



ارائه طرح هندسی بهینه به منظور کاهش تاخیر و افزایش ایمنی در تقاطعات نامنظم محلی

رضا مهدوی پور^۱، پوریا محمدیان یزدی^۲، علی فغانی^۳، سجاد زارع صفت^۴

۱- کارشناس ارشد برنامه ریزی حمل و نقل و ترافیک؛ شرکت مهندسی مشاور آتیه ساز شرق

۲- کارشناس ارشد برنامه ریزی حمل و نقل و ترافیک؛ دفتر حمل و نقل و ترافیک وزارت کشور

۳- کارشناس ارشد برنامه ریزی حمل و نقل و ترافیک؛ اداره کل مهندسی و ایمنی ترافیک

۴- کارشناس ارشد عمران؛ معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری منطقه ۱۱

چکیده

رشد روزافزون شهرنشینی و توسعه ناپایدار وسایل حمل و نقل سبب افزایش شدید زمان سفر در شبکه معابر شهری و تاثیرات نامناسب زیستی-اجتماعی شده است. بخش مهمی از این زمان سفر به دلیل تاخیرهای طولانی در تقاطعات شبکه ایجاد می شود. از این رو بهبود عملکرد این تقاطعات می تواند تاثیر بسزایی در ارتقاء وضعیت حمل و نقل در شبکه های شهری داشته باشد. ساماندهی این تقاطعات از طریق ارائه طرح های هندسی مناسب ضمن کاهش تاخیر می تواند باعث افزایش ایمنی نیز گردد. در این مقاله یک تقاطع نامنظم محلی واقع در کلان شهر تهران مورد بررسی قرار گرفته و چند طرح هندسی متناسب با شرایط این تقاطع به منظور بهبود عملکرد آن ارائه می شود. این سناریوها در محیط نرم افزار AIMSUN مدل سازی شده و با قیاس شاخص های ترافیکی، سناریوهای برتر انتخاب می شوند. نتایج نشان می دهند که در احجام پایین، طرح هندسی میدان نتایج بهتر و در احجام بالاتر، طرح های هندسی با مسیره های کانالیزه شده کارایی بهتری خواهند داشت.

کلید واژه: تقاطع، طرح هندسی، زمان تاخیر، ایمنی، Aimsun.

۱ مدیر پروژه مطالعات ترافیک منطقه ۱۱ شهرداری تهران rzmhdvpr@yahoo.com

۲ مدیرکل دفتر حمل و نقل و ترافیک و دبیر شورای عالی هماهنگی ترافیک شهرهای کشور

۳ مدیرکل مهندسی و ایمنی ترافیک سازمان حمل و نقل و ترافیک ETSA.tt1394@gmail.com

۴ معاون ترافیک شهرداری منطقه ۱۱ تهران saj_zare@yahoo.om



۱- مقدمه

در بسیاری از شهرها، گسترش محلات در نقاط مختلف شهر قبل از پیدایش و استفاده از وسایل نقلیه موتوری بوده و شکل گیری بافت محله صرفاً بر اساس تردد عابران پیاده و وسایل نقلیه غیرموتوری مانند گاری و با استفاده از حیوانات بارکش و بر اساس حداقل دسترسی‌ها بوده است. اینگونه شکل گیری محله‌ها و تقاطعات به صورت نامنظم سبب بروز مشکلات تردد در شبکه معابر آنها برای حال حاضر وسایل نقلیه موتوری شده است. به دلیل عدم نیاز به معابر عریض و تقاطعات وسیع و بزرگ در شکل گیری محله‌های قدیم؛ این تقاطعات تأمین کننده معیارهای ایمنی برای تردد وسایل نقلیه فعلی نمی‌باشد. از طرفی دیگر احداث بزرگراه‌ها و معابر شریانی درجه ۱ در داخل شهرها با سرعت تردد بالا در آنها و لزوم اتصال این معابر درجه ۱ به معابر جمع و پخش کننده و محلی و به دنبال آن کاهش سرعت آنها در طی این مسیر و همچنین تردد نامنظم و کنترل نشده رانندگان در بعضی از این محلات، ضرورت ارائه طرح‌های هندسی متناسب برای آنها را هر چه بیشتر نشان می‌دهد.

