ارزیابی و تحلیل فنی دوربرگردان با تاکید بر پارامترهای ترافیکی با استفاده از نرم‌افزار ایمسان (مطالعه موردی: دو دوربرگردان بزرگراه چمران در شهر تهران)

مقاله علمی – پژوهشی

سحر عموزاده، گروه عمران، دانشکده عمران و منابع زمین، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
هومن رحیمی*، گروه مهندسی عمران، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
ابراهیم صفا، گروه عمران، دانشکده عمران و منابع زمین، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: hoomanrahimit@yahoo.com

دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۲۹– پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۲۵
صفحه ۲۴۰-۲۲۳

چکیده

امروزه معضل ترافیک در بسیاری از شهرهای دنیا بخش عمده‌ای از وقت و انرژی شهروندان را به خود اختصاص داده است. دوربرگردان به عنوان یکی از اجزای شبکه معابر شهری در بسیاری از موارد برای ایجاد دسترسی بین معابر در دو سوی یک مسیر شریانی با جداکننده میانی به کار می رود. برای کاهش ترافیک در مقاطع موردنظر که به عنوان نمونه موردی، در بزرگراه چمران و در شهر تهران واقع هستند، اصلاح هندسی صورت خواهد گرفت و به این سوال اساسی پاسخ داده خواهد شد که آیا اصلاح هندسی دوربرگردان‌های مورد نظر می‌تواند بر پارامترهای ترافیکی اثرگذار باشد؟ ضرورت انجام اصلاح هندسی: کاهش ترافیک شدید، افزایش ایمنی سفر، کاهش زمان تاخیر و به طور کلی عدم استفاده بهینه از امکانات سفر از ضرورت انجام این پژوهش است. در این پژوهش دوربرگردان‌های موردنظر درنرم‌افزار ایمسان مدل شده است، سپس دوربرگردان‌های مدل شده تحت حجم‌های ترافیکی مختلف در ساعت‌های متفاوت قرار می‌گیرند که با در نظر گرفتن سناریوهایی مانند : ۱. افزایش یک نصف عرض خط ۲. تقاطع غیرهمسطح (طراحی روگذر) ۳. طراحی دوربرگردان دسته کوزه‌ای و پس از کالیبراسیون نرم‌افزار، خروجی‌های نرم‌افزار استخراج گردید. در آخر با استفاده از خروجی‌های نرم‌افزار ایمسان برای شاخص‌های اشاره شده تحلیل ترافیکی مقطع مورد نظر انجام می‌شود. خروجی‌های نرم‌افزار نقش تعیین کننده‌ای درانتخاب طرح بهینه دارند. نتایج شبیه‌سازی نشان داد که طراحی دوربرگردان مدل B دسته کوزه ای و تقاطع غیرهمسطح تاثیر بسزایی در بهبود خواص ترافیکی داشته است که به‌طور میانگین به ترتیب موجب کاهش ۶۷ درصدی و ۸۱ درصدی زمان تاخیر در ترافیک، افزایش ۱۰ درصدی و ۱۵ درصدی سرعت وسایل نقلیه و کاهش حدود ۲۷ درصدی و ۳۰ درصدی زمان سفرشده است.

واژه‌های کلیدی: طراحی دور برگردان، زمان سفر، اصلاح هندسی، ایمسان

۱- مقدمه

به درستی نمی‌توان تاریخ ابداع دوربرگردان را مشخص کرد ولی درکشورهای مختلف و از جمله در کشور ایران، ده‌ها سال است که دوربرگردان به کار گرفته شده و مردم نیز کمابیش با این واژه و عملکرد آن آشنا بوده‌اند. معمولاً در راه‌های جدا شده ای که نیاز به گردش ۱۸۰ درجه ای وسایل نقلیه وجود داشته باشد، یک بریدگی درمیانه راه ایجاد می‌شود که به آن اصطلاحاً دوربرگردان یا واگرد گفته می‌شود. دوربرگردان‌ها تسهیلات ترافیکی هستند که به طور عمده، حرکت‌هایی که دارای اهمیت کمتری در

تقاطع‌ها و معابر هستند به سمت آن‌ها هدایت می‌شوند تا عملکرد اصلی بزرگراه که روانی حرکت درمعبر اصلی است، ارتقا یابد. این تسهیلات طی دهه‌های متمادی در سطح جهان به کار گرفته شده اند وسهولت به کارگیری آن‌ها و روانی ترافیک در مسیر اصلی، سبب توجه ویژه به آن‌ها شده است (امینی، ۱۳۸۵).

دوربرگردان، نوع تکمیل شده بریدگی میانی[1] مسیرهای شریانی یا بزرگراهی است که امکان دسترسی وسایل نقلیه در حال حرکت در یک مسیر را به مسیر مقابل فراهم می‌سازد. دوربرگردان‌ها را می‌توان از لحاظ ساختاری به سه بخش تقسیم کرد.

-دوربرگردان‌های ساده (دارای بریدگی میانی)

-دوربرگردان های توسعه یافته[2] یک جهته.

-دوربرگردان‌های توسعه یافته دو جهته (پروانه‌ای)

دوربرگردان‌های ساده، در عمل همان بازشدگی یا بریدگی میانی مسیرهای اصلی است که در اکثر موارد دور زدن در آن‌ها با مشکل مواجه بوده و وسایل نقلیه در حالتی غیر ایمن گردش می‌نمایند. در این دوربرگردان‌ها، وسیله‌نقلیه گردش کننده پیش از ورود به مسیر پایین دست حتماً باید سرعت خود را به صفر رسانده و توقف نماید و پس از یافتن سرفاصله[3] مناسب، میان حرکت وسایل نقلیه آن مسیر اقدام به گردش نماید. از این حالت تنها برای ایجاد دسترسی‌های با حجم تقاضا کم و بسیار کم استفاده می‌گردد و استفاده از آن در معابری پیشنهاد می‌شود که فضای لازم برای تعریض معبر موجود نبوده و یا حجم تردد وسایل نقلیه در مسیرهای بالادست و پایین دست به اندازه‌ای است که امکان گرفتن از عرض موجود مسیر سواره رو و اختصاص آن به محدوده دوربرگردان توسعه یافته میسر نباشد. البته در همه حال باید تقاضای گردش وسایل نقلیه در محل دوربرگردان تعیین شده و تأثیر احداث آن برترافیک عبوری مسیرهای بالادست و پایین دست مطالعه و بررسی گردد. شکل (۱) و (۲) نمونه ای از اینگونه دوربرگردان‌ها را نشان می‌دهد.

دوربرگردان‌های توسعه یافته یک جهته یا دو جهته از توسعه بریدگی میانی موجود در محلی که اقدام به احداث دوربرگردان می‌گردد حاصل می‌شود. شکل (٤) و (٥) نمونه‌ای از دوربرگردان‌های توسعه یافته دو جهته را نشان می‌دهد. برخلاف دوربرگردان‌های ساده، دوربرگردان‌های یک جهته و دو جهته زمانی ساخته می‌شوند که تعداد وسایل نقلیه زیاد باشد و احداث نکردن حالت پروانه‌ای باعث ایجاد گره ترافیکی در آن محل شود.

شکل ۱. دوربرگردان معمولی، ساده

شکل ۲. دوربرگردان ساده همراه با بازشوندگی گردش به چپ

شکل ۳. دوربرگردان جهتی بین تقاطعی بدون خطوط گردش به چپ

شکل٤. دوربرگردان جهتی بین تقاطعی همراه با بازشدگی خطوط گردش به چپ

مزایای دوربرگردان های احداث یا طراحی شده به این شرح اعلام شده‌اند : حذف چراغ ها راهنمایی و در نتیجه حذف هزینه های نگهداری از این چراغ ها، کاهش زمان تاخیر از طریق افزایش ظرفیت عبوری خودروها تا میزان ۳۰ درصد، فراهم آوردن امکان دسترسی آسان به تمام جهات حرکتی برای خودروهای عبوری، رعایت طول تداخل مسیر و در نتیجه کاهش حرکات تداخلی، افزایش سطح سرویس دهی و در نتیجه افزایش سرعت عمل خودروهای عبوری، کاهش مصرف سوخت و کاستن از آلودگی های زیست محیطی برای حذف چراغ قرمز، افزایش ظرفیت عبوری مسیرهای مستقیم به دلیل حذف حرکات گردشی به ویژه گردش به چپ، کاهش نقاط برخورد و در نتیجه کاستن از میزان تصادفات رانندگی، جلوگیری از اجرای پروژه‌های پرهزینه مانند تقاطع‌های غیرهمسطح مزیت دوربرگردان‌ها هستند. احداث دوربرگردان به عنوان یکی از راهکارهای موقت حل مشکل ترافیک در معابر شهری است که یکی از مهمترین اهداف آن، کاهش زمان سفر و کاهش مصرف سوخت و افزایش سرعت هست اما با توجه به اینکه بررسی دقیق در همه ابعاد احداث دوربرگردان‌ها انجام نشده است، متاسفانه شاهد آن هستیم که بعضی از دوربرگردان‌ها عملکرد مناسبی نداشته و نه تنها باعث کاهش زمان سفر نمی‌گردند بلکه در مواردی باعث افزایش تاخیر و حتی بالا رفتن میزان مصرف سوخت و احتمال بروز تصادفات می‌شوند. وجود ترافیک شدید در ساعات مختلف شبانه روز (به خصوص صبح و عصر)، کاهش ایمنی سفر، تلف‌شدن وقت و هزینه‌هایی مانند بنزین و تعمیر خودرو و.... به طور کلی عدم استفاده بهینه از امکانات سفر از پیامد های منفی آن است.

۲- پیشینه تحقیق

در بسیاری از شهرهای کشور و از جمله تهران و اصفهان از گذشته های دور از دوربرگردان به طور محدود استفاده شده است (بردبار و امینی ۱۳۹۰) در نشریهٔ شماره ۱-۱٤٥ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور یک پروژه پژوهشی- مطالعاتی است که در آن اصول و ضوابط برنامه ریزی، طراحی و مدیریت تقاطع‌های همسطح شهری تحت عنوان ضوابط طراحی تقاطع‌های همسطح شهری، مطرح شده است، در رابطه با کاربرد خطوط واگرد یا دوربرگردان چنین آمده است که؛ در صورت وجود ممنوعیت گردش به چپ در یک تقاطع می‌توان بعد از تقاطع، یک خط واگرد برای گردش به چپ غیرمستقیم پیش بینی نمود (نشریه شماره ۱-۱٤٥ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری ۱۳۷٦). چندین سال است که متخصصان درباره حذف تقاطع‌ها و چراغ‌های راهنمایی از شبکه معابر شهری بحث می‌کنند. شهرداری تهران در سال ۱۳۸۲ برای اولین بار در دنیا از المان ساده ترافیکی در کار بزرگ حذف تقاطع در بزرگراه بسیج در محل تقاطع افسریه استفاده کرد. در این مورد از یک دوربرگردان استفاده و با به کارگیری آن تقاطع مسدود شد. موفقیت آمیز بودن اجرای طرح اول و نظرخواهی از مردم و اندازه‌گیری پارامترهای ترافیکی باعث شد که شهرداری تهران طرح را گسترش داده و این بار اقدام به اجرای آن در تقاطع چهارراه نماید. دومین طرح اجرا شده حذف تقاطع ١٦ متری دوم بزرگراه رسالت بود. این طرح با مطالعه و کارشناسی دقیق، قبل و بعد از اجرای طرح همراه بود، که از محاسن آن پس از اجرا، می توان به کاهش زمان سفر و افزایش بهداشت روانی و آرامش روحی شهروندان اشاره کرد. در حال حاضر چندین دوربرگردان درسطح شهر تهران ایجاد شده است و برنامه گسترش آن برای سال‌های آتی نیز وجود دارد و از دیدگاه زیست محیطی، آلاینده‌هایی که وسایل نقلیه منتظر در پشت چراغ قرمز ایجاد می‌کنند، در محل چراغ راهنمایی تخلیه می‌شود. از آنجا که حجم هوا در اطراف وسایل نقلیه ساکن پشت چراغ قرمز محدود است، بنابراین غلظت آلاینده در محیط زیاد می‌شود. این در حالی است که از احداث دوربرگردان همین مقدار آلاینده، در یک طول نسبتاً زیاد منتشر می‌شود و غلظت آن به مراتب کم‌تر از وضعیت سکون است (بهبهانی و احمدی‌نژاد ۱۳۸۸). یکی دیگر از پژوهش‌های انجام گرفته در زمینه دوربرگردان‌ها، ارزیابی فنی و اقتصادی دوربرگردان‌های شهر تهران است. در این پژوهش به بررسی هر چه بیشتر اثرات اجرای طرح دوربرگردان جایگزین تقاطع‌ها و تحلیل اقتصادی قبل و بعد از اجرای آن، پرداخته شده است. در همین راستا به مقایسه بین دو دیدگاه متفاوت در مورد اجرای دوربرگردان و تحلیل اقتصادی آن‌ها پرداخته شده است. در ابتدا به بررسی یک دیدگاه موافق دوربرگردان به نقل از "نشریه شمس" و سپس یک دیدگاه مخالف به نقل از "خبرنامه بن شماره ٥٠ -٥١" پرداخته شده است . در دیدگاه نخست "نقش تقاطع‌های دارای دوربرگردان در کاهش مصرف سوخت و آلاینده ها" به بررسی اثرات اجرای دوربرگردان بر میزان مصرف سوخت وکاهش آلاینده‌ها به کمک اطلاعات مربوط به مصرف سوخت و میزان انتشار گاز CO_2 سه وسیله‌نقلیه تیپ، که تقریباً

بیشترین آمار تردد جاده‌ها را به خود اختصاص داده‌اند، در دو تقاطع شهر تهران، پرداخته شده است. نتیجه بررسی انجام شده در این تحقیق کاهش ۷ درصدی میزان مصرف سوخت و کاهش ٦ درصدی میزان انتشار گاز CO_2 در نتیجه استفاده از دوربرگردان در محل تقاطع های چراغدار مذکور است.

در دیدگاه دوم "ارزیابی دوربرگردان در شبکه بزرگراهی" به بررسی موارد زیر پرداخته شده است:

-افزایش مصرف سوخت دوربرگردان

-آلودگی محیط زیست دوربرگردان

-افزایش طول و زمان سفرهای شهری

-افزایش تصادفات و کاهش ایمنی در دوربرگردان

-برآورد اضافه هزینه های دوربرگردان

-سایر معایب دوربرگردان

نتیجه بررسی انجام گرفته در تحقیق مذکور، افزایش مصرف سوخت، تعداد تصادفات، میزان انتشار گاز CO_2، طول و زمان سفر و کاهش ایمنی در اثر استفاده از دوربرگردان در تقاطع است.

پژوهش دیگری که انجام گرفته است، با عنوان مقایسه عملکرد ترافیکی، مصرف سوخت، و آلایندگی تقاطع دارای چراغ و دوربرگردان در بزرگراه‌های شش خطه می‌باشد که از آن نتیجه گرفته شد که، برای سه دوره تردد سنگین، متوسط و سبک و به کمک شاخص‌های مختلفی، بین تقاطع دارای چراغ و دوربرگردان مقایسه به عمل آمد که عملکرد ترافیکی تقاطع دارای چراغ و دوربرگردان، به ترتیب به کمک شبیه سازی و مدلسازی ریاضی به دست آمده است. دوربرگردان‌های موردمطالعه در امتداد بزرگراه شش خطه شهری قرار داشتند و تمامی چراغ‌های راهنمایی آن با دوربرگردان جایگزین شد. با اجرای دوربرگردان، سرعت سفر مستقیم‌رو اصلی در دوره تردد سنگین، متوسط، و سبک به‌طور تقریبی به ترتیب به میزان ۳۵ کیلومتر بر ساعت، ۳۰ کیلومتر بر ساعت و ۵ کیلومتر بر ساعت بیشترین بهبود سرعت ناشی از احداث دوربرگردان منحصر به خودروهای مستقیم رو اصلی هست. دوربرگردان، هدف روانی تردد در بزرگراه را محقق می‌کند. احداث دوربرگردان در تقاطع رسالت، کاهش بیشتری در زمان سفر به همراه دارد، زیرا تقاطع رسالت دارای حجم تردد بیشتر و دوربرگردان آن، به فاصله کمتری از تقاطع واقع شده است. هر چه نسبت حجم حرکات گردشی به حرکات مستقیم رو بزرگراه، افزایش یابد، دوربرگردان از توانایی بالاتری در کاهش زمان سفر و روانی تردد از خود بروز می‌دهد. از معایب دوربرگردان، افزایش مسافت سفر هست. به طور متوسط هر خودرویی که از تقاطع گلبرگ و رسالت عبور می‌کند، به ترتیب مسافت اضافهای معادل با ۱۷۹ و ١٦٤ متر طی می‌کنند که باعث افزایش استهلاک خودروها می‌شود. مقایسه مصرف سوخت تقاطع دارای چراغ و دوربرگردان نشان داد که به دلیل افزایش سرعت حرکت و کاهش مصرف سوخت در سرعت بالاتر، در تقاطع دارای دوربرگردان گلبرگ و رسالت، به ترتیب به میزان ١٦٢٣ و ٤٢٤٤ لیتر مصرف سوخت در طی شبانه روز کاهش می‌یابد. البته، لازم به ذکر هست که مصرف سوخت معبر فرعی تقاطع رسالت در تمامی دوره‌ها افزایش می‌یابد. در شبانه روز، تولید آلاینده کربن مونوکسید کاهش و میزان تولید NOX افزایش می‌یابد اگرچه با افزایش سرعت، تولید آلاینده به ازای هر ثانیه سفر در دوربرگردان افزایش می‌یابد، اما چون دوربرگردان باعث کاهش زمان سفر می‌شود، در مجموع تولید آلاینده را کاهش می‌دهد. در یک نگاه کلی می‌توان گفت تقاطع دارای دوربرگردان، در دوره تردد سنگین و متوسط دارای عملکرد ترافیکی بهتری است ولی در دوره تردد سبک عملکرد آن منفی هست (چوپانی ۱۳۹۸).

