

## بررسی تقاطعات لوزوی واگرا و مقایسه آن با تقاطعات شبدری به وسیله نرم افزار

### شبیه سازی ترافیکی AIMSUN

رضا مؤید فر<sup>۱</sup>، شکوفه امیرخانی<sup>۲</sup>، سینا پرسته<sup>۳</sup>

۱- استادیار، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه اراک

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد راه و ترابری، تهران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، دانشکده فنی و مهندسی

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد راه و ترابری، تهران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب،

دانشکده فنی و مهندسی

### چکیده

رشد صنعت حمل و نقل و جمعیت بررسی ترافیک در نقاط گره‌ای را بسیار حیاتی نموده است. در این راستا یکی از راه‌های کاهش اتلاف سرمایه و افزایش سرویس‌دهی، غیر همسطح کردن تقاطع بوده است. تقاطعات لوزوی یکی از انواع این تقاطعات غیر همسطح است. با این حال تاکنون اقدامی جهت مقایسه این نوع تقاطع و تقاطع چراغ‌دار و تقاطع معمول شبدری صورت نگرفته که در این تحقیق سعی بر مقایسه این سه مدل تقاطع شده است و برای این منظور از نرم افزار AIMSUN و آماربرداری میدانی استفاده شده است. براساس مقایسه نتایج حاصل از این شبیه‌سازی‌ها، تقاطع لوزوی واگرا به عنوان بهترین و مناسب‌ترین گزینه از لحاظ بهبود عملکرد ترافیکی و اقتصادی (هزینه‌های ساخت، تملک اراضی و مصرف سوخت) در محدوده تقاطعات شهری انتخاب گردید. شبیه سازی انجام گرفته مشخص نموده است که در صورت وجود تقاطع موجود در یک سال هزینه‌ای بالغ بر ۱۸۴ میلیارد ریال اتلاف زمان و انرژی خواهیم داشت. در صورت احداث تقاطع شبدری این هزینه به ۶ میلیارد ریال کاهش خواهد یافت. اما هزینه احداث و آزاد سازی سنگینی خواهد داشت. تقاطع لوزوی با ۱۷ میلیارد ریال اتلاف سرمایه و هزینه احداث و کمترین آزادسازی بهترین گزینه برای تقاطعات شهری خواهد بود.

**کلید واژه:** تقاطع، لوزوی، شبدری، شبیه سازی ترافیکی میکروسکوپی، هزینه

<sup>1</sup>R-moayedfar@araku.ac.ir

<sup>2</sup>Amirkhani.shokoofeh@yahoo.com

<sup>3</sup>Sparasteh1969@gmail.com

## ۱- مقدمه

امروزه اهمیت و تاثیر متقابل زیر ساخت‌های حمل و نقل به‌ویژه حمل و نقل زمینی و توسعه اقتصادی برکسی پوشیده نیست. به همین دلیل در شرایط فعلی ساختن راه و راه آهن، آن‌گونه که در گذشته مطرح بوده است، دیگر کفایت نمی‌کند و بررسی و تحلیل گسترده‌تر به منظور سرمایه گذاری صحیح و بجا امری ضروری می‌باشد [1].

منظور از ایجاد تقاطع‌ها یا انشعابات، ایجاد سطوحی است در محل تقاطع دو راهی، که وسایل نقلیه بتوانند با استفاده از این سطوح، در جهات مختلف و بدون برخورد با وسایل نقلیه دیگر حرکت نمایند. با بررسی میزان و نوع ترافیک در محل تقاطع و حل هندسی آن‌ها می‌توان دبی عبور و مرور در این محل‌ها را به حداکثر ممکن افزایش داده و خطرات ناشی از تصادف وسایل نقلیه را به حداقل رساند. تقاطع‌ها به اشکال مختلف ایجاد می‌شوند و به دو گروه اصلی تقاطع غیر همسطح<sup>۴</sup> و تبادلی یا تقاطع همسطح<sup>۵</sup> تقسیم می‌گردند [۲].

طراحی تقاطعات نیازمند داشتن دانش در هر دو زمینه ترافیک و مهندسی راه است. نحوه عملکرد تقاطع به میزان ظرفیت، طول صف و تاخیرات، جلوگیری از تصادفات و کنترل ترافیک بستگی دارد. نتیجه تلاقی دو مسیر در یک نقطه تقاطع خواهد بود که نوع تقاطع بستگی به فاکتورهای بی‌شماری از قبیل قیمت، تاثیرات محیطی، کارایی و .. خواهد داشت [3].

## ۲- تعریف مسأله و اهداف تحقیق

رشد و گسترش شبکه‌های حمل و نقل چه از لحاظ کیفی و چه از لحاظ کمی، مدیون مطالعات وسیعی است که در این زمینه صورت گرفته است. وجود سازمان‌های مطالعاتی بزرگ مرتبط با این امر، در کشورهایی که دارای شبکه‌های حمل و نقل وسیعی هستند، بیانگر اهمیت پژوهش در رشد و پیشرفت شبکه حمل و نقل این کشورها است. به طوری که سازمان دهی به امور حمل و نقل امروزه به صورت یک علم با اهمیت درآمده و کشورهای مختلف با توجه به نیازشان مطالعات مختلفی در این زمینه انجام داده‌اند [4].

<sup>4</sup> Grade Separation and interchange (Echangeur)

<sup>5</sup> At- Grade Intersections

قسمت عمده این مطالعات در زمینه حمل و نقل درون شهری صورت گرفته است و در بخش های مختلفی نظیر طراحی هندسی راه، سازه راه و مهندسی ترافیک نتایج این مطالعات به صورت دستورالعمل هایی ارائه گردیده است [4].

از طرفی در بررسی تحولات ساختاری بخش حمل و نقل و ترافیک در سرزمین ایران باید اعتراف نمود به رغم پیشینه طولانی ایران در نظام حمل و نقل و ترافیک جهانی و منطقه ای، حمل و نقل و ترافیک به مفهوم نوین آن در کشور ما، بسیار نوپا و جوان است و نیاز به بررسی های گسترده تر و دقیق تری در این زمینه توسط پژوهشگران و مهندسان ترافیک می باشد [4].

امروزه با رشد روز افزون جمعیت و همچنین با توجه به وجود معضلات زیاد در آزاد سازیها بخصوص در مناطق شهری امکان استفاده از تقاطعات با فضای اشغال زیاد مانند تقاطعات شبدری فراهم نیست و تقاطعات چراغدار نیز پاسخگوی حجم ترافیک نیستند. از سوی دیگر اجرای تقاطعات با چند سطح نیز هزینه هنگفتی خواهد داشت. بنابراین همواره جستجو برای یافتن واریانتهی با کمترین هزینه و بیشترین کاربرد مورد نظر بوده است. در این راستا یکی از این نوع تقاطعات تقاطع لوزی شکل است که در این تحقیق سعی در مقایسه میزان هزینه و کارکرد این تقاطع در مقایسه با تقاطع چراغدار و تقاطع شبدری شده است.

انتخاب مناسبترین نوع تقاطع به منظور عبور در سطوح مختلف، برای هر محل، اولین و مهم ترین مرحلهی طراحی تقاطع می باشد. به طور کلی در شهرها مهم ترین عامل، تأمین ظرفیت کافی برای بهره برداری از تقاطع بوده، در حالی که در برون شهرها مهم ترین عامل، تناسب تقاطع با جریان ترافیک و سرعت های زیاد روی شاهراه ها می باشد. در انتخاب مناسب ترین نوع تقاطع می بایست عوامل زیر را در نظر گرفت: [۲].

- ۱- موقعیت محلی
- ۲- خصوصیات ترافیک (حجم، ایمنی، سرعت و...)
- ۳- مسائل اقتصادی
- ۴- موقعیت طبیعی و وضعیت توپوگرافی محل
- ۵- اثر تقاطع بر محیط زیست
- ۶- طبقه بندی مسیرهای تقاطع (خیابان، راه فرعی، راه اصلی و ...)
- ۷- امکان تأمین روشنایی لازم در شب

بنابراین مقایسه و انتخاب بهترین گزینه برای تقاطعات شهری در میان سه مدل تقاطع چراغ دار، شبدری و لوزی مقایسه گردیده است. در این تحقیق با انتخاب یک تقاطع در شهر تهران، پس از

بررسی مبانی تئوری و مدلسازی تقاطعات لوزوی، شبدری و چراغدار به بررسی و ارزیابی گزینه‌ها پرداخته و با توجه به نتایج حاصل از شبیه سازی ترافیکی، اولویت احداث این نوع تقاطع‌ها تعیین می‌شود.

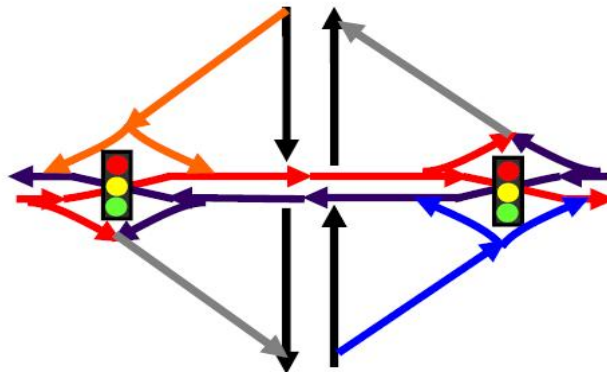
### ۳- ادبیات موضوع

#### ۳-۱- تبادل لوزوی

تبادلات لوزوی در انواع مختلف، معمولاً در در تقاطعات تسهیلات کوچک و بزرگ، هر دو محیط شهری و برون شهری بکار می‌روند. یک تقاطع لوزوی استاندارد شامل دو تقاطع چراغدار، با رنج فاصله نرمال بین ۶۰ تا ۳۰۰ متر است و در بین این فاصله اتومبیل‌ها در جهت عکس جهت معمول حرکت می‌کنند تا به جای استفاده از لوپ از رمپ برای گردش استفاده کنند [5].  
انواع معمول تبادل لوزوی به شرح زیر می‌باشد:

#### ۳-۱-۱- نوع اول:

تقاطع لوزوی شکل، نوع اول تشکیل شده است از یک مسیر اصلی که بدون تداخل از زیر عبور کرده و دو چراغ راهنمایی که جهت حرکت را تغییر داده تا به جای استفاده از لوپ از رمپ استفاده گردد تا فضای اشغال شده کمتر گردد. این نوع از تقاطع معمولاً در مکان‌هایی استفاده می‌شود که تنها یک تقاطع با چهارراه موجود باشد. ویژگی‌های این تقاطع کاهش نقاط برخورد با طرح هندسی و همچنین چون در زمان بهره برداری نیاز به دو فاز چراغ دارد، کاهش تعداد خطوط و طراحی با فضای کمتر را بدست می‌دهد. [6].

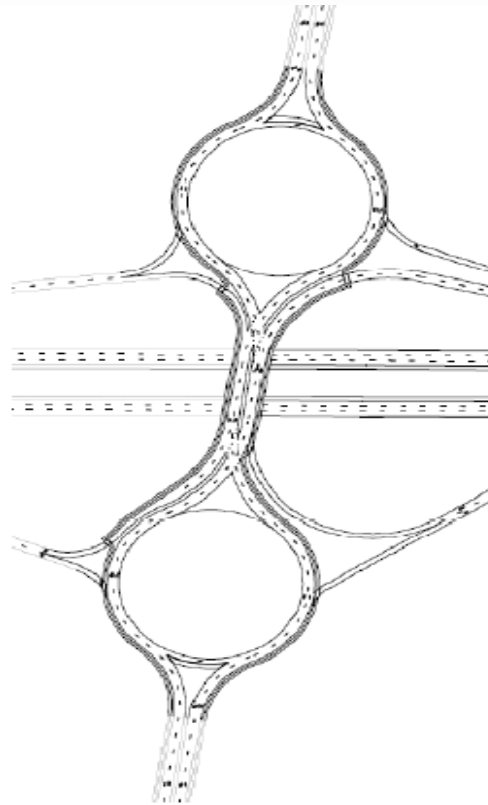


شکل 1: تقاطع لوزوی شکل با دو عبور از پایین و دو چراغ قرمز



۳-۱-۲- نوع دوم:

