

نرم‌افزار شبیه‌سازی Corsim

(مورد مطالعه: خیابان شهید دستغیب شهر تهران)

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۳/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۰۷/۰۶

منصور حاجی حسینلو^۱میثم شریفیان^۲بیژن پاکروشن^۳

چکیده

نرم‌افزار Corsim یک نرم‌افزار شبیه‌ساز ریزنگر در علم مهندسی ترافیک است که قدرت بالایی در تحلیل و بررسی شبکه‌های درون شهری دارد. در دنیای امروز استفاده از این نوع نرم‌افزارها یکی از راه‌حل‌های اساسی در تحلیل معضلات ترافیکی محسوب می‌شود. استفاده از این نرم‌افزار در عین حال که کم‌هزینه است و نتایج در آن به سرعت به دست می‌آید، از آشفتگی ترافیکی که اغلب در آزمایش‌های محلی به وجود می‌آید جلوگیری می‌کند. در این تحقیق، تحلیل ظرفیت و بهینه‌سازی جریان ترافیک در خیابان دستغیب حداقل استناد معین و بزرگراه آیت‌اله سعیدی به وسیله نرم‌افزار شبیه‌سازی Corsim، مورد بررسی قرار گرفت. در شبیه‌سازی این شبکه، اطلاعات فیزیکی و ترافیکی مورد نیاز مربوط به داده‌های ورودی از اطلاعات فایل GIS سازمان حمل و نقل و ترافیک و برداشت میدانی حاصل شد. سپس شبیه‌سازی شبکه در حالت کنونی و حالت تغییر یافته پیشنهادی در ساعات اوج ترافیکی صبح و عصر انجام گردید. نتایج نشان داد که با یک طرفه کردن خیابان دستغیب حداقل خیابان هاشمی و بزرگراه سعیدی (شرق به غرب)، مجموع کل تأخیرات در زمان اوج ترافیک صبح در شبکه ۷۳/۳ درصد و در زمان اوج ترافیک عصر ۴/۹ درصد کاهش می‌یابد. همچنین زمان کل سفر در شبکه در فاصله ۳۰ دقیقه شبیه‌سازی در زمان اوج ترافیک صبح از ۱۲۴ ساعت به ۱۲۰ ساعت کاهش و سرعت متوسط وسایل نقلیه از 20 km/h به 22 km/h افزایش یافت. نرم‌افزار استفاده شده در این تحقیق قبلاً با شرایط ترافیکی ایران کالیبره شده است.

کلیدواژه‌ها: شبیه‌سازی، نرم‌افزار Corsim، زمان سفر، تاخیر

^۱ استادیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی خواجه نصیر طوسی - mansour@kntu.ac.ir^۲ مدرس دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران غرب - Sharifian100@yahoo.com^۳ عضو هیأت علمی دانشگاه علوم نظامی - hmidkph@gmail.com

در سیستم‌های پیشرفته مدیریت ترافیک، هدف تنها حرکت وسایل نقلیه نیست بلکه بهینه‌سازی جریان با حداقل تأخیر و زمان سفر است. با توجه به اهمیت موضوع و پیچیده‌تر شدن روز به روز مسئله حمل و نقل و جریان ترافیک، ابزار تحلیل مهندسی ترافیک که در گذشته مورد استفاده قرار می‌گرفت شاید امروزه جواب‌گوی تحلیل ظرفیت شبکه‌های درون‌شهری نباشد. استفاده از شبیه‌سازی رایانه‌ای یکی از مهم‌ترین ابزار کنونی تحلیل مهندسی ترافیک است به شرط آن‌که نرم‌افزار قبلاً با شرایط محیطی آزمایش شده باشد [۸ و ۵]. شبیه‌سازی کامپیوتری به دلایلی مهم و ضروری به نظر می‌رسد. از جمله آن‌که، کم هزینه‌تر است، نتایج به سرعت به دست آمده و اطلاعات تولیدشده به وسیله شبیه‌سازی شامل چندین معیار تأثیرپذیری است که نمی‌توان آنها را به راحتی از مطالعات محلی به دست آورد. همچنین از آشفتگی ترافیکی که اغلب با یک آزمایش محلی همراه می‌شود کاملاً جلوگیری می‌شود. بسیاری از طرح‌ها نیاز به اقدام به تغییرات فیزیکی قابل ملاحظه‌ای در تسهیلات دارند که برای اهداف تجربی قابل پذیرش نمی‌باشند [۹ و ۱۰]. در این تحقیق به تحلیل ظرفیت و بررسی وضعیت ترافیکی خیابان دستغیب حدفاصل استاد معین تا بزرگراه شهید سعیدی، با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌ساز Corsim، که یکی از نرم‌افزارهای ریزنگر می‌باشد، پرداخته شده است. این نرم‌افزار در مقالات مختلف با توجه به شرایط ترافیکی ایران آزمایش و آزمون شده است. اعتبار نتایج نرم‌افزار در بزرگراه‌ها، میادین، تقاطع‌های هم‌سطح و غیر هم‌سطح و دوربرگردان‌ها با استفاده از نتایج مطالعات میدانی و مقایسه آنها مورد تایید قرار گرفته است [۱ و ۲ و ۳].