به درستی نمی‌توان تاریخ ابداع دوربرگردان را مشخص نمود ولی در کشورهای توسعه یافته بیش از پنجاه سال است که دوربرگردان‌ها در سطح معابر شهری به کار گرفته شده‌اند. در میان این کشورها ایالات متحده امریکا کشور پیشرو در به‌کارگیری دوربرگردان‌ها بوده است. معابر شهری در اکثر ایالت میشیگان به دلیل دارا بودن دوربرگردان های فراوان، در سطح جهان مشهور است (Hutchinson and Woolley.2008).

در ایالات متحده، تراکم در نقاط شهری و حومه به شدت رو به افزایش بوده در نتیجه روزانه تعداد قابل توجهی تصادف در محل تقاطع ها مشاهده می‌شود. یکی از راه‌های مقابله با مشکل راه بندان و ایجاد ایمنی در معابر، شکافتن رفوژ[٤] میانی (جزیره میانی) و احداث دوربرگردان در قبل و بعد از تقاطع‌ها، به منظور حذف حرکات گردش به چپ در محل تقاطع است. موضوع دوربرگردان‌ها از دیرباز در میشیگان، فلوریدا، مریلند، نیوجرسی و به تازگی در لویزانیا مورد توجه قرار گرفته است.

بر اساس گزارش منتشر شده در سال ۲۰۱۰ از سوی اداره فدرال راه‌ها[٥] امروزه بیش از ٦٨٤ کیلومتر از راه‌های شریانی ایالت میشیگان به بیش از ۷۰۰ دوربرگردان مجهز شده‌اند. همچنین در ایالت فلوریدا، مریلند، نیو مکزیکو و نیواورلئان از دوربرگردان‌ها استفاده شده است.

خو در سال ۲۰۰۰ میلادی، ضمن مطالعه ۲۵۸ تقاطع بی چراغ با تعداد ۳۹۱۳ تصادف در دوره ۳ ساله در راه‌های شش خطه، تاثیر احداث دوربرگردان‌ها در کاهش نرخ کل تعداد تصادف‌ها ۲۶درصد اعلام نمود. همچنین ایشان از تئوری تداخل استفاده و با مطالعه شانزده محل نتیجه گرفت که احداث دوربرگردان نسبت به گردش به چپ مستقیم ۴۷ درصد کاهش در تعداد نقاط تداخل ترافیکی داشته است (Zhang and Bared. 2007). پژوهش جامع و گسترده‌ای در سال ۲۰۰۹ در هفت ایالت امریکا، به منظور ارزیابی ایمنی و عملکرد حرکت‌های دوربرگردان در مقایسه با حرکت‌های چپگرد مستقیم صورت گرفت. ۶ پایگاه داده شامل ۶۲ کریدور شریانی، مجموعاً به طول ۵۵۲ کیلومتر و ۹۱۸ بازشدگی چراغ‌دار بود. اطلاعاتی نظیر محل باز شدگی، نام خیابان فرعی، روش کنترل ترافیک، تیپ بازشدگی، نوع کاربری زمین، حد مجاز سرعت، تعداد باندهای مستقیم، وجود یا عدم وجود باند گردش به چپ، نوع شانه راه، نوع و عرض میانه، وجود تعریض و رده فعالیت دوربرگردان برای این بازشدگی‌ها برداشت شد و در نهایت ۶/۸ باز شدگی بدون چراغ شرایط استاندارد را کسب کردند. ۳۲ بازشدگی به کمک دوربین فیلمبرداری شدند تا علاوه بر شمارش حجم حرکت‌های گردشی تقاطع، تداخل ترافیکی و رفتار رانندگان را به منظور نمایش مشکلات ایمنی بازشدگی‌ها ضبط کنند. نتایج این پژوهش به صورت خلاصه نشان داد اگر حرکت گردش به چپ در یک تقاطع چراغ‌دار حذف و تبدیل به حرکت چپگرد غیر مستقیم گردد، منجر به کاهش بیشتر در نرخ تصادفات و بهبود جریان ترافیک می‌شود (Harwood 2004.).

در سال ۲۰۱۰ میلادی یک گروه تحقیقاتی در مقاله‌ای تحت عنوان "آیا باید گردش به چپ‌های مستقیم در محل تقاطع‌ها به وسیله دوربرگردان جایگزین شوند؟ مقایسه ایمنی و عملکرد این دو نوع حرکت در فلوریدا" به بررسی و مقایسه سه نوع متداول حرکت گردش به چپ از نظر ایمنی و عملکرد با یکدیگر که در فلوریدا انجام می‌شد ، پرداختند . این سه نوع حرکت شامل؛ ۱. گردش به چپ مستقیم از راه ورودی، ۲.گردش به راست به همراه گردش در دوربرگردان در یک میانه باز و۳.گردش به راست به همراه گردش در دوربرگردان در تقاطع چراغدار است. داده های لازم از ۴۲ مقطع از راه‌های اصلی در مرکز فلوریدا جمع‌آوری شده است. روش آنالیز برخورد، به منظور ارزیابی ایمنی سه حرکت ذکر شده به کار گرفته شده است. همچنین زمان سفر و میزان تاخیر این حرکات اندازه‌گیری شده است. نتایج حاصل از آنالیز برخورد نشان می‌دهد گردش به چپ غیر مستقیم نسبت به گردش به چپ مستقیم ایمن‌تر است.

همچنین مقایسه زمان تاخیر و زمان سفر این حرکات نشان داد که در صورت اجرای دوربرگردان در یک میانه باز و در پایین دست تقاطع چراغ‌دار، گردش به چپ غیر مستقیم منجر به زمان تاخیر و سفر طولانی‌تر نمی‌شود (Pan and John lu. 2010). در کشور استرالیا هم نیز اگرچه همواره بحث‌هایی مبنی بر احداث دوربرگردان های بیشتر در معابر شهری وجود داشته اما دپارتمان ملی حمل و نقل این کشور[6] بر این باور است که در اغلب موارد راهی بهتر از دوربرگردان به منظور بهبود جریان ترافیک وجود خواهد داشت. این دپارتمان تاکید می‌کند از آنجایی که حرکت دوربرگردان در سرعت پایین‌تر نسبت به سایر حرکات ترافیکی معمول انجام می‌شود همواره به عنوان حرکتی غیر معمول و غیرقابل انتظار برای جریان مستقیم ترافیک، جریانی که دوربرگردان انجام می‌دهد و عابرین پیاده تلقی می‌گردد. این دپارتمان همچنین بر این باور است که انجام حرکت دوربرگردان، می‌تواند موجب اختلال در زمان‌بندی دقیق چراغ راهنمایی در طول معبر و به دنبال آن اختلال در جریان ترافیک گردد. بنابراین به کارگیری دوربرگردان طی سال‌های اخیر در کشور استرالیا با گسترش زیادی روبرو نبوده است (Hutchinson and Dash.(Woolley.2008 و همکاران، 2017 و khan و همکاران،obaidat 2015، 2013، فرصت عبور بحرانی را در بازشدگی‌های میانه (دوربرگردان‌ها) برآورد کردند. در بخش طرح هندسی، فاصله دوربرگردان مهمترین عامل طراحی است و به کمک طول تداخل تعیین می‌شود. اگر این فاصله کوتاه باشد، رانندگان مجبور می‌شوند حرکت عرضی ناگهانی انجام دهند و مسیر حرکت خودروهای بزرگراه را مسدود نمایند و باعث راهبندان و تصادف می‌شوند. زیاد بودن فاصله دوربرگردان، زمان سفر را افزایش می‌دهد. جمع‌بندی پیشینه تحقیق در جدول ۱، به‌ترتیب ورود مطالب در متن تحقیق است و بخش‌هایی از پیشینه تحقیق که اهمیت بیشتری دارند در جدول جمع‌آوری شده‌اند.