۲- تعریف مسأله و اهداف تحقیق

با عنایت به مطالبی که در مقدمه آورده شد، در این قسمت تعریفی از تقاطع نامنظم به شرح ذیل ارائه شده است. تقاطع نامنظم محل اتصال دو یا چند معبر با زوایای متفاوت به یکدیگر می‌باشد که عرض معابر، زاویه دید و گردش‌ها لزوماً متناسب احجام عبوری و وسایل نقلیه عبوری نبوده و معمولاً سطح ایمنی در این تقاطعات پایین می‌باشد و تداخلات حرکتی مختلف در سطح تقاطع واقع می‌شود.

با توجه به لزوم طراحی هندسی بر اساس "خودروی طرح" و وسایل نقلیه غالب گذرنده از تقاطع و احجام عبوری و شعاع دید و ضمناً کاهش سطوح اضافی در تقاطعات که سبب بی نظمی بیشتر در آنها می‌شود، در این مقاله هدف ارائه راهکاری برای طراحی هندسی بهینه در نوع تقاطعات محلی نامنظم می‌باشد که ضمن در نظر گرفتن پارامترهای ترافیکی ایمنی را نیز افزایش دهد.

بدین منظور تقاطع خیابان زربافیان با خیابان رباط کریم واقع در جنوب میدان رباط کریم در منطقه ۱۱ شهرداری تهران به عنوان مطالعه موردی در نظر گرفته شد.

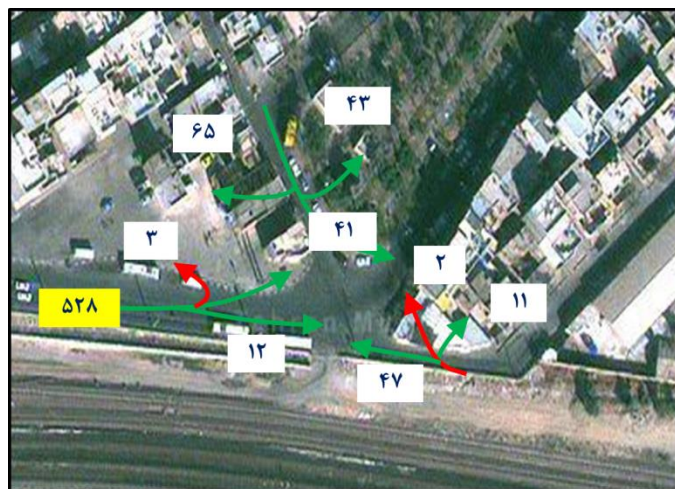


۳- متدولوژی

برای بررسی و سنجش ایمنی در تقاطعات، معیارهایی وجود دارد که از مهمترین آنها می توان به سرعت ۸۵ درصدی استفاده کنندگان، شعاع دید، تعداد نقاط برخورد وسال نقلیه و عابران پیاده با یکدیگر، روشنایی، علائم و تابلوها و کاهش طول پیاده روی در سطح سواره رو اشاره کرد. وضع موجود تقاطع به همراه چهار سناریوی پیشنهادی در نرم افزار شبیه ساز Aimsun مدل سازی شد. با بررسی شاخص های ترافیکی و ایمنی در این چهار سناریو و مقایسه آنها با یکدیگر و امتیازدهی به هر شاخص، سناریوی برتر انتخاب خواهد شد.

۴-۱ معرفی تقاطع مورد مطالعه

مطالعه موردی، تقاطع خیابان رباط کریم با خیابان زربافیان و تیمور ابراهیمی، واقع در منطقه ۱۱ شهرداری تهران می باشد. این تقاطع در محله عباسی و انبارنفت از جنوب به خط ریل راه آهن، از شمال به بزرگراه شیخ محمدی، از شرق به بزرگراه نواب و از غرب به بوستان تبسم و بزرگراه دشت آزادگان محدود شده است. این چندراهی محل تلاقی خیابان های محلی و جمع و پخش کننده می باشد که دسترسی به بزرگراه شیخ محمدی و نواب را برقرار می کند. سرعت بالای برخی از وسایل نقلیه که از بزرگراه های اطراف وارد این تقاطع می شوند ایمنی آن را به مخاطره انداخته اند. عکس هوایی تقاطع نیز در شکل ۱ نشان داده شده است.