نرم‌افزار شبیه‌ساز Corsim

Corsim شامل مجموعه‌ای از دو مدل شبیه‌سازی ریزنگر است که بیان‌کننده و نشان‌دهنده کل محیط ترافیکی است. NETSIM نشان‌دهنده ترافیک در خیابان‌های شهری و FRESIM مشخص‌کننده ترافیک در آزادراه‌ها است. Corsim برای تشریح عملکرد ترافیک، شبیه‌سازی با گام‌های زمانی را به کار می‌برد [۷]. یک گام زمانی برابر با یک ثانیه است. هر وسیله نقلیه یک شیء جداگانه است که هر ثانیه حرکت می‌کند.

تکيه کردن بر معيار کارآيي توليدشده به وسيله يک اجرا از Corsim مي تواند گمراه کننده باشد. براي حصول فهم بهتر از کارايي شبکه، شبکه بايد چندين بار با استفاده از مجموعه هاي مختلف اعداد تصادفي شبیه سازی شود. در اين صورت توزيع معيارهاي تأثيرپذيري نتيجه شده، نمايش دهنده دقيقی از کارآيي شبکه خواهد بود.

Corsim قادر به مدل کردن اکثر اين عناصر از جمله گلوگاهها، خطوط عبور مخصوص وسايل نقلیه عمومي HOV، مسدودشدن خطوط عبور، حوادث عملکرد اتوبوسها، شيب، ترکيب ترافیک، مناطق هم گذری در آزادراهها و ... است [6]. بسياری از ساختارهاي ديگر مي توانند با استفاده از عناصر اساسی Corsim و با استفاده از خلاقيت و قضاوت مهندسی تخمين زده شوند.

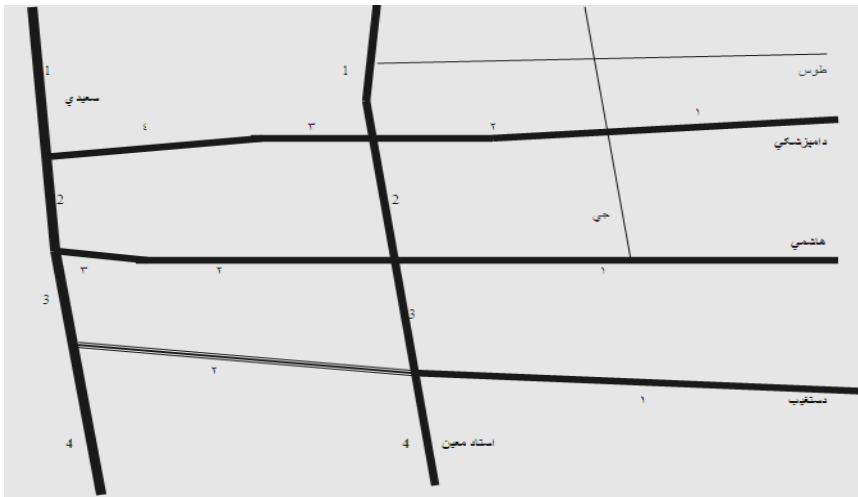
توصيف داده هاي ترافیکي و اطلاعات فیزیکی شبکه

با استفاده از فايل GIS که از سازمان حمل و نقل و ترافیک گرفته شده است، طول قسمت هاي مختلف شبکه موردنظر به همراه ساير اطلاعات مفيد را برداشت کرده و باتوجه به شکل يک که خيابانها کدگذاری شده است، جدول يک را تکميل نموده و با استفاده از ساير اطلاعات ضروري، شبکه مدل شده است. براي تحليل دقيق از خيابان ذکر شده بايد تأثير راهکارهاي ارائه شده روی خيابانهاي همجوار را نيز بسنجيم. به همين خاطر در جمع آوري اطلاعات فیزیکی و ترافیکي منطقه موردنظر، کليه اطلاعات ترافیکي و فیزیکی را از کل منطقه نشان داده شده در شکل ۱ جمع آوري شده است.

ذکر اين نکته ضروري است که اکثر اطلاعات ترافیکي مربوط به منطقه به صورت ميدانی جمع آوري شده است و اطلاعات فیزیکی مربوط به آن را از فايل GIS موجود در سازمان حمل و نقل ترافیک تهران تهيه شده است. به عبارتی ديگر باتوجه به ترافیک سنگين در دو زمان اوج صبح و عصر ديده مي شود، اطلاعات جمع آوري شده و نيز مدل سازی براي هر دو زمان انجام شده است که صرفاً اطلاعات مربوط به صبح در جداول ۲ الي ۵ آورده شده است.