جدول ۱. بررسی ادبیات پیشین

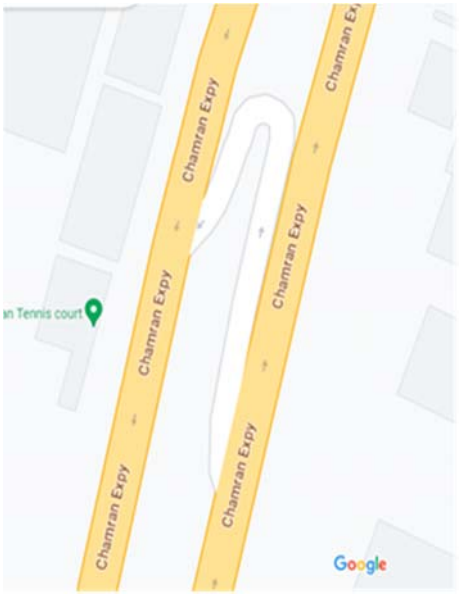
محقق/محققان	سال	عنوان	نتایج
خو	۲۰۰۰ میلادی	ترکیبی از درمان، ایمنی و فواید عملیاتی تقاطع دوربرگردان میانه	ضمن مطالعه ۲۵۸ تقاطع بی چراغ با تعداد ۳۹۱۳ تصادف در دوره ۳ ساله در راههای شش خطه، تاثیر احداث دوربرگردان‌ها در کاهش نرخ کل تعداد تصادف ها را ۲۶ درصد اعلام نمود و با مطالعه شانزده محل نتیجه گرفت که احداث دوربرگردان نسبت به گردش به چپ مستقیم ۴۷ درصد کاهش در تعداد نقاط تداخل ترافیکی داشته است
بهنام امینی	۱۳۸۵ شمسی	بررسی و ارزیابی دوربرگردان‌های شهر تهران	ازمقایسه کاربرد دوربرگردان در کشورهای مختلف مشخص می‌شود که جایگاه دوربرگردان اصولا برای هدایت حرکت‌های گردشی در حجم‌های ترافیک کم است و نمی‌تواند به عنوان جایگزین مناسبی برای تقاطع های چراغدار اشباع شده باشد. دوربرگردان باعث افزایش میانگین طول سفرها تا حدود ۵ درصد و افزایش مصرف سوخت تا حدود٤ درصد درشهر می‌شود. همچنین دوربرگردان دارای عوارض گسترده ای در ترافیک منطقه ای و محیط زیست است.
هاچینسون، جی وولی	۲۰۰۸ میلادی	آیا دور برگردان در تقاطع های علامت دار مجاز است ؟	این تحقیق در استرالیای جنوبی انجام شده و در آنجا دوربرگردان در تقاطع های علامت دار مجاز نیست ، نتیجه حاصل از آن بیان می‌کند که: تغییر رویه استرالیای جنوبی می‌تواند خطراتی را به همراه داشته باشد، زیرا رانندگان در اینجا عادت کرده‌اند که دوربرگردان در علائم راهنمایی و رانندگی ممنوع باشد، و استدلال‌های قوی به نفع اجازه دوربرگردان برای ما شناخته شده نیست.
امیرحسین بردبار و همکاران	۱۳۸۷ شمسی	طراحی بهینه دوربرگردان‌ها در بزرگراه های شهری	۱- سرعت متوسط حرکت به صورت میانگین دو برابر بیش از زمان سفر در تعیین فاصله دوربرگردان نقش دارد. ۲- اثر گردش به چپ‌ها به مراتب بیشتر از گردش به راست‌ها در محاسبه فاصله دوربرگردان از تقاطع است ۳- افزایش یک متر به عرض بزرگراه در سمتی که دوربرگردان در آنجا قرار دارد.
هربرت اس. هاروود، و همکاران	۲۰۰٤ میلادی	ایمنی دوربرگردان در دهانه های میانه بدون علامت	نتایج این پژوهش به صورت خلاصه نشان داد اگر حرکت گردش به چپ در یک تقاطع چراغ‌دار حذف و تبدیل به حرکت چپگرد غیر مستقیم گردد، منجر به کاهش بیشتر در نرخ تصادفات و بهبود جریان ترافیک می‌گردد .
یک گروه تحقیقاتی در آمریکا	۲۰۱۰ میلادی	آیا باید گردش به چپ‌های مستقیم در محل تقاطع‌ها به وسیله دوربرگردان جایگزین شوند ؟	نتایج حاصل از آنالیز برخورد نشان می‌دهد گردش به چپ غیر مستقیم نسبت به گردش به چپ مستقیم ایمن تر است.
حمید بهبهانی و همکاران	۱۳۸۸ شمسی	دور برگردان های جایگزین تقاطع ها و چراغ‌های راهنمایی شهرها با تامین تمامی حرکت‌های ترافیکی	۱. استفاده از دوربرگردان در شهرهای جدید که جمعیت کمی داشته و در هنگام تکمیل جمعیتی حداکثر برابر ۱۰۰۰۰۰۰ نفر یا کمی بیشتر را در خود جای می دهند ، بسیار کارآ، مناسب و کم هزینه است. ۲. استفاده از دوربرگردان‌ها و حذف تقاطع و چراغ راهنمایی، حجم تردد وسایل نقلیه را تا حدود ٤۰ درصد افزایش می‌دهد. ۳. حرکت پیوسته باعث کاهش تأخیر به میزان حدود ۵۰ درصد می‌شود. ٤. ایجاد دوربرگردان و حذف تقاطع و چراغ راهنمایی باعث کاهش مصرف سوخت به میزان حدود ۲۵ درصد می‌شود.
بهنام امینی	۱۳۸٤ شمسی	ارزیابی فنی و اقتصادی دوربرگردان	نتیجه این تحقیق کاهش ۷ درصدی میزان مصرف سوخت و کاهش ٦ درصدی میزان انتشار گاز CO_2 در نتیجه استفاده از دوربرگردان در محل تقاطع‌های چراغدار مذکور است.

۳-روش تحقیق

در ابتدا به توضیح نرم‌افزار ایمسان و دلیل انتخاب آن پرداخته می‌شود، این نرم‌افزار که نام آن برگرفته از کاربرد نرم‌افزارهایی برای شبیه میکروسکوپیک شبکه‌های حمل و نقلی است، محصولی از شرکت TSS اسپانیا است که فضایی یک پارچه برای شبیه سازی ترافیک را فراهم می‌سازد. به ادعای شرکت TSS این نرم‌افزار تنها نرم‌افزار موجود در بازار هست که توانایی به کارگیری سه مدل حمل و نقلی؛ تخصیص استاتیک جریان، مدل سازی مزوسکوپیک جریان و مدل‌سازی میکروسکوپیک جریان را دارا است. در مقاله‌ای تحت عنوان "ارزیابی عملکرد روش ALINEA در مکان‌های آشکارساز حلقه مختلف با استفاده از داده‌های میدانی و مدل‌سازی میکروشبیه‌سازی از طریق ایمسان" از دقت این نرم‌افزار گفته می‌شود، داده‌های میدانی از دو مکان در منچستر در بریتانیا برای کالیبراسیون و اعتبار سنجی در ایمسان جمع آوری شد. نتایج نشان داد که مدل شبیه‌سازی فعلی می‌تواند واقعیت را تا حد قابل قبولی نشان دهد و همچنین نشان داد مکان پایین دست برای تعیین ازدحام یا وضعیت بحرانی مناسب‌تر است. نرم افزار ایمسان سازگاری قابل توجهی را در نمایش داده‌های میدانی بخش‌های موردنظر دارد (Luaibi. Vien, Leong و همکاران، 2023). در محیط این نرم‌افزار امکان ساخت شبکه و ارتباط بین اجزا، انواع مختلف مدل‌های حمل و نقل، تقاطع‌ها، انواع روش‌های کنترل تقاطع‌ها و...، شبیه سازی و ذخیره سازی اطلاعات در سطوح مختلف همفزونی به همراه پویانمایی دو بعدی و سه بعدی فراهم است (Aimsun 8 Users' Manual. 2014). این پژوهش یک مطالعه موردی و نوع آن کاربردی است که با استفاده از نرم‌افزار ایمسان و در قالب روش تحقیق توصیفی قرار می‌گیرد. مطالعه موردی در این تحقیق، دو دوربرگردان واقع در بزرگراه چمران شهر تهران است که موقعیت این بزرگراه در شکل ۵ قابل مشاهده است و در شکل‌های ٦ و ۷ موقعیت دقیق دوربرگردان‌های مورد مطالعه موجود است. سه سناریو ارائه شده در این پژوهش عبارت هستند از: ۱. افزایش یک نصف عرض خط[۷] برای هر دو دوربرگردان و افزایش یک نصف عرض خط و جابجا کردن دوربرگردان اول به اندازه حدوداً ۲۰۰ متر به سمت غرب (انتقال به قبل از پل شهید نوروزی) ۲. تقاطع غیرهمسطح (طراحی روگذر) ۳. طراحی دوربرگردان دسته کوزه‌ای.

شکل ۵. موقعیت بزرگراه چمران در نقشه منطقه بندی شده

شکل ٦. دوربرگردان مورد مطالعه اول از گوگل مپ



شکل ۷. دوربرگردان مورد مطالعه دوم از گوگل مپ

۳-۱- الگوهای ساعتی ترافیک :پدیده ساعت اوج

به هنگام بررسی الگوهای ساعتی ترافیک، مقید خواهیم بود که در مورد دو "ساعت اوج" از روز فکر کنیم : صبح و عصر. با توجه به زیاد بودن مسافران دائمی که در صبح (معمولاً بین ۷ تا ۱۰ صبح) به سر کار می‌روند و هنگام عصر(معمولاً بین٤ تا ۷ عصر) به خانه باز می‌گردند، این الگوها تمایل به تکرار دارند و نسبت به سایر جنبه های تقاضای ترافیک بیشتر قابل پیش بینی هستند. این مورد اصطلاحاً الگوی نمونه‌ای نامیده می‌شود که فقط سفر روزهای کاری هفته را در بر می‌گیرد و ممکن است شواهد جدیدی اظهار نمایند .

در پژوهش حاضر، ساعت مطالعه ترافیکی و برداشت حجم وسایل نقلیه، ساعت ۸ تا ۹ صبح و ۱۷ تا ۱۸ عصر است . در آیین‌نامه مک‌شین در سر فصل : "حجم، تقاضا و ظرفیت" توضیح داده شد که حجم، تقاضا و ظرفیت با وجود آنکه همه بر حسب واحدهای یکسان بیان می‌شوند و ممکن است مربوط به یک مکان مشابه نیز باشند، سه معیار متفاوت هستند. از دیدگاه عملی حجم آن چیزی است که وجود دارد، تقاضا شامل رانندگانی است که تمایل به حضور دارند و ظرفیت محدودیتی فیزیکی است که در امکان حضور وجود دارد.

۳-۲- جمع‌آوری داده‌ها

آمار برداری و برداشت حجم، توسط فیلمبرداری توسط دو شخص در دو سمت بزرگراه انجام شده است. در حین فیلمبردای سعی شده است تا دوربین توسط رانندگان قابل شناسایی نباشد چون ممکن است در رفتار رانندگی آن‌ها تغییر ایجاد شود. فیلمبرداری‌ها در بازه یک ساعته، در ساعات اوج ترافیک یعنی در ساعات ۸ تا ۹ صبح و ۱۷ تا ۱۸ عصر در مرداد ماه سال ۱۴۰۲ گرفته شده است. برای بدست آوردن نتایج، سه روز در هفته یعنی شنبه، دوشنبه و چهارشنبه انتخاب شده که به نوعی سعی شده تا اول هفته، وسط هفته و آخر هفته در آن لحاظ شود. برای اعتبار سنجی داده‌های ورودی، آمارهای مورد نیاز را از سازمان کنترل ترافیک اخذ کرده و با داده‌های ورودی خود مقایسه کرده که به صورت یکسان بوده است.

۳-۳- شبیه‌سازی پارامترها

انتخاب درست پارامترهای شبیه‌سازی برای مدل‌سازی و تحلیل دقیق بسیار مهم است. پارامترهایی مانند زمان تاخیر، چگالی، سرعت، جریان و زمان سفر، باید به دقت در نظر گرفته شوند. این پارامترها در وضع موجود و سناریوها باهم مقایسه می‌شوند تا بتوان به نتیجه دقیق تری در تحقیق رسید. برای این مطالعه، از نرم‌افزار ایمسان برای تجزیه و تحلیل و محاسبه پارامترهای شبیه سازی پس از وارد کردن احجام ترافیکی استفاده شد. همانطور که گفته شد این نرم‌افزار امکان تجزیه و تحلیل عملکرد میدانی را فراهم می‌کند. در این تحقیق، ما از مدل‌های شبیه‌سازی میکروسکوپی برای بررسی ظرفیت میدانی استفاده می‌کنیم.

در فرآیند شبیه‌سازی و ساخت مدل، پارامترهایی مانند: زمان تاخیر، چگالی، سرعت، جریان و زمان سفر برای شرایط موجود، با حداکثر سرعت ۸۰ کیلومتر بر ساعت در نظر گرفته شد. دو دوربرگردان مورد نظر، از دو جهت رفت و برگشت مورد مطالعه قرار گرفتند.

در دوربرگردان اول، محور غرب به شرق (به سمت کنارگذر پل پارک‌وی و تقاطع ولیعصر و بزرگراه مدرس) و محور شرق به غرب (از بعد از پل پارک‌وی به سمت غرب بزرگراه چمران).

و دوربرگردان دوم محور جنوب به شمال بزرگراه چمران، بعد از تونل توحید (با دوربرگردان شمال به جنوب) و محور شمال به جنوب ، به سمت تونل توحید.

در ادامه، خلاصه ای از نتایج شبیه سازی و مطالعات دوربرگردان ارائه شده است.

٤- مطالعات میدانی

در شکل ۸ و ۹ موقعیت مکانی دو دوربرگردان نشان داده شده است، اندازه‌گیری تاخیرش، ظرفیت، چگالی، جریان، سرعت و زمان سفر در شرایط هندسی مختلف انجام شده است و این اندازه‌گیری‌ها به عنوان شرایط موجود شناخته می‌شوند. اندازه‌گیری‌ها برای مدل سازی شرایط فعلی هستند. اندازه‌گیری های میدانی به طور همزمان برای حرکت رفت و برگشت، تعداد باند ها و و ترافیک گردشی انجام گرفته است.

شکل ۸ دوربرگردان مورد نظر اول از گوگل ارث

شکل ۹. دوربرگردان مورد نظر دوم از گوگل ارث

٤-۱-تحلیل داده‌ها

از قابلیت‌های نرم‌افزار ایمسان می‌توان به تغییر همزمان چند متغر و مشاهده نتایج حاصل اشاره کرد. در این پژوهش از چند سناریو برای بهبود وضع ترافیک فعلی استفاده شده است که هم به صورت تک متغیری و هم به صورت تغییر در چند متغیر به طور همزمان استفاده شده است. در ابتدا سناریوهای تک متغیری را برای ارزیابی تاثیر هر پارامتر بررسی کردیم. به عبارت دیگر ابعاد و سایر ویژگی‌ها ثابت نگه داشته شده و مدل سازی انجام می‌شود. پس از شناسایی اثرات هر یک از متغیرها به صورت جداگانه (با در نظر گرفتن امکان تعامل پارامترها)، سناریوهایی شامل بیش از دو متغیر مورد بررسی قرار می‌گیرد تا تمامی احتمالات پوشش داده شود و مورد مطالعه قرار گیرد. شکل ۱۰ نمای اجرای برنامه را نشان می‌دهد.

علاوه بر پارامترهای‌های ذکر شده، باید به جریان ثابت ترافیک در تمامی سناریوها اشاره کرد. در حالی که رفتار راننده، روزهای خاص از سال (روزهای تعطیلات رسمی) و اوج ترافیک و همچنین روشنایی نیز بر نتایج حاصل بسیار تأثیر دارند اما در این تحقیق به آن‌ها پرداخته نشده است و بنابراین، تنها با حفظ جریان ترافیک که حاصل از برداشت دستی و میدانی بوده شرایط بررسی شده است.

دوربرگردان‌های هدف با استفاده از مفروضات و پارامترهای متغیر ذکر شده مدل‌سازی خواهند شد.

تغییرات در نظر گرفته شده برای آشکارسازی نقش و تاثیرات پارامترهای ذکر شده، شامل : ۱. تغییر در تعداد باندها (با افزایش یک نصف عرض خط در هر طرف)، ۲. تغییر طرح هندسی و تبدیل به تقاطع غیرهمسطح، ۳. جابجایی دوربرگردان و دور کردن آن از تقاطع و گره‌های ترافیکی اطراف آن و در آخر ٤. تبدیل دوربرگردان های موردنظر به طرح دسته کوزه ای مدل B است (رحیمی و بلانیان. ۱۳۹۵).

در جدول‌های ۲ تا ۵ وضعیت فعلی پارامترهای موردنظر که برداشت شده از مدل سازی وضع وجود در برنامه ایمسان است، قابل مشاهده است.

برای اعتبارسنجی خروجی‌ها لازم به ذکر است، ابتدا کالیبراسیون نرم‌افزار ایمسان انجام می‌شود که کالیبراسیون آن طی برداشت میدانی با ماشین و با سرعت تقریباً ثابت (۸۰ کیلومتر بر ساعت) انجام شد و سپس با استناد به مقاله "ارزیابی جایگزینی مدل‌های ترکیبی به جای انواع مدل‌های دسته کوزه‌ای (برای تسهیل حجم بالای گردش به چپ و دوربرگردان)" که سه مدل دوربرگردان دسته‌کوزه‌ای در آن استنفاده شده است. (رحیمی و بلانیان، ۱۳۹۵).

با انجام مقایسه نتایج با شرایط واقعی ثابت گردید که روابط بدست آمده، از پارامترهای ترافیکی مانند : حجم، چگالی و ... توجیه عملکردی و میدانی دارند و می‌توانند در استفاده بهینه از دوربرگردان‌ها مورد استفاده قرار گیرند. به این صورت اعتبارسنجی خروجی‌های نرم‌افزار انجام و مقایسه شده است.

جدول ۲. نتایج حاصل از شبیه‌سازی وضع موجود دوربرگردان اول ساعت ۸ تا ۹ صبح با استفاده از نرم‌افزار ایمسان

تاخیر (ثانیه بر کیلوگرم)	چگالی (کیلوگرم)	سرعت (کیلومتر بر ساعت)	شدت جریان (وسیله نقلیه بر ساعت)	زمان گذر از مسیر (ثانیه بر کیلومتر)
۳۰/۲۷	۳۰/۵	٦۵/۸	۱۰۳۳۷	۷۵/۰٦

جدول ۳. نتایج حاصل از شبیه‌سازی وضع موجود دوربرگردان اول ساعت ۱۷ تا ۱۸ عصر با استفاده از نرم‌افزار ایمسان

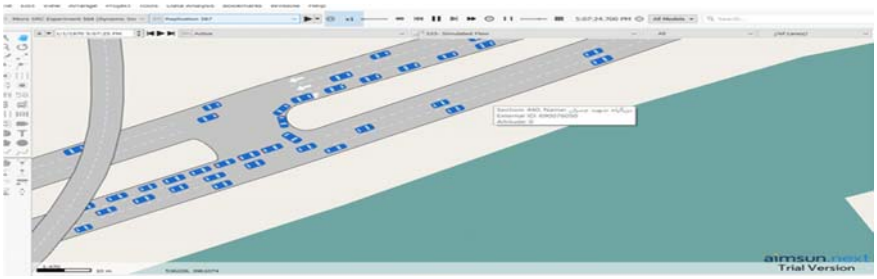
تاخیر (ثانیه بر کیلوگرم)	چگالی (کیلوگرم)	سرعت (کیلومتر بر ساعت)	شدت جریان (وسیله نقلیه بر ساعت)	زمان گذر از مسیر (ثانیه بر کیلومتر)
۳۷/۳۲	۳۵/۵۳	٦۲	۱۰۸۳٤	۸۲/۱٤