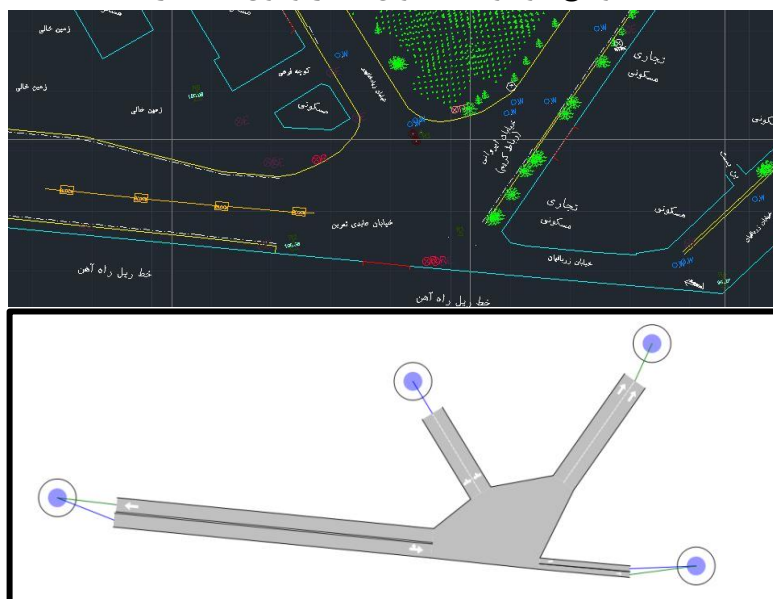
شکل ۱: عکس هوایی تقاطع مورد مطالعه



برای بهبود وضعیت این تقاطع چهار سناریوی زیر تعریف و در نرم افزار Aimsun شبیه سازی شد.

۲-۴ سناریوی اول

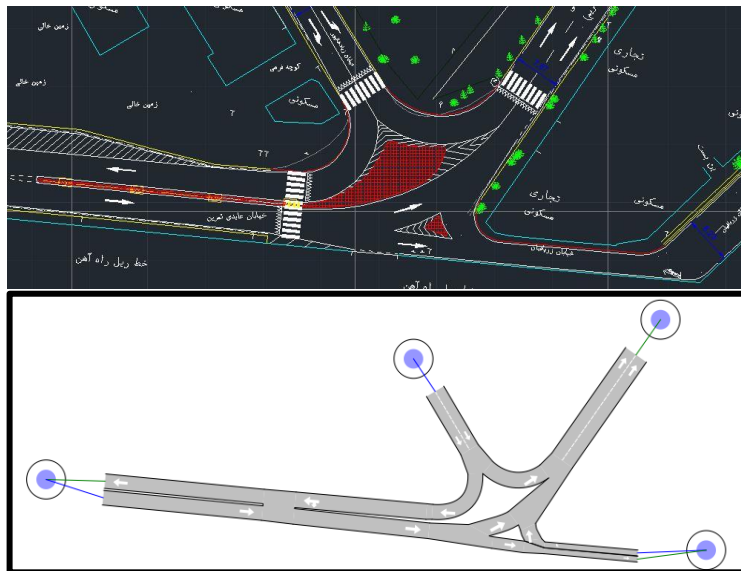
برای مقایسه تغییرات ایجاد شده، وضع موجود به عنوان سناریو اول مدل سازی شده است.



