل ۷. نتایج اعتبارسنجی مرتبط با معیار درصد استفاده از هر خط

www.SID.ir

Archive of SID

۸- ایجاد سناریوها

برای این تحقیق، متغیرهای مؤثر در فرآیند شبیه‌سازی شامل تعداد خطوط، متوسط شیب طولی مسیر، حجم عبوری از آزادراه و حجم عبوری رمپ و همچنین درصد وسایل نقلیه سنگین می‌باشند. بنابراین، با در نظر گرفتن چندین حالت برای هر کدام از این متغیرها، اقدام به ایجاد سناریوهای متفاوت شده است. مقادیر هر کدام از این متغیرها به شرح زیر می‌باشد:

- محدودیت خط: وجود و عدم وجود
- تعداد خطوط آزادراه: ۳ و ٤
- متوسط شیب طولی مسیر: ۲/۵- ، ۰ و ۲/۵ درصد (- : سرازیری و + : سربالایی)
- حجم عبوری آزادراه برای هر خط: ۷۰۰ ، ۱۲۰۰ و ۱۷۰۰
- حجم ورودی رمپ: ۳۵۰ و ۷۰۰ (حجم خروجی رمپ: ۳۷۰ و ۷٤۰)
- درصد وسایل نقلیه سنگین: ۵ ، ۱۰ و ۱۵ درصد

با در نظر گرفتن حالات ترکیبی فوق، در مجموع ۲۱٦ سناریو به‌وجود آمده است. شایان ذکر است مقادیر مختلفی که در بالا آورده شده است، برگرفته از مقادیر برداشت شده میدانی می‌باشد.

۹- بررسی و مقایسه سناریوهای مختلف

در رابطه با نمودارها، محور قائم مربوط به معیار عملکردی و محور افقی درصد مربوط به شیب را نشان می‌دهد.

۹-۱- سرعت متوسط

این معیار که جزء معیارهای عملکردی به‌حساب می‌آید، از میانگیری سرعت کلیه وسایل نقلیه عبوری از مقطع قبل از رمپ خروجی (رجوع شود به شکل ۲) محاسبه شده و در شکل ۸ نتایج خروجی مربوط به این معیار ارایه شده است.

۹-۲- قابلیت عبوردهی

قابلیت عبوردهی، به عنوان حداکثر حجم عبوری وسایل نقلیه از یک مسیر تعریف شده و مشابه سرعت از مقطع قبل از رمپ خروجی، استخراج شده است (شکل ۹).

۹-۳- زمان سفر متوسط

نتایج مربوط به معیار زمان سفر متوسط در شکل ۱۰ آمده است.

۹-٤- تغییر خط

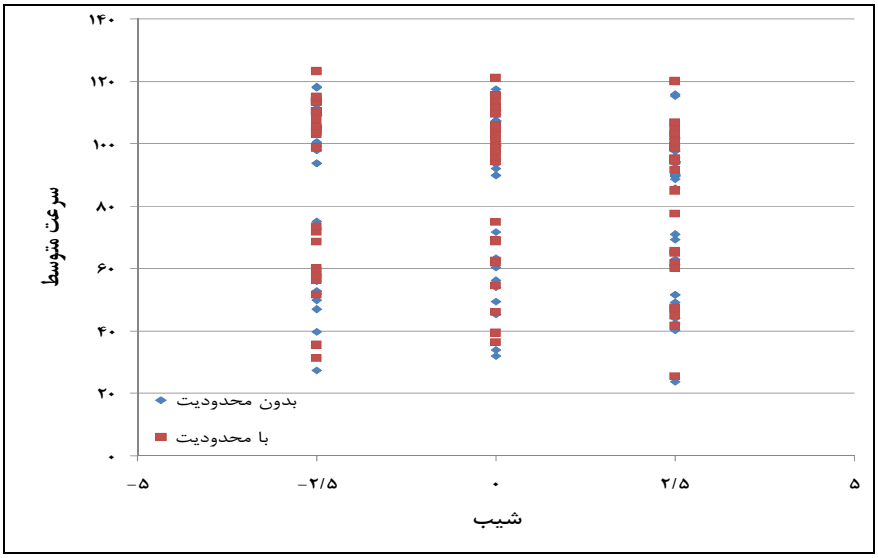
نتایج مربوط به معیار تغییر خط در شکل ۱۱ آمده است.