جدول ٤. نتایج حاصل از شبیه‌سازی وضع موجود دوربرگردان دوم ساعت ۸ تا ۹ صبح با استفاده از نرم‌افزار ایمسان

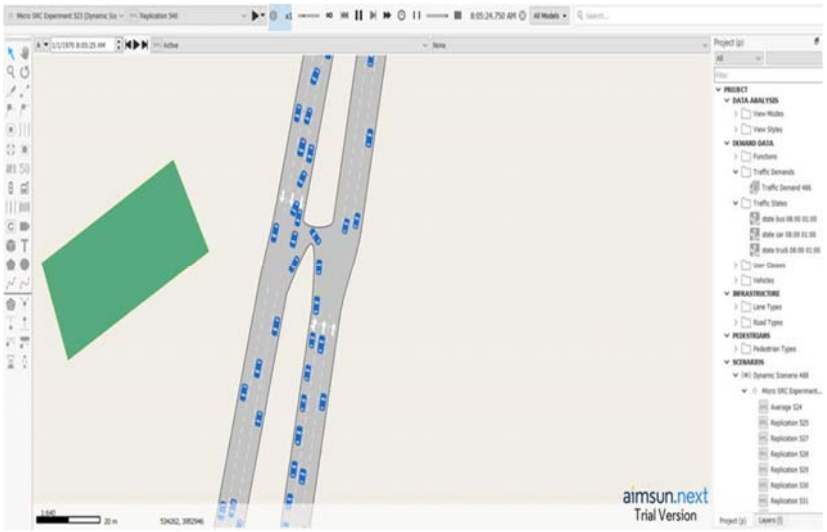
تاخیر (ثانیه بر کیلوگرم)	چگالی (کیلوگرم)	سرعت (کیلومتر بر ساعت)	شدت جریان (وسیله نقلیه بر ساعت)	زمان گذر از مسیر (ثانیه بر کیلومتر)
۳۳	۳۰/٤٤	٦۸/۰٦	۸۷۹۱	۷٦/۰٦

جدول ۵. نتایج حاصل از شبیه‌سازی وضع موجود دوربرگردان دوم ساعت ۱۷ تا ۱۸ عصر با استفاده از نرم‌افزار ایمسان

تاخیر (ثانیه بر کیلوگرم)	چگالی (کیلوگرم)	سرعت (کیلومتر بر ساعت)	شدت جریان (وسیله نقلیه بر ساعت)	زمان گذر از مسیر (ثانیه بر کیلومتر)
٤٤/۸۸	۳۸/٦۷	٦٤/۰۳	۹۷۰۹	۸۷/٤۷



شکل ۱۰. نمایی از اجرای وضع موجود – دوربرگردان اول

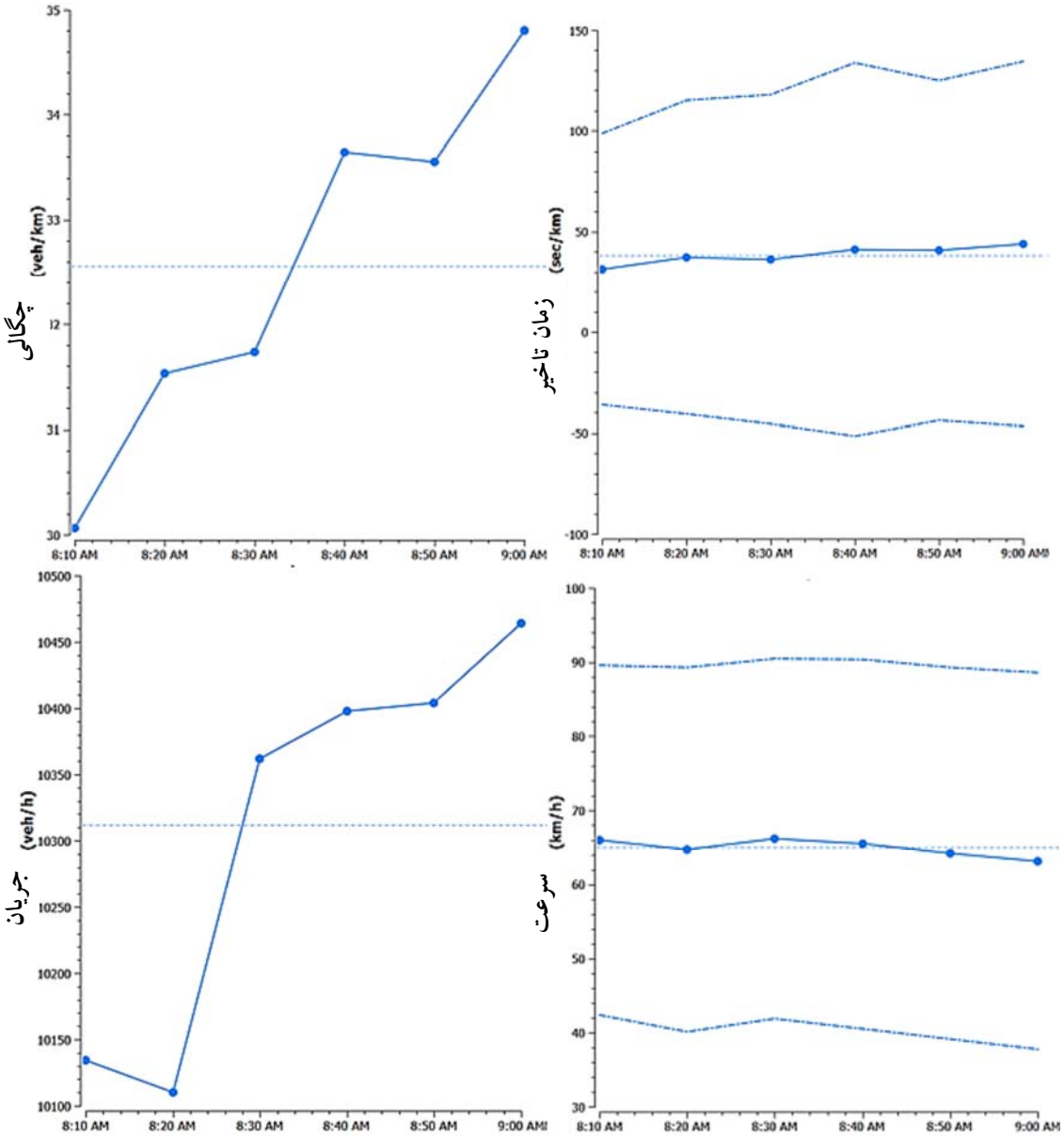


شکل ۱۱. نمایی از اجرای وضع موجود – دوربرگردان دوم

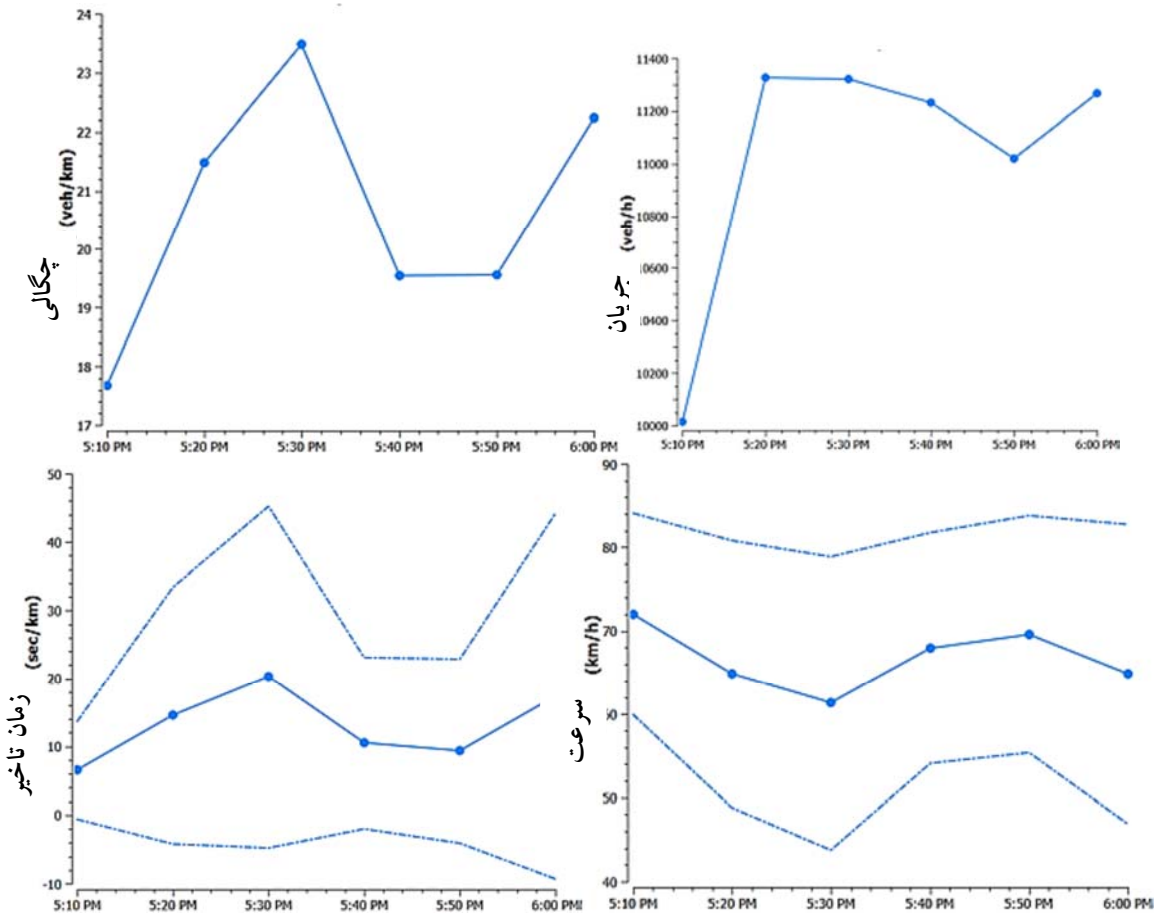
جدول ٦. مقایسه نتایج سناریوها با شرایط فعلی

سناریو ۱: افزایش یک نصف عرض خط – صبح	تغییر اعمال شده باعث کاهش ۹۱ / ٤٥ درصدی تاخیر، کاهش ۳٤ / ۲٤ درصدی چگالی، افزایش ۹۲ / ۸ درصدی سرعت، افزایش ٦۰ / ۸ درصدی شدت جریان وکاهش تغییر زمان سفربه اندازه ۳٦ / ۲۱ نسبت به حالت اولیه (وضع موجود) شده است.
سناریو ۱: افزایش یک نصف عرض خط –عصر	تغییر اعمال شده باعث افزایش ۱۲ / ۲۰ درصدی تاخیر، افزایش ۸/۰٤ درصدی چگالی، افزایش ۵۸ / ۵ درصدی سرعت، افزایش ۵۹ / ۱۲ درصدی شدت جریان وافزایش تغییر زمان سفربه اندازه ٤٥ / ۹ نسبت به حالت اولیه (وضع موجود) شده است.
سناریو۲: تقاطع غیرهمسطح (طراحی روگذر)–صبح	تغییر اعمال شده باعث کاهش ٦۷ / ۷۸ درصدی تاخیر، کاهش ٦٤ / ٤۰ درصدی چگالی، افزایش ۸٦ / ۱۱ درصدی سرعت، افزایش ٤۹ / ۹ درصدی شدت جریان وکاهش تغییر زمان سفربه اندازه ۵٦/ ۳٤ نسبت به حالت اولیه (وضع موجود) شده است.
سناریو۲: تقاطع غیرهمسطح (طراحی روگذر)–عصر	تغییر اعمال شده باعث کاهش ۳۱ / ۸٤ درصدی تاخیر، کاهش ۲۷ / ۵۳ درصدی چگالی، افزایش ۹۰/ ۱۸ درصدی سرعت، کاهش ۸۷ / ۰ درصدی شدت جریان وکاهش تغییر زمان سفربه اندازه ۱۰ /٤۳ نسبت به حالت اولیه (وضع موجود) شده است.
سناریو ۳: طراحی دوربرگردان دسته کوزه ای (type B)– صبح	تغییر اعمال شده باعث کاهش ۰٦ / ۸٤ درصدی تاخیر، کاهش ۳۲ / ٤٦ درصدی چگالی، افزایش ۹۹ / ۵ درصدی سرعت، افزایش ۰٤ / ۸ درصدی شدت جریان وکاهش تغییر زمان سفربه اندازه ٦٦ / ۳۱ نسبت به حالت اولیه (وضع موجود) شده است.
سناریو ۳: طراحی دوربرگردان دسته کوزه‌ای (type B) – عصر	تغییر اعمال شده باعث کاهش ٤۳ / ۷۰ درصدی تاخیر، کاهش ۵۵ / ٤٦ درصدی چگالی، افزایش ۹۰ / ۱۸ درصدی سرعت، افزایش ٦۲ / ۱۳ درصدی شدت جریان وکاهش تغییر زمان سفربه اندازه ۳٤ / ۳۳ نسبت به حالت اولیه (وضع موجود) شده است.

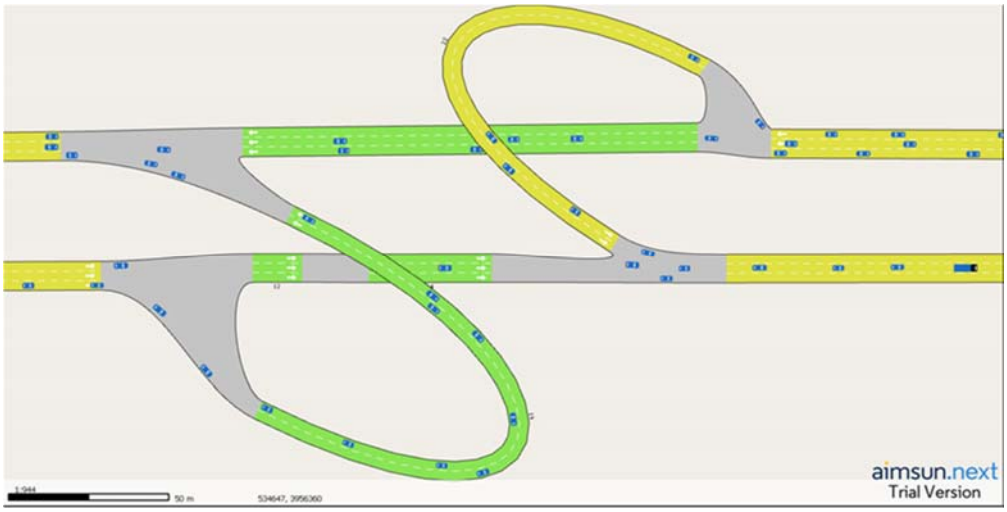
نمونه‌هایی از نمودارهای خروجی نرم‌افزار بعد از اجرای سناریوها در ادامه قابل مشاهده است. (محورهای افقی زمان را نشان می‌دهد.)



شکل ۱۲. برخی از نمودارهای خروجی نرم‌افزار – سناریو اول (صبح)



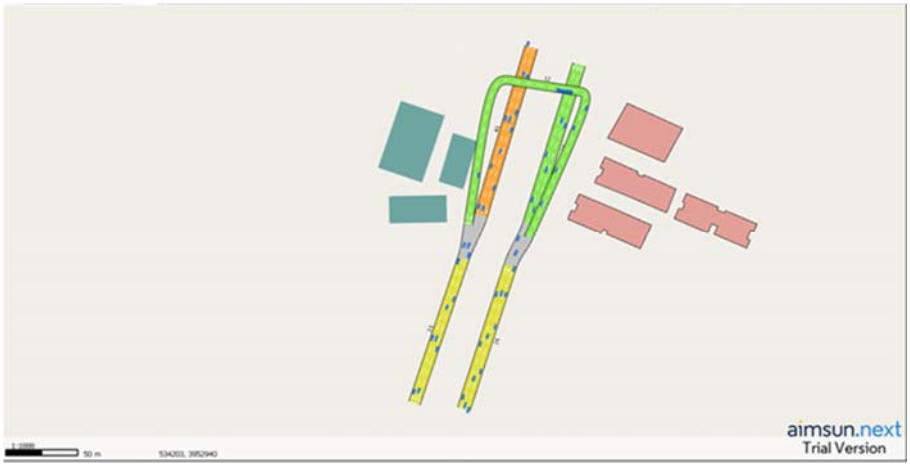
شکل ۱۳. برخی از نمودار های خروجی نرم‌افزار – سناریو سوم (عصر)



شکل ۱٤. نمایی از یکی از سناریوها – اجرای سناریو سوم (طراحی دوربرگردان دسته کوزه‌ای مدل B) در دوربرگردان اول

شکل ۱۵. نمایی از یکی از سناریوها – اجرای سناریو سوم (طراحی دوربرگردان دسته کوزه‌ای مدل B) در دوربرگردان دوم

شکل ۱۶. نمایی از یکی از سناریوها – اجرای سناریو دوم (طراحی روگذر) در دوربرگردان اول



شکل ۱۷. نمایی از یکی از سناریوها – اجرای سناریو دوم (طراحی روگذر) در دوربرگردان دوم

همانطور که در شکل‌ها مشاهده می‌شود وضعیت روان ترافیکی را شاهد هستیم که با استفاده از سناریوهای برتر (مدل دسته کوزه ای و احداث روگذر) به این نتایج دست یافتیم .

۵- نتیجه‌گیری

در ابتدا لازم است گفته شود که بعد از اجرای هر سناریو در ایمسان، نمودارهای نتایج و میانگین همه شاخص‌ها به طور جداگانه نمایش داده می‌شوند و با شرایط فعلی مقایسه می‌شوند. همانطور که در ابتدا گفته شد از ضرورت های انجام این تحقیق می‌توان به کاهش ترافیک و کاهش زمان سفر و افزایش سرعت و ... اشاره کرد. طبق تحلیل‌های صورت گرفته، هرچه زمان تاخیر کاهش یابد وضعیت ترافیکی مطلوب تر است و همچنین تراکم یا چگالی هرچه بیشتر باشد وضعیت نامساعدتر است و اما در مورد جریان، سعی می‌شود فضای بیشتری وجود داشته باشد تا جریان افزایش یابد و بزرگراه ظرفیت ورود وسیله نقلیه بیشتری را داشته باشد.

در پایان به سوال‌هایی که در ابتدای پژوهش وجود داشت می‌توان پاسخ داد که افزایش عرض تا حدودی باعث مطلوبیت مسیر می‌شود و اصلاح طرح هندسی نتیجه بسیار خوبی در پارامترهای ترافیکی دارد.

لازم به ذکر است که برای اطمینان از نتایج دقیق، هر اجرا در نرم‌افزار ایمسان ۳۰ بار تکرار شد و میانگین آن‌ها به عنوان نتیجه اصلی برداشت شد.

نتایج حاصل از جدول ٦ نشان می‌دهد که برای دوربرگردان اول، سناریو اول مناسب نیست چون باعث افزایش تاخیر، افزایش چگالی و کاهش سرعت و از همه مهمتر حدود ۱۰ درصد زمان سفر را افزایش می‌دهد.

سناریو دوم برای دوربرگردان اول خوب است زیرا حدود ۸۰ درصد باعث کاهش تاخیر شده، چگالی را کاهش می‌دهد و به طور میانگین ۱۵ درصد سرعت را افزایش می‌دهد و حدود ۳۰ درصد زمان سفر را کاهش می‌دهد.

و سناریو سوم برای دوربرگردان اول در حد متوسط است زیرا افزایش سرعت آن نسبت به سناریو دوم کمتر بوده و حدودا ۵ درصد است، به طور میانگین ۵۰ درصد تاخیر را کاهش می‌دهد و زمان سفر را حدودا ۲۳ درصد کاهش می‌دهد.

در نتیجه سناریو برتر برای دوربرگردان اول سناریو دوم، "احداث تقاطع غیر همسطح (روگذر)" است و با اختلاف بسیار کمی سناریو ساخت دوربرگردان دسته کوزه‌ای سناریو برتر است. برای دوربرگردان دوم سناریو اول در حد متوسط است زیرا به طور میانگین در دو ساعت صبح و عصر ۲۰ درصد کاهش زمان تاخیر دارد، میانگین ٦ درصد سرعت را افزایش داده و کاهش زمان سفر آن حدودا ۱۰ درصد است.

سناریو دوم برای دوربرگردان دوم مناسب است زیرا، ۸۰ درصد زمان تاخیر را کاهش داده، با میانگین ٤٥ درصد چگالی کاهش یافته، ۱۵ درصد سرعت افزایش یافته و حدودا ۳۵ درصد زمان سفر از این محدوده کاهش پیدا کرده است.

و سناریو سوم برای دوربرگردان دوم هم مناسب است زیرا، حدودا ۷۵ درصد زمان تاخیر کاهش میابد، ٤٦ درصد چگالی کاهش یافته و سرعت بامیانگین ۱۵ درصد افزایش میابد و زمان سفر حدودا ۳۲ درصد کمتر می‌شود. در نتیجه سناریو برتر برای دوربرگردان دوم هم مانند دوربرگردان اول تعریف می‌شود.

سناریوهای ایده‌آل در این تحقیق شامل طراحی مدل B دسته کوزه‌ای و تقاطع غیرهمسطح بوده که تاثیر بسزایی در بهبود خواص ترافیکی داشته است. به عنوان مثال کاهش ۷۵ درصدی زمان تاخیر در ترافیک و افزایش ۱۵ درصدی سرعت وسایل نقلیه و کاهش حدود ۳۰ درصد زمان سفر است.

٦- پی‌نوشت‌ها

1. Median Opening
2. Developed U-Turn
3. Gap
4. Refuge
5. Federal Highway Administration (FHWA)
6. National Transport Commission, Australia
7. Half Lane

٦- مراجع

-امینی، بهنام (۱۳۸۵). بررسی و ارزیابی دوربرگردان‌های شهر تهران، دومین سمینار ساخت و ساز در پایتخت، *پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران*، تهران.

-بردبار، امیرحسین، و امینی، بهنام (۱۳۹۰). طراحی بهینه دوربرگردان‌ها در بزرگراه‌های شهری، *هشتمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک*، تهران.

-بهبهانی، حمید، و احمدی نژاد، محمود (۱۳۸۸). دوربرگردان‌ها جایگزین تقاطع‌ها و چراغ‌های راهنمایی شهرها با تامین تمامی

حرکت‌های ترافیکی، *مجله فنی و مهندسی مدرس، شماره ۳۶*، تابستان، ۳۱–۲۳.

–چوپانی، عبدالاحد (۱۳۹۸). مقایسه عملکرد ترافیکی، مصرف سوخت، و آلایندگی تقاطع دارای چراغ و دوربرگردان در بزرگراه‌های شش خطه، *نشریه مهندسی عمران و محیط زیست، جلد ۵۰، شماره ٤*، ۲۲–۲۱.

-رحیمی، هومن و بلانیان، هادی (۱۳۹۵). ارزیابی جایگزینی مدل‌های ترکیبی به جای انواع مدل‌های دسته کوزه‌ای (برای تسهیل حجم بالای گردش به چپ و دوربرگردان). *کنفرانس بین المللی عمران، معماری و منظر شهری.*

–نشریه شماره ۱–۱٤٥ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری (۱۳۷٦). تقاطع‌های همسطح شهری – *مبانی فنی.*

-Aimsun 8 Users' Manual – (July 2014) - TSS-Transport Simulation Systems.

-Dash, S., Mohapatra, SS., & Dey, P. (2017). Estimation of critical gap of U-turns at uncontrolled median openings. *Transportation Letters*, 11(5), 229-240.

-Harwood, D. (2004). Safety of U-turns at Un Signalized median Openings, NCHRP Report 524. *Transportation Research Record*, National Research Council, Washington D.C

-Hutchinson,T., & Woolley, J. (2008). Should U-turns be permitted at signalized intersections, CASR report series, CASR 017, June 2008, *The University of Adelaide*, Australia.

-Khan, MR., Chalumuri, RS. & Senapathi, V. (2015). Modelling of the gap phenomena at U-turn provisions on the median openings of inter-urban highway corridors. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 11, 1842-1856.

-Khudhair Luaibi, W., Vien Leong, L., & Al-Jameel, HA. (2023). Assessment of ALINEA method performance at different loop detector locations using field data and micro-simulation modeling via AIMSUN, *Journal Open Engineering*.

-Liu, P., & John Lu, J. (2010). Should, Direct Left-turns from Driveways be replaced by Right-turns followed by U-turns? *The Safety and Operational Comparison in Florida.*

-Obaidat, T., & Elayan, MS. (2013). Gap acceptance behavior at U-turn median openings: Case study in Jordan, *Jordan Journal of Civil Engineering*, 7(3), 332-341.

-Zhang,W., & Bared, J. (2007). Synthesis of the median U-Turn Intersection Treatment, Safety, and Operational Benefits. *Federal Highway Administration.U.S.A* Technical Brief, FHWA-HRT- 49-466.

Evaluation and Technical Analysis of U-Turns with Emphasis on Traffic Parameters Using Aimsun Software (Case Study: Two U-Turns of Chamran Highway in Tehran)

Sahar Amoozadeh, Department of Civil Engineering, Faculty of Civil Engineering and Land Resources, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
Hooman Rahimi, Department of Civil Engineering, Shahr-e-Qodes Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
Ebrahim Safa, Department of Civil Engineering, Faculty of Civil Engineering and Land Resources, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

E-mail: hoomanrahimit@yahoo.com

Received: June 2024- Accepted: September 2024

ABSTRACT
Nowadays, the problem of traffic in many cities of the world has occupied a major part of the time and energy of the citizens. The U-turn is used as one of the elements of the urban road network in many cases to create access between the roads on both sides of an arterial route with a middle separator. In order to reduce the traffic in the desired sections, which are located in Chamran highway and in Tehran city as a case study, geometric modification will be done and the basic question will be answered whether the geometric modification of the desired U-turns can have an effect on the traffic parameters? Necessity of geometric correction: reduction of heavy traffic, increase of travel safety, reduction of delay time and in general non-optimal use of travel facilities are the necessity of conducting this research. In this research, the desired U-turns are modeled in Aimsun software, then the modeled U-turns are subjected to different traffic volumes at different hours, considering scenarios such as: 1.increase of half lane 2.Non-level intersection (overpass design) 3.The design of the jug handle U-turn and after the software calibration, the software outputs were extracted. Finally, traffic analysis of the desired section is performed using the outputs of Aimsun software for the indicated indicators. Software outputs play a decisive role in choosing the optimal plan. The results of the simulation showed that the design of the U-turn type B and non-level intersection, has a significant effect on improving traffic effects, which on average reduces the time in traffic by 67% and 81% , increases the speed of vehicles by 10% and 15%, and decreases by about 27% and 30% of the time traveled.

Keywords: U-Turn Design, Travel Time, Geometric Correction, Aimsun