باتوجه به اطلاعات جمع آوري شده از سازمان حمل و نقل و ترافیک تهران و نيز جمع آوري يکسری از اطلاعات به صورت ميدانی از شبکه موردنظر، مدل سازی صورت گرفت و کليه اطلاعات موردنياز نرم افزار به آن داده شد. شکل ۲ الي ۵ بدون

مقیاس است و صرفاً برای نشان دادن کدهای مربوط به حجم تردد و وسائط نقلیه تهیه شده است. کاملاً مشخص است برای تحلیل و مدل سازی تقاطع موردنظر باید آن تقاطع را به همراه خیابان های همجوار به صورت شبکه ای کامل در نظر گرفت تا بتوان تحلیل دقیقی روی منطقه مورد مطالعه انجام داد.



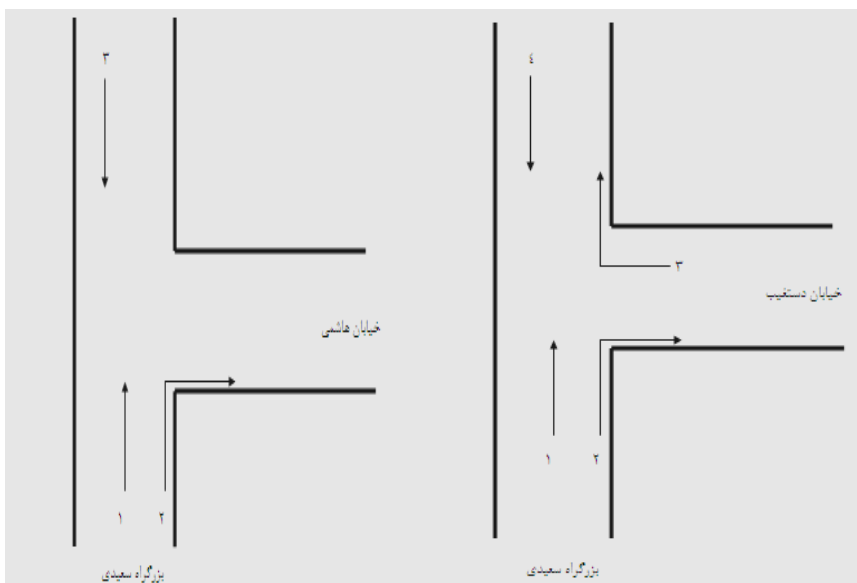
شکل یک: شبکه موردنظر جهت شبیه سازی به همراه کدهای مربوط به هر خیابان [۴]

جدول یک: شیب های موجود در ناحیه مورد مطالعه، محدوده خیابان دستغیب [۴]

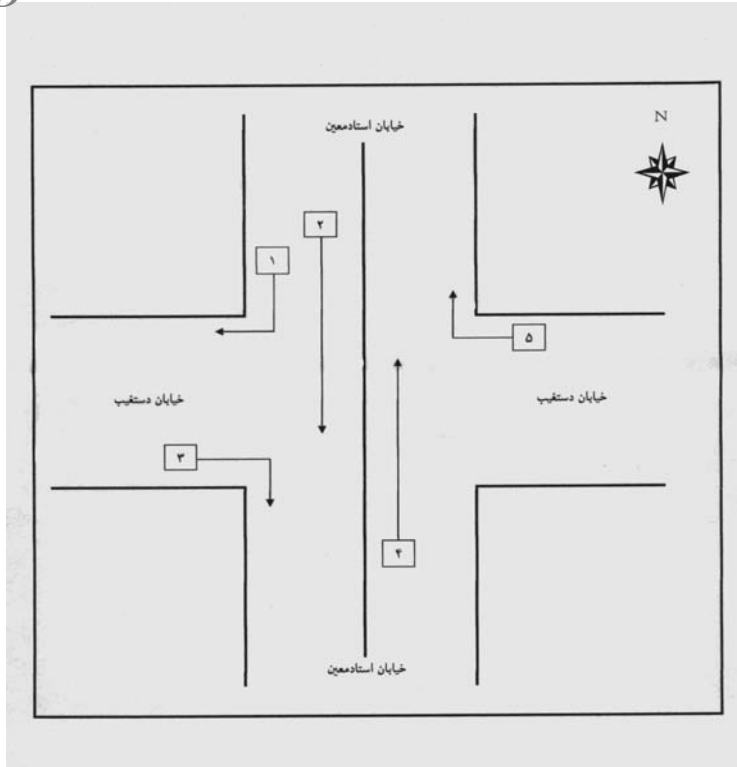
درصد شیب	طول (متر)	کد خیابان (مشخص شده روی شکل)	ناحیه مدل سازی شده در نرم افزار
-۰/۴	۷۰۲	۱	خیابان دستغیب (شرق به غرب)
-۰/۵	۳۵۷	۲	خیابان دستغیب (شرق به غرب)
-۰/۱	۳۶۰	۱	خیابان هاشمی (شرق به غرب)
-۰/۲	۳۳۰	۲	خیابان هاشمی (شرق به غرب)
-۰/۳	۸۴	۳	خیابان هاشمی (شرق به غرب)
۰	۲۹۰	۱	خیابان دامپزشکی (شرق به غرب)
+۰/۳	۹۰	۲	خیابان دامپزشکی (شرق به غرب)
+۰/۱	۹۲	۳	خیابان دامپزشکی (شرق به غرب)

ادامه جدول شماره یک: شیب‌های موجود در ناحیه مورد مطالعه، محدوده خیابان دستغیب

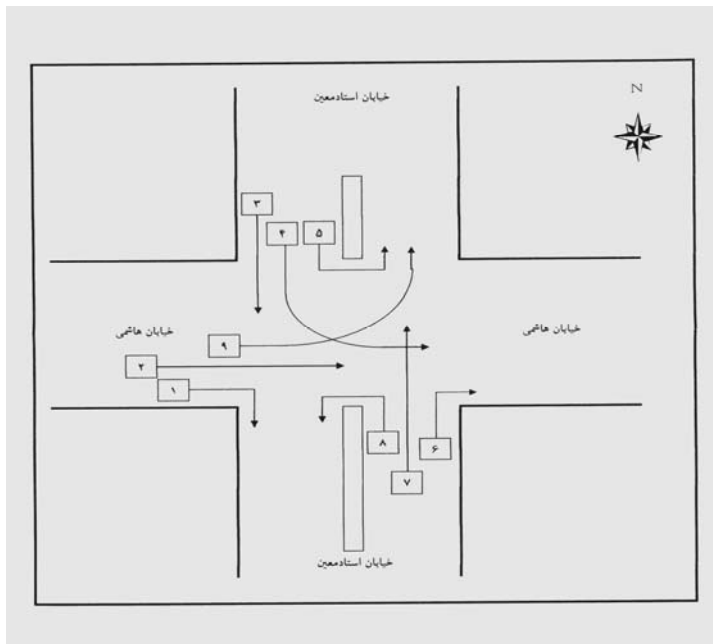
درصد شیب	طول (متر)	کد خیابان (مشخص شده روی شکل)	ناحیه مدل سازی شده در نرم افزار
۰	۳۲۰	۴	خیابان دامپزشکی (شرق به غرب)
-۰/۸	۷۵	۱	خیابان استاد معین (شمال به جنوب)
-۱/۰	۳۱۸	۲	خیابان استاد معین (شمال به جنوب)
-۱/۲	۲۵۵	۳	خیابان استاد معین (شمال به جنوب)
-۱/۷	۱۹۵	۴	خیابان استاد معین (شمال به جنوب)
-۱/۲	۷۷	۱	بزرگراه شهید سعیدی (شمال به جنوب)
-۱/۶	۳۲۵	۲	بزرگراه شهید سعیدی (شمال به جنوب)
-۲/۰	۲۰۶	۳	بزرگراه شهید سعیدی (شمال به جنوب)
-۲/۲	۲۰۲	۴	بزرگراه شهید سعیدی (شمال به جنوب)



شکل دو: تقاطع دستغیب - بزرگراه سعیدی شکل سه: تقاطع هاشمی - بزرگراه سعیدی



شکل چهار: تقاطع استاد معین - دستغیب



شکل پنج: تقاطع استاد معین - هاشمی

جدول دو: حجم تردد وسایل نقلیه، تقاطع استاد معین - هاشمی

اوج صبح ۸:۰۰ - ۷:۰۰			
کد حرکت	سبک	سنگین	جمع pcu
۱	۳۲	۱	۳۵
۲	۲۵۰	۳۷	۳۴۳
۳	۱۲۱۷	۸۶	۱۴۳۲
۴	۱۳۱	۱۶	۱۷۱
۵	۱۵	۰	۱۵
۶	۱۹۰	۲۸	۲۶۰
۷	۱۳۶۵	۹۸	۱۶۱۰
۸	۴۲	۱	۴۵
۹	۱۶۳	۵	۱۷۶

جدول سه: حجم تردد وسایل نقلیه، تقاطع دستغیب-سعیدی

اوج صبح ۸:۰۰ - ۷:۰۰			
کد حرکت	سبک	سنگین	جمع pcu
۱	۳۵۱۹	۳۶	۳۶۰۹
۲	۲۲	۴	۳۲
۳	۷۱	۸	۹۱
۴	۴۶۲۷	۴۹	۴۷۵۰

جدول چهار: حجم تردد وسایل نقلیه در ساعت اوج، تقاطع استاد معین - دستغیب

اوج صبح ۸:۰۰ - ۷:۰۰			
کد حرکت	سبک	سنگین	جمع pcu
۱	۸۹	۳	۹۷
۲	۱۳۳۴	۲۲	۱۳۸۹
۳	۳۵	۳	۴۳
۴	۱۴۹۵	۷۹	۱۶۹۳
۵	۲۶۴	۲	۲۶۹

اوج صبح ۸:۰۰ - ۷:۰۰			
کد حرکت	سبک	سنگین	جمع pcu
۱	۱۶۷	۲۰	۲۱۷
۲	۱۴۳۳	۵۲	۱۵۶۳
۳	۴	۰	۴
۴	۱۴۰	۲۷	۲۰۸
۵	۴۶۱	۱۷	۵۰۴
۶	۱۱۲	۴	۱۲۲
۷	۱۵۴۴	۸۸	۱۷۶۴
۸	۳۴	۲	۳۹
۹	۱۰	۰	۱۰
۱۰	۲۳۰	۷	۲۴۸
۱۱	۱۶۹	۳	۱۷۷

داده‌های ذکر شده در جداول ۲ الی ۵، همگی حجم ترافیک عبوری به تفکیک وسایل نقلیه سبک و سنگین است به نحوی که هر مسیر با یک عدد، کدگذاری شده است. این کدها به ترتیب در اشکال ۲ الی ۵ آمده است.

تحلیل ترافیکی شبکه به وسیله شبیه‌سازی رایانه‌ای

با توجه به ترافیکی که در خیابان دستغیب در ساعات اوج دیده می‌شود و با موقعیت‌سنجی و قضاوت مهندسی، نظر پیشنهادی برای روان‌ساختن و کم‌کردن تأخیر، مدل‌سازی شبیه‌سازی رایانه‌ای با استفاده از آمار ترافیکی و موقعیت فیزیکی برداشت شده از محل انجام شده است.

با توجه به آن که خیابان دستغیب دوطرفه است و به نظر می‌رسد ظرفیت موجود جواب‌گوی حجم ترافیک عبوری نیست، پیشنهاد می‌شود که این خیابان از مسیر غرب به شرق ورود ممنوع اعلام گردد و وسایل نقلیه‌ای که از خیابان سعیدی قصد عبور دارند، باید از خیابان مجاور آن (خیابان هاشمی) وارد و با گذر از خیابان استاد معین به

سمت جنوب حرکت کرده تا به خیابان دستغیب برسند. با مدل‌سازی در نرم‌افزار شبیه‌سازی، تغییر به وجود آمده مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت. نظر به این‌که یک‌سری از وسایل نقلیه ناچار به سپری‌کردن یک مسیر اضافی می‌شوند، باید بررسی شود که آیا تأثیر این تغییر مسیر ایجادشده در کل شبکه یک تأثیر مثبت است یا منفی.

همان‌طور که در قسمت قبل گفته شد با توجه به آن‌که در طول روز، زمان اوج ترافیک مربوط به صبح و عصر می‌شود، برای اطمینان از آنکه گزینه پیشنهادی می‌تواند در تمام حالت‌ها و زمان‌هایی که در طول روز شبکه موردنظر دارای ترافیک سنگین می‌شود، تأثیرگذار باشد، اقدام به برداشت اطلاعات ترافیکی در هر دو زمان شده است. بعد از شبیه‌سازی و گرفتن اعداد خروجی به نتایج مشابهی نیز رسیدیم، یعنی با اعمال گزینه پیشنهادی در شبکه موردنظر مجموع تأخیرات و زمان سفر در کل شبکه کاهش یافته و از طرفی میزان تولید آلاینده‌های زیست‌محیطی نیز در ۳۰ دقیقه شبیه‌سازی صورت‌گرفته کاهش یافت.

تنها مورد قابل توجه، افزایش طول سفر در شبکه است که ناشی از این است که یک‌سری از وسایل نقلیه‌ای که از بزرگراه سعیدی قصد ورود به خیابان دستغیب را دارند به دلیل ورود ممنوع‌بودن این خیابان از مسیر غرب به شرق، به ناچار باید یک مسیر اضافی را طی کنند و بعد از ورود به خیابان‌های مجاور وارد خیابان دستغیب شوند. همان‌طور که در قسمت قبل ذکر شد جهت گرفتن جواب‌های دقیق و واقعی از این نوع شبکه‌ها، صرفاً مدل‌سازی خیابان‌هایی که قصد تغییر در آنها وجود دارد، کافی به نظر نمی‌رسد و باید با مدل‌سازی خیابان‌های هم‌جوار که ممکن است تأثیرگذار در شبکه باشند، در هر چه بالاتر بردن دقت کار تلاش کرد که در این شبیه‌سازی این کار صورت گرفته است.

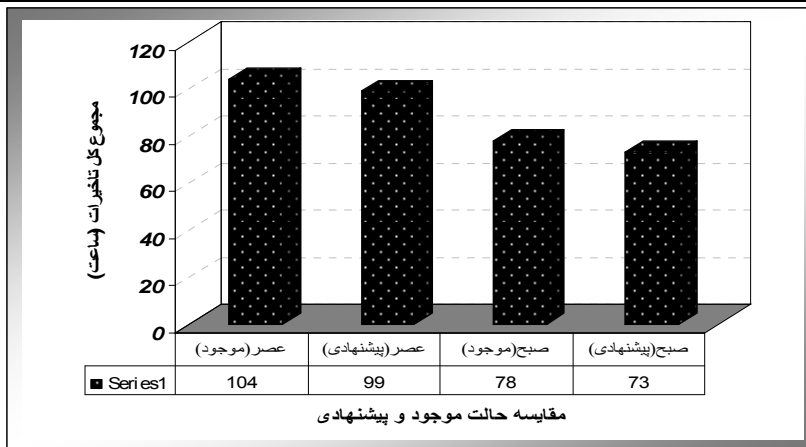
بعد از مدل‌سازی شبکه در نرم‌افزار شبیه‌ساز ریزنگر Corsim، نرم‌افزار کالیبره شده است. به این ترتیب که با مشاهده انیمیشن شبکه و نیز خروجی‌های اولیه نرم‌افزار مقایسه‌ای با نتایج واقعی، اقدام به تغییر متغیرهای مربوط به کالیبره‌کردن نرم‌افزار شده است. رفتار رانندگان از جمله عوامل ذکر شده است. جدول ۶ و ۷ به ترتیب مقایسه‌ای بین حالت کنونی و راهکار پیشنهادی اول و راهکار پیشنهادی دوم است.

ضمناً برای مقایسه همه حالت‌ها با هم اشکال ۶ الی ۹ رسم گردید که همگی نتایج استخراج شده از نرم‌افزار می‌باشد. مهمترین نتایج خروجی نرم‌افزار برای مقایسه در این اشکال آورده شده است.

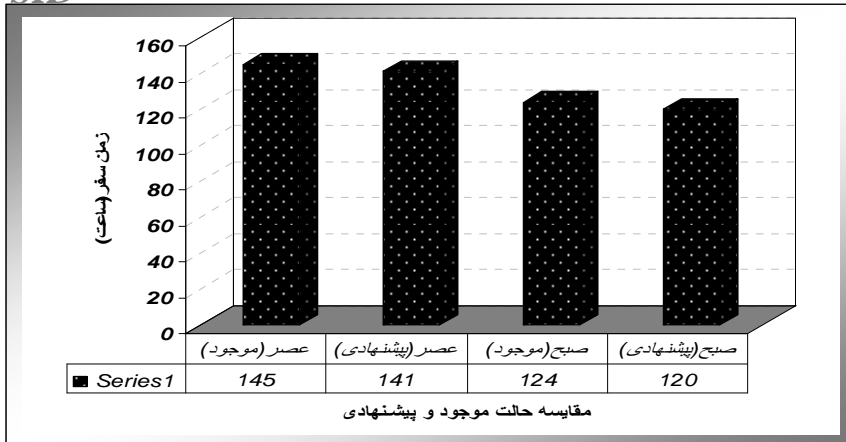
جدول شش: مقایسه وضعیت موجود و راهکار پیشنهادی در ساعات اولیه صبح

معیارهای سنجش نحوه عملکرد	وضعیت پیشنهادی	وضعیت موجود	درصد تغییرات
مجموع تاخیرات (ساعت)	۷۲/۹	۷۸/۷	-۷/۳۷
تاخیر برای هر وسیله نقلیه (ثانیه)	۱۳۶/۸	۱۴۹/۵	-۸/۴۹
تاخیر ناشی از توقف (ساعت)	۵۷/۶	۶۳/۵	-۹/۲۹
تاخیر ناشی از توقف هر وسیله نقلیه (ثانیه)	۱۰۸/۱	۱۲۰/۷	-۱۰/۴۴
مجموع توقف‌ها	۲۱۰۲	۲۴۶۲	-۱۴/۶۲
تعداد توقف برای هر وسیله نقلیه	۱/۱	۱/۳	-۱۵/۳۸
طول کل سفرها در شبکه (کیلومتر)	۲۲۳۷/۸	۲۱۷۷/۹	۲/۷۵
زمان کل سفرها در شبکه (ساعت)	۱۲۰/۳	۱۲۴/۸	-۳/۶۱
سرعت متوسط در شبکه (km/h)	۲۲	۲۰	۱۰
مجموع سوخت مصرفی شبکه (لیتر)	۴۹۶/۱	۴۹۷/۴	-۰/۰۲
کارایی مصرف سوخت (km/lit)	۴/۵	۴/۴	۲/۲۷
مجموع آلاینده HC (گرم)	۳۱۳	۳۲۶	-۳/۹۹
مجموع آلاینده CO (گرم)	۸۵۸۰	۸۹۱۳	-۳/۷۴
مجموع آلاینده NOx (گرم)	۸۱۰	۸۴۲	-۳/۸
نرخ ساعتی خروج وسایل (وسيله نقلیه در ساعت)	۱۰۷۱۶	۱۰۲۹۰	۴/۱۴

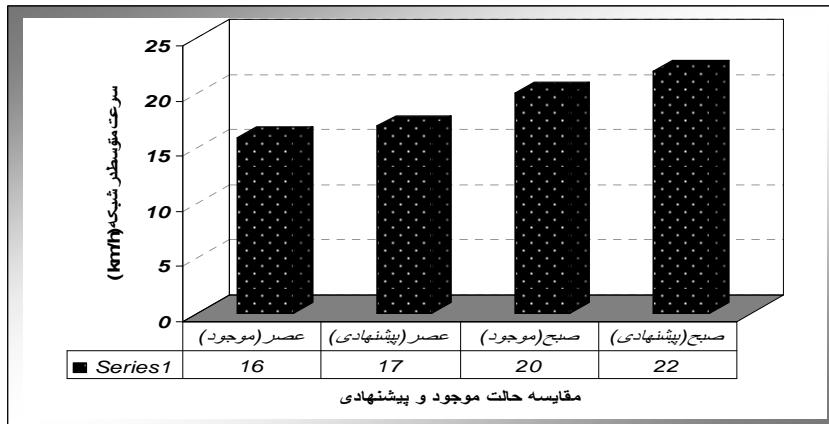
درصد تغییرات	وضعیت موجود	وضعیت پیشنهادی	معیارهای سنجش نحوه عملکرد
-۴/۸۹	۱۰۴/۴	۹۹/۳	مجموع تأخیرات (ساعت)
-۶/۲	۲۱۹/۲	۲۰۵/۶	تأخیر برای هر وسیله نقلیه (ثانیه)
-۴/۵۳	۸۸/۳	۸۴/۳	تأخیر ناشی از توقف (ساعت)
-۵/۸۸	۱۸۵/۳	۱۷۴/۴	تأخیر ناشی از توقف هر وسیله نقلیه (ثانیه)
-۱/۰۶	۲۸۲۳	۲۷۹۳	مجموع توقف ها
-۲/۴۲	۱/۶۵	۱/۶۱	تعداد توقف برای هر وسیله نقلیه
۱/۲	۱۹۴۰/۲	۱۹۶۳/۵	طول کل سفرها در شبکه (کیلومتر)
-۳/۰۹	۱۴۵/۸	۱۴۱/۳	زمان کل سفرها در شبکه (ساعت)
۶/۲۵	۱۶	۱۷	سرعت متوسط در شبکه (km/h)
-۰/۴۹	۵۰۷/۳	۵۰۴/۸	مجموع سوخت مصرفی شبکه (لیتر)
۲/۶۳	۳/۸	۳/۹	کارایی مصرف سوخت (km/lit)
-۰/۶۱	۳۲۹	۳۲۷	مجموع آلاینده HC (گرم)
-۲/۷۴	۸۲۹۵	۸۰۶۸	مجموع آلاینده CO (گرم)
-۲/۱۳	۷۹۷	۷۸۰	مجموع آلاینده NOX (گرم)
۳/۹۱	۸۷۳۶	۹۰۷۸	نرخ ساعتی خروج وسایل (وسیله نقلیه در ساعت)



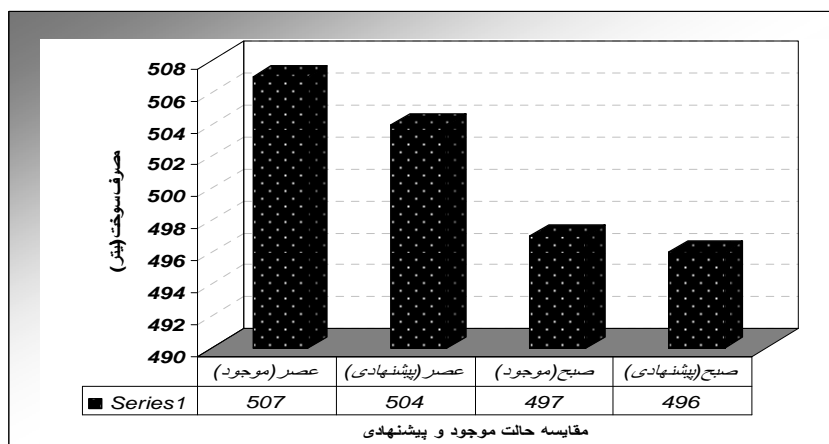
نمودار یک: مقایسه گزینه‌های مختلف، خیابان دستغیب، مجموع کل تأخیرات



نمودار دو: مقایسه گزینه‌های مختلف، خیابان دستغیب، زمان سفر



نمودار سه: مقایسه گزینه‌های مختلف، خیابان دستغیب، سرعت متوسط وسایل نقلیه



نمودار چهار: مقایسه گزینه‌های مختلف، خیابان دستغیب، مصرف سوخت

همان‌طور که در نمودار یک مشخص است، بعد از اعمال تغییرات پیشنهادی، مجموع کل تأخیرات در ساعات اوج، کاهش یافته است. در ضمن در نمودار دو نیز، کاهش زمان سفر در کل شبکه بعد از اعمال شرایط جدید پیشنهادی به خوبی به چشم می‌خورد. به همین ترتیب با توجه به نتایج حاصل از مدل‌سازی در نمودارهای سه و چهار افزایش زمان سفر و کاهش مصرف سوخت در کل شبکه دیده می‌شود.

در تحلیل این شبکه سعی شده است به نوعی با تغییر در جهت حرکت وسایل نقلیه نشان دهد که با این نرم‌افزار شبیه‌ساز به خوبی می‌توان مدیریت ترافیکی شبکه را نیز انجام داد. در واقع در بسیاری از شبکه‌ها می‌توان با تغییر در مسیر حرکت وسایل نقلیه، در جهت روان‌سازی جریان گامی مثبت برداشت. کاری که اگر بخواهد به صورت عملی و تجربی صورت گیرد با ایجاد آشفتگی در شبکه می‌تواند مشکل‌ساز باشد چون قبلاً از جواب مثبت آن اطمینانی نیست.

نتایج

باتوجه به آن که یکی از مهم‌ترین ابزار تحلیلی مهندسی ترافیک در دنیای امروز، شبیه‌سازی رایانه‌ای است تقاطع خیابان دستغیب، حدفاصل استاد معین و بزرگراه آیت‌اله سعیدی، شبیه‌سازی شده و راهکارهایی پیشنهاد شد و نتایجی به شرح زیر حاصل شد:

۱. با در نظر گرفتن خروجی‌های نرم‌افزار، یک‌طرفه کردن خیابان دستغیب حدفاصل خیابان هاشمی و بزرگراه سعیدی (شرق به غرب)، مجموع کل تأخیرات در زمان اوج ترافیک صبح در شبکه ۷/۳ درصد و در زمان اوج ترافیک عصر ۴/۹ درصد کاهش می‌یابد.
۲. زمان کل سفر در شبکه نیز در فاصله ۳۰ دقیقه شبیه‌سازی در زمان اوج ترافیک صبح از ۱۲۴ ساعت به ۱۲۰ ساعت کاهش می‌یابد.
۳. ضمناً با اعمال شرایط پیشنهادی جدید، سرعت متوسط وسایل نقلیه از ۲۰ km/h به ۲۲ km/h افزایش یافت.
۴. از موارد مهم به دست آمده می‌توان به کم شدن تولید گازهای آلاینده در کل شبکه اشاره کرد، برای مثال میزان تولید آلاینده Nox ۳/۸ درصد کم شده است.

- [۱] حاجی حسینلو، منصور؛ شریفیان، میثم؛ خانعلی پور، مهدی؛ (۱۳۸۶)، "بررسی و مقایسه عملکرد تقاطع‌ها در حالت چراغ‌دار با کنترل هوشمند و دوربرگردان با استفاده از شبیه‌سازی رایانه‌ای" مجله راهور، شماره ۲۱.
- [۲] حاجی حسینلو، منصور؛ شریفیان، میثم؛ (۱۳۸۷)، "تحلیل ظرفیت و بهبود جریان ترافیک بزرگراه‌ها با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌سازی CORSIM" هشتمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک، هتل المپیک تهران، سازمان حمل و نقل و ترافیک تهران.
- [۳] حاجی حسینلو، منصور؛ شریفیان، میثم؛ (۱۳۸۷)، "بهبود جریان ترافیک با استفاده از شبیه‌سازی رایانه‌ای مطالعه موردی میدان صنعت" چهارمین کنگره مهندسی عمران، دانشگاه تهران.
- [۴] بی‌نام، (۱۳۸۷)، تهران: GIS سازمان حمل و نقل و ترافیک تهران.
- [5] California Department of Transportation, (2004), "Guidelines for Applying Traffic Micro simulation Modeling Software".
- [6] Carol H. Walters, Christopher M. Poe and Douglas A. Skoweronek, (1992), "Recapturing Capacity by Removing Freeway Bottlenecks", Transportation Research Record 1360, TBR, National Research Council, Washington, D.C, pp.38-44.
- [7] Federal Highway Administration, (2005), "CORSIM User Manual".
- [8] Transportation Research Board, (2000), Highway Capacity Manual, National Research Council, Washington, D.C.
- [9] William R. McShane and Roger P. Roess, Elena S. Prassas, (2004), "Traffic Engineering", 3th edition, Prentice Hall.
- [10] Washington State Department of Transportation, (2001), "Weave Analysis and Performance", Report No. WA-RD 515.