۹-۵- اختلاف سرعت بین خطوط

نتایج مربوط به معیار اختلاف سرعت بین خطوط در شکل ۱۲ آمده است.

۹-٦- TTC

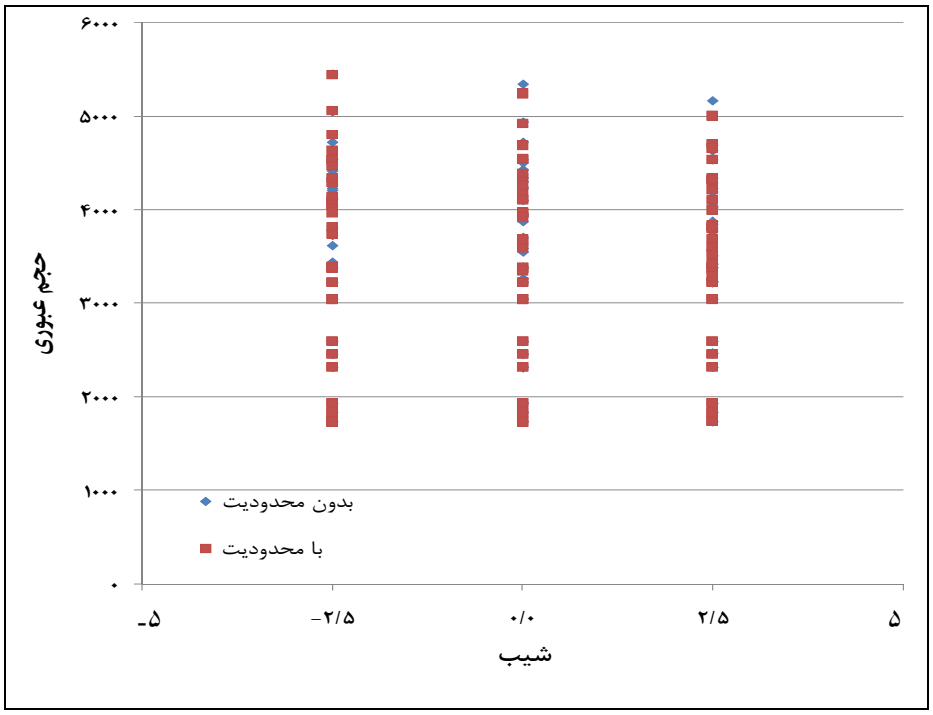
نتایج مربوط به معیار TTC در شکل ۱۳ آمده است.