شکل ۲: طرح هندسی و شبیه سازی وضع موجود در نرم افزار Aimsun

۳-۴ سناریوی دوم

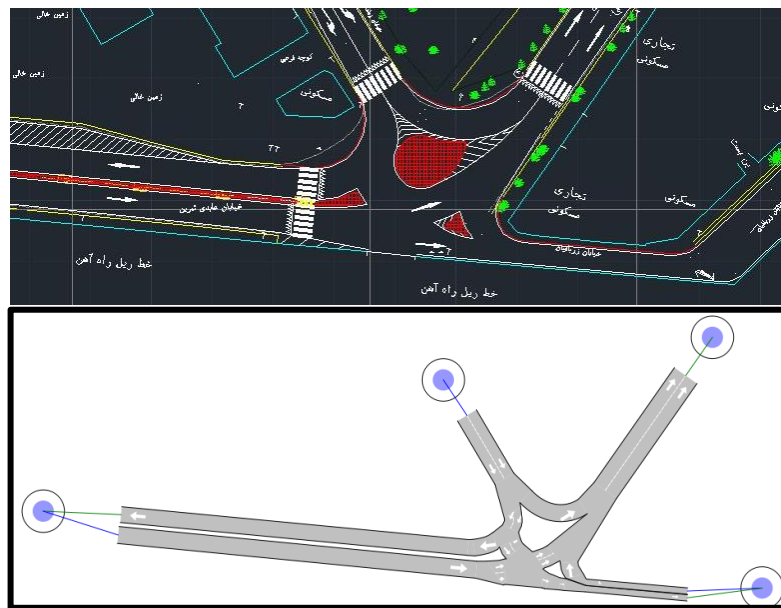
همان طور که در شکل ۳ نشان داده شده است در این سناریوی تمامی حرکت های تداخلی در تقاطع حذف شده و یک دوربرگردان در ۱۰۰ متری آن ایجاد شده است، مزیت این سناریو حذف حرکت های تداخلی و نقاط برخورد و احتمالاً خلاف می باشد. کانالیزه شدن تمامی حرکت ها هم از دیگر مزیت های این سناریو است.



شکل ۳: طرح هندسی و شبیه سازی سناریوی دوم در نرم افزار Aimsun

۴-۴ سناریوی سوم (میدان اشکی شکل)

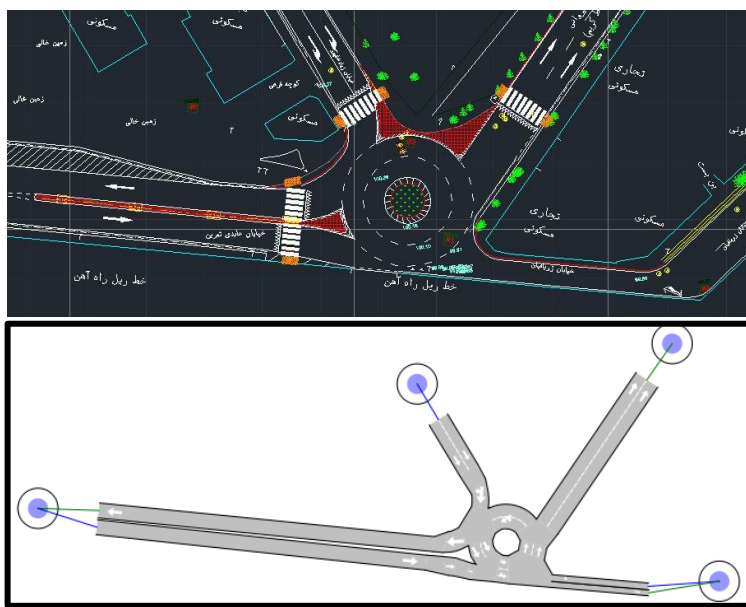
شکل ۴ مربوط به طراحی هندسی این سناریو می باشد، تفاوت این سناریو با سناریوی قبل، بازشدگی مسیر برای حرکت شمال به داخل فرعی زربافیان می باشد که جایگزین دوربرگردان سناریوی قبل می باشد و نوعی میدان اشکی شکل می باشد، مزیت این سناریو نسبت به سناریوی قبل دسترسی بهتر و مستقیم تر از خیابان تیموری به بن بست زربافیان می باشد. ضعف این سناریو احتمال برخورد در محل بازشدگی می باشد که ایمنی آن را کاهش خواهد داد. یکی از مهمترین عوامل تاثیرگذار بر عملکرد میدان های ترافیکی، هندسه میدان می باشد [۱].



شکل ۴: طرح هندسی و شبیه سازی سناریوی سوم در نرم افزار Aimsun

۴-۵ سناریوی چهارم (میدان ساده)

شکل ۵ طرح هندسی میدان ساده را برای سناریوی چهارم نشان می‌دهد. مزیت عمده میدان این است که با تبدیل حرکت های تقاطعی به حرکت های تداخلی تأخیر تقاطع را حداقل می‌کند. این مزیت زمانی که حجم ترافیک به حد ظرفیت برسد کاملاً از بین می‌رود [۲]. مزیت این سناریو نسبت به سناریوهای قبل افزایش دسترسی‌ها و کاهش تاخیر بوده و ضعف آن افزایش برخوردهای احتمالی و حرکت های تداخلی در دور میدان می‌باشد؛ از جمله کاربردهای میدان در تقاطعات محلی کاهش سرعت می‌باشد.



شکل ۵: طرح هندسی و شبیه سازی سناریوی چهارم در نرم افزار Aimsun

۴-۵ سناریوی پنجم (تقاطع چراغدار)

سناریوی آخر وضع موجود چراغدار شده و با زمانبندی‌های مختلف متناسب با احجام در نرم‌افزار شبیه سازی شده‌اند.

۴-۶ مقایسه سناریوها

برای شبیه‌سازی سناریوها در نرم‌افزار Aimsun، احجام عبوری وضع موجود صبح و بعدازظهر برداشت و ساعت اوج شبکه و احجام مربوط به آن مشخص شد. برای بررسی حالت‌های مختلف احجام عبوری، هر کدام از سناریوها با سه حجم وضع موجود (کوتاه مدت)، دو برابر آن (میان مدت) و سه برابر آن (بلند مدت) در نرم افزار شبیه سازی شدند. برای مقایسه سناریوها از چهار پارامتر تأخیر، جریان، سرعت و زمان سفر استفاده شده است؛ بدین صورت که برای بهترین عدد سناریوها در هر شاخص امتیاز صفر در نظر گرفته و برای سناریوهای بعدی و نامطلوب‌تر امتیاز منفی در نظر گرفته شده است؛ لذا امتیاز هر سناریو که به صفر نزدیک‌تر باشد وضعیت مطلوب‌تری خواهد داشت.



۴-۶-۱ مقایسه سناریوها با احجام وضع موجود (کوتاه مدت)

همان طور که در جدول ۱ نشان داده شده است با احجام وضع موجود سناریوی چهارم با طرح هندسی میدان ساده برتر شده است.

جدول ۱: شاخص های ترافیکی سناریوها با احجام وضع موجود

شاخص	سناریوی اول	سناریوی دوم	سناریوی سوم	سناریوی چهارم	سناریوی پنجم
تأخیر	۹,۹۳	۹,۰۹	۵,۱۹	۵,۲۱	۵۳,۵۸
جریان	۷۴۴,۸	۷۴۴,۷	۷۳۸,۷	۷۴۷,۶	۷۵۰,۴
سرعت	۳۸,۴۵	۴۰,۴۶	۴۲,۸۳	۴۲,۵۷	۲۶,۱۸
زمان سفر	۳,۲۹	۳,۷۸	۳,۳۳	۳,۱۲	۴,۶۴
امتیاز منفی	۱,۰۸	۱,۰۳	۰,۰۸	۰,۰۱	۱۰,۲۰
اولویت بندی	۴	۳	۲	۱	۵

همان طور که ملاحظه می گردد سناریوی چهارم یعنی میدان ساده در این حالت (کوتاه مدت) در همه شاخص ها، به جز اندکی در شاخص سرعت، بهترین رتبه را کسب کرده است. سناریوی دوم به دلیل بسته شدن یکسری از حرکت های مستقیم و استفاده از دوربرگردان، با تأخیر بالایی روبرو شده و در نتیجه رتبه آن را تنزل داده است. طرح هندسی میدان علاوه بر شاخص های اشاره شده، به دلیل آرام سازی جریان ترافیک و تبدیل حرکت های تقاطعی به تداخلی ایمنی تقاطع را تا حد زیادی افزایش می دهد.

۴-۶-۲ مقایسه سناریوها با احجام دوبرابر وضع موجود (۲۰۰٪) (میان مدت)

همان طور که در جدول ۲ نشان داده شده است با احجام دوبرابر وضع موجود سناریوی سوم با طرح هندسی میدان اشکی شکل، برتر شده است.

جدول ۲: شاخص های ترافیکی سناریوها با احجام ۲۰۰٪

شاخص	سناریوی اول	سناریوی دوم	سناریوی سوم	سناریوی چهارم	سناریوی پنجم
تأخیر	۱۶,۷۱	۱۴,۲۳	۸,۷۵	۱۱,۶۹	۱۰۷,۹۲
جریان	۱۵۰۴,۵	۱۴۸۶,۴	۱۴۸۶,۸	۱۵۱۱	۱۴۸۴,۷
سرعت	۳۶,۴۱	۳۸,۸۱	۴۱,۷۵	۳۹,۷۹	۱۹,۵۴
زمان سفر	۷,۱۹	۷,۹۶	۷,۰۷	۶,۸۵	۱۳,۱۷
امتیاز منفی	۱,۰۹	۰,۸۸	۰,۰۵	۰,۳۸	۱۲,۸۱
اولویت بندی	۴	۳	۱	۲	۵



همان طور که ملاحظه می گردد سناریوی سوم یعنی میدان اشکی شکل در این حالت (میان مدت) بیشترین امتیاز و بهترین رتبه را کسب کرده است. رتبه دوم سناریوی چهارم یعنی میدان ساده می باشد. با در نظر گیری افزایش سطح تقاضا در این حالت و کانالیزه شدن مسیرهای تردد در سناریوی برتر (چهارم)، ایمنی نسبت به دیگر سناریوها بهبود چشمگیری خواهد یافت.

۴-۶-۳ مقایسه سناریوها با احجام سه برابر وضع موجود (۳۰۰٪) (بلند مدت)

همان طور که در جدول ۳ نشان داده شده است با احجام سه برابر وضع موجود باز هم سناریوی سوم با طرح هندسی میدان اشکی شکل برتر شده است.

جدول ۳: شاخص های ترافیکی سناریوها با احجام ۳۰۰٪

شاخص	سناریوی اول	سناریوی دوم	سناریوی سوم	سناریوی چهارم	سناریوی پنجم
تأخیر	۴۸,۳۴	۳۵,۰۸	۱۹,۵۱	۳۳,۸۶	۱۶۵۳,۵۷
جریان	۱۸۸۰,۱	۲۲۳۷,۱	۲۲۳۷,۴	۲۲۵۳,۷	۱۹۱۳,۱
سرعت	۳۰,۴۲	۳۴,۳	۳۸,۹۲	۳۴,۴	۱۴,۵۱
زمان سفر	۱۱,۹۹	۱۴,۵۷	۱۱,۸۶	۱۲,۹۱	۱۷۲,۰۸
امتیاز منفی	۱,۸۷	۱,۱۵	۰,۰۱	۰,۹۴	۹۸,۰۴
اولویت بندی	۴	۳	۱	۲	۵

در سناریوهای بلند مدت نیز همانند میان مدت ها، سناریوی سوم بالاترین رتبه را کسب کرده است. سناریو چراغدار کردن تقاطع بدترین نتیجه را کسب کرده است، دلیل آن را می توان غالب بودن حجم ترافیک در راستای خیابان زربافیان غرب به رباط کریم شرق و ناچیز بودن احجام دیگر در مقابل آن عنوان کرد که زماندار کردن تقاطع تأخیر چشمگیری در یک رویکرد با حجم بالا ایجاد کرده است. این نتیجه کلی را می توان گرفت که در تقاطعاتی امکان بهبود را در گزینه چراغدار کردن دارد که حجم یک رویکرد نسبت به دیگر رویکردها غالب نباشد. آنچه که از مجموع نتایج مشخص می شود آن است که در صورت پایین بودن احجام در اینگونه تقاطعات (وضع موجود) طرح هندسی میدان که تمامی رویکردها حرکت های نسبتا آزادانه تری دارند نتایج ترافیکی بهتری را می دهند و با افزایش حجم، سناریو با مسیرهای کانالیزه شده (مثل میدان با اشکال خاص) نتیجه بهتری را خواهند داد. همان طور که در مقدمه هم بدان اشاره شد در ورودی مناطق شهری نیز وجود میدان در کاهش سرعت وسایل نقلیه ای که از جاده برون شهری به جاده درون شهری وارد می شوند، بسیار موثر است [۳]. در سناریوی چهارم در کوتاه مدت تاخیر به میزان ۴۷٪، در میان مدت و بلند مدت تاخیر به میزان ۳۰٪ کاهش یافته است. در سناریوی سوم در کوتاه مدت و میان



مدت تأخیر به میزان ۴۸٪، در بلند مدت تأخیر به میزان ۶۰٪ کاهش یافته است. مشابه با افق میان مدت، در این حالت (بلند مدت) نیز کانالیزه کردن حرکت‌های گردشی به دلیل مدیریت حرکات تقاطعی، افزایش ایمنی را منجر خواهد شد.

۵- نتیجه گیری

در این مقاله طرح هندسی بهینه برای تقاطعات نامنظم محلی در شبکه معابر شهری جهت کاهش زمان تأخیر و افزایش ایمنی مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است. بر همین اساس راهکارهای مختلفی در ارائه طرح هندسی ارائه شده است. جهت ارزیابی این راهکارها، سناریوهای مختلفی برای سه سطح تقاضای مختلف برای یک تقاطع نامنظم محلی در کلان‌شهر تهران تعریف گشت. این سناریوها در نرم‌افزار AIMSUN مدل‌سازی شده و شاخصهای ترافیک در هر سناریو تعیین شد. نتایج حاصل از این مطالعه برای تقاطعات محلی و کوچک شهری به شرح زیر می‌باشد:

- ۱- در صورت پایین بودن احجام تردد، طرح هندسی میدان مناسب‌ترین گزینه خواهد بود.
 - ۲- در سطح تقاضای بالاتر طرح‌های هندسی کانالیزه شده و با امکان دسترسی مستقیم نتایج بهتری را خواهند داد.
 - ۳- چراغدار کردن در صورتی که حجم یکی از رویکردها نسبت به بقیه غالب باشد، نتایج بسیار نامطلوبی را به همراه خواهد داشت.
 - ۴- انواع طرح‌های هندسی میدان (ساده و اشکی شکل) با کاهش سرعت تقاطع و تبدیل حرکت‌های تقاطعی به تداخلی و همچنین کانالیزه کردن مسیرهای تردد، باعث افزایش ایمنی در تقاطعات خواهند شد.
- پر واضح است که نتایج اشاره شده در این پژوهش بر مبنای مطالعه موردی بوده و قطعیتی در خصوص صحت آنها در تمامی موارد وجود ندارد. لیکن برای تقاطعات مشابه میتوان از این نتایج استفاده کرد.



۶- مراجع

- [۱] ارایه روش نیازسنجی و امکان سنجی حذف و یا ایجاد میدان در شبکه معابر شهری، ۱۳۹۴ ، چهاردهمین کنفرانس بین المللی حمل و نقل و ترافیک.
- [۲] تقاطعات همسطح شهری - مبانی - نشریه - ۱۴۵ معاونت امور فنی - دفتر امور فنی و تدوین معیارها - ۱۳۷۶
- [۳] ارزیابی تاثیر پارامترهای ترافیکی بر طرح هندسی میدان های ترافیکی، ۱۳۹۴ ، چهاردهمین کنفرانس بین المللی حمل و نقل و ترافیک
- [۴] Miaou, S.P., Hu, P.S., Wright, T., Rathi, A.K., Davis, S.C., ۱۹۹۲. Relationship between truck accidents and highway geometric design: a poisson regression approach. Transportation Research Record ۱۳۷۶, ۱۰-۱۸



An optimal geometric design for local disordered intersections for reducing the delay time and improving the safety

R.Mahdavi poor, P.Mohamadian, A.Faghani, S.Zare sefat

۱ -Academic title and short address of first author

۲ -Academic title and short address of second author

Abstract

Fast growth rate of urbanization and unstable developments has dramatically increased the travel time and caused some social-environmental problems in urban transportation network. Delay time at intersections consists a significant portion of the unwanted travel time. Therefore, improving the performance of the intersections can enhance the efficiency of the transportation system. Organizing these intersections by implementing suitable geometric designs leads to reducing the delay time and improving the safety. In this paper, the performance of a local disordered intersection in the city of Tehran is investigated, considering some predefined scenarios with different compatible geometric designs. The scenarios are evaluated using the AIMSUN traffic micro-simulation software and the superior scenarios are determined. According to the results obtained, the design of a roundabout is the best scheme for low rate of traffic flows, where the channelized passing ways seems to be the dominant plan for high rate of traffic flows.

Keywords: *Intersection, Geometric Design, Delay time, safety, AIMSUN.*