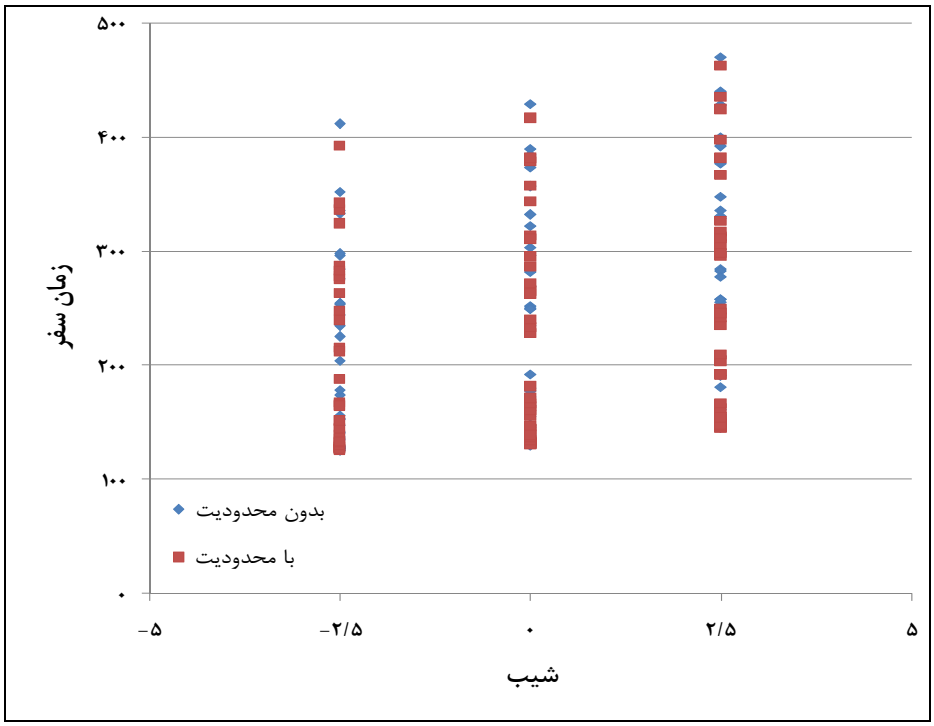
شکل ۸. نتایج مربوط به معیار سرعت

www.SID.ir

Archive of SID



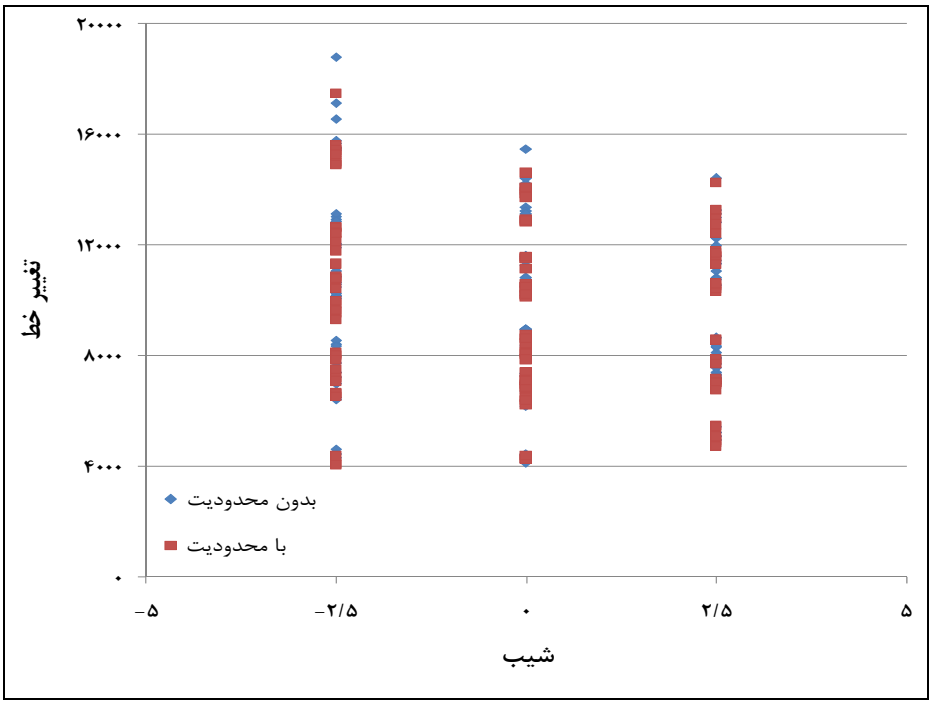
شکل ۹. نتایج مربوط به معیار قابلیت عبوردهی



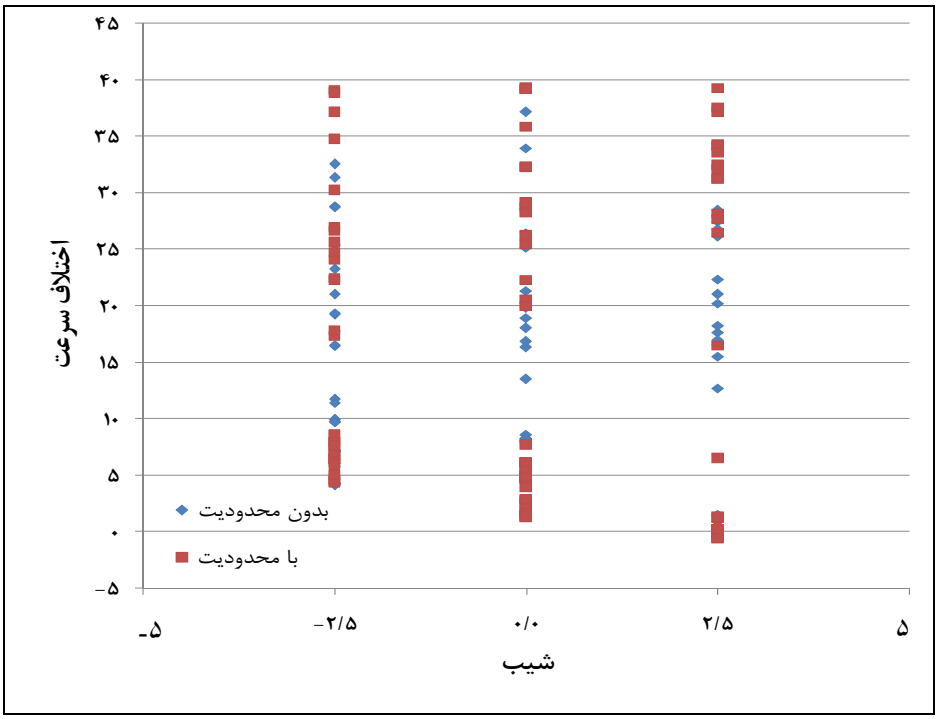
شکل ۱۰. نتایج مربوط به معیار زمان سفر متوسط

www.SID.ir

Archive of SID



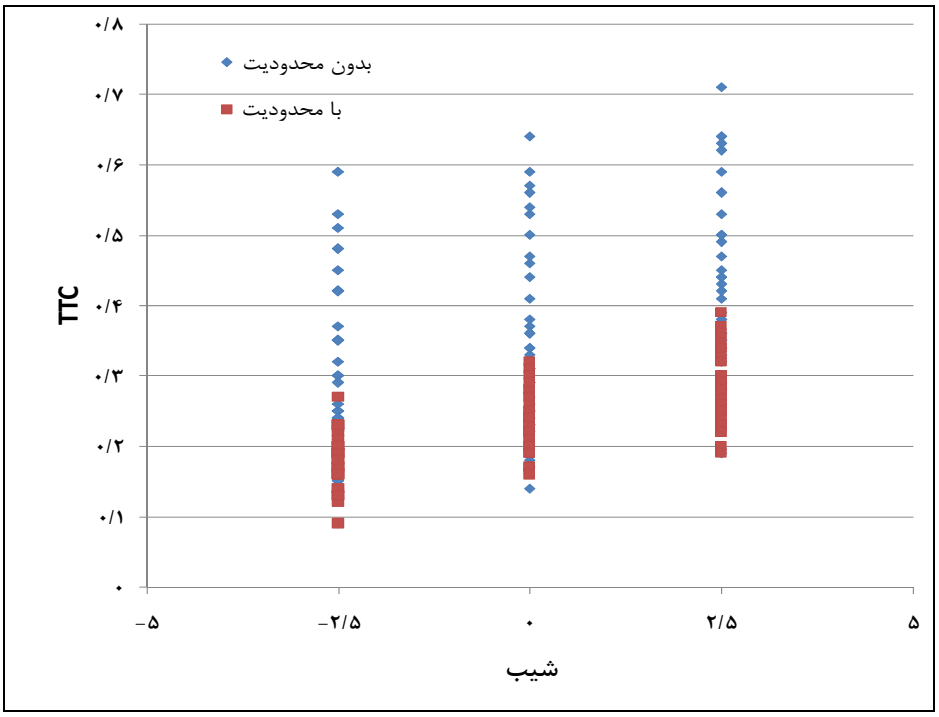
شکل ۱۱. نتایج مربوط به معیار تغییر خط



شکل ۱۲. نتایج مربوط به معیار اختلاف سرعت بین خطوط

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۳. نتایج مربوط به معیار *TTC*

۱۰- نتیجه‌گیری

با تحلیل نتایج به‌دست آمده از تحلیل نمودار، نتیجه‌گیری‌های زیر حاصل شده است:

پارامتر شیب را می‌توان یکی از پارامترهای مؤثر در نتایج این شبیه‌سازی دانست. گرچه این پارامتر برای حالت حجم زیاد تردد وسایل نقلیه تا حدی تأثیرگذاری خود را از دست داده، با این‌حال برای خروجی‌های مرتبط با آن در شیب سربالایی نسبت به شیب سرازیری، محدودیت خط بیش از پیش اثرات خود را نشان داده است. در رابطه با پارامتر درصد وسایل نقلیه سنگین، همان‌طور که انتظار می‌رفت برای درصد بالاتر وسایل نقلیه سنگین، محدودیت خط روی معیارهای عملکردی، تأثیر بیشتری داشته است. بنابراین، برای آزادراه‌های با درصد وسایل نقلیه سنگین زیاد، ایجاد محدودیت خط می‌تواند گزینه اجرایی مناسبی از لحاظ عملکردی باشد. محدودیت خط در ارتباط با حجم آزادراه و رمپ، بیشترین تأثیر خود را در حالتی می‌گذارد که حجم تردد وسایل نقلیه مقدار متوسطی (سطح سرویس C) داشته باشد. به عبارت دیگر برای حجم تردد کم و یا زیاد خودروها، محدودیت خط تأثیر چندانی نخواهد داشت.

معیارهای عملکردی سرعت متوسط، قابلیت عبوردهی و زمان سفر پس از ایجاد محدودیت خط، عملکرد بهتری داشته‌اند. به این ترتیب که معیار سرعت ۵ درصد و قابلیت عبوردهی ۳ درصد به مقادیر آنها افزوده و از معیار زمان سفر، حدود ۳ درصد کاسته شده است. با توجه به اینکه معیارهای سرعت و قابلیت عبوردهی برای مقطعی از مسیر محاسبه شده و معیار زمان سفر مربوط به تمام طول مسیر است، می‌توان بهبود یافتن معیارهای مذکور را به کل شبکه تعمیم داد و ایجاد محدودیت خط را از لحاظ عملکردی مناسب دانست.

معیارهای ایمنی که در این تحقیق شامل معیارهای تغییر خط، اختلاف سرعت بین خطوط و زمان تا برخورد (TTC) هستند، رفتارهای متفاوتی از خود نشان داده‌اند. به عبارت دیگر وجود محدودیت از یک‌سو، باعث کاهش ٤ درصدی تغییر خط و از سوی دیگر، باعث افزایش ۵ درصدی اختلاف سرعت بین خطوط و همچنین کاهش TTC شده است. با ترکیب این سه حالت، می‌توان گفت که معیار ایمنی پس از ایجاد محدودیت تا حدی ضعیف‌تر عمل کرده و این مسئله با کلیت این موضوع که محدودیت خط برای وسایل نقلیه سنگین باعث افزایش ایمنی می‌شود، منافات دارد. پس از بررسی تعداد برخوردهای رخ داده

www.SID.ir

Archive of SID

و مکان آن‌ها در شبکه با استفاده از خروجی گرافیکی نرم‌افزار SSAM، مشخص شد که اکثر برخوردها در نزدیکی تبادل و قبل از رمپ خروجی اتفاق افتاده است. بنابراین، می‌توان افزایش برخوردها و کاهش ایمنی پس از ایجاد محدودیت خط را به تجمع وسایل نقلیه سنگین در خطوط سمت راست و پیچیده شدن تغییر خط خودروهای سواری برای خروج از آزادراه و وارد شدن به رمپ خروجی، مرتبط دانست. به همین دلیل، می‌توان نتیجه گرفت که ایجاد محدودیت خط برای وسایل نقلیه سنگین، حداقل در نزدیکی تبادلات از لحاظ ایمنی مناسب نخواهد بود، ولی برای قسمتی از آزادراه‌ها که فاقد راه‌های دسترسی هستند، می‌تواند گزینه مناسبی برای بهبود عملکرد آزادراه‌ها باشد و در عین حال تأثیر قابل توجهی بر ایمنی نخواهد داشت.

۱۱- پی‌نوشت‌ها

1. Time To Collision
2. Psycho-Physical
3. Lane Utilization

۱۲- مراجع

- Byungkyu (Brian) Park and Jongsun Won (2006) "Microscopic Simulation Model Calibration and Validation Handbook", Virginia Transportation Research Council.
- Grenzeback, R.W., W.R. Reill, P.O Roberts and J.R. Stowers (1990) "Decreasing the Effects of Large Trucks on Peak-Priod Urban Freeway Congestion", TRB, National Research Council, Washington D.C.
- Lili Pu and Rahul Joshi, (2008), FHWA-HRT-08-050, Surrogate Safety Assessment Model (SSAM): Software User Manual.
- SWOV Institute for Road Safety Research - Leidschendam, the Netherlands, publication (2008).
- Sijong Jo. (2003) "Development of operational performance models for Truck-Lane restrictions on freeway corridors", Florida International University.
- VISSIM 5.0 User Manual, PTV AG (2009).
- Zaviona, M.C., T. Urbanik II, and W. Hinashaw (1991) "Operational Evaluation of Truck Restriction on I-20 in Texas", Transportation Research Board 1320, TRB, National Research Council, Washington D.C.

www.SID.ir

Archive of SID

Simulation-Based Comparison of the Performance and Safety of Freeways with and without Heavy Gravity Vehicles Restriction

A. Sheikholeslami, Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.

A.M. Baghalishahi, M.Sc. Grad., Department of Civil Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.

A. A. Goharpoor, Ph.D. Student, Department of Civil Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.

E-mail: baghalishahi@gmail.com

ABSTRACT

Due to an increase in goods transportation and movement of heavy gravity vehicles, high-volume freeway routes include a level of safety reduction. The aim of this study is to explore the effect of heavy gravity vehicles restriction on passenger vehicles to reduce their interactions, which is necessary for the use of special lanes or lane restriction for heavy gravity vehicles. Lane restriction for heavy gravity vehicles is a method that is commonly employed in this country, but is lacking any detailed academic studies. In addition, this paper presents efforts to determine a comprehensive and suitable criterion for specifying appropriate use of lane restrictions on a freeway or highway. In this research, the presence or absence of lane restrictions for freeways in Iran are investigated, along with a comparison of those two modes and the influence of several parameters on that process. To this end, in order to compare the scenarios, the traffic simulation software VISSIM and a section of the Tehran-Qom freeway was used as a case study. Also, in order to evaluate safety, the SSAM software was used, and to ensure maximum compatibility with the specified situation, its calibration and validity was examined. From this research, the presence of lane restrictions for heavy gravity vehicles was shown to improve operational performance by about 4%, and in terms of safety, the presence of lane restrictions was shown to be somewhat weaker than the lack of them. This conflict between operational performance increment and safety reduction based on lane restriction is related to the accumulation of heavy gravity vehicles in right-hand lanes and the complications of vehicles changing lanes for exit from the freeway and entering the ramp.

Keywords: Simulation, VISSIM, Lane Restriction, Heavy Gravity Vehicles, Performance & Safety Criterion

www.SID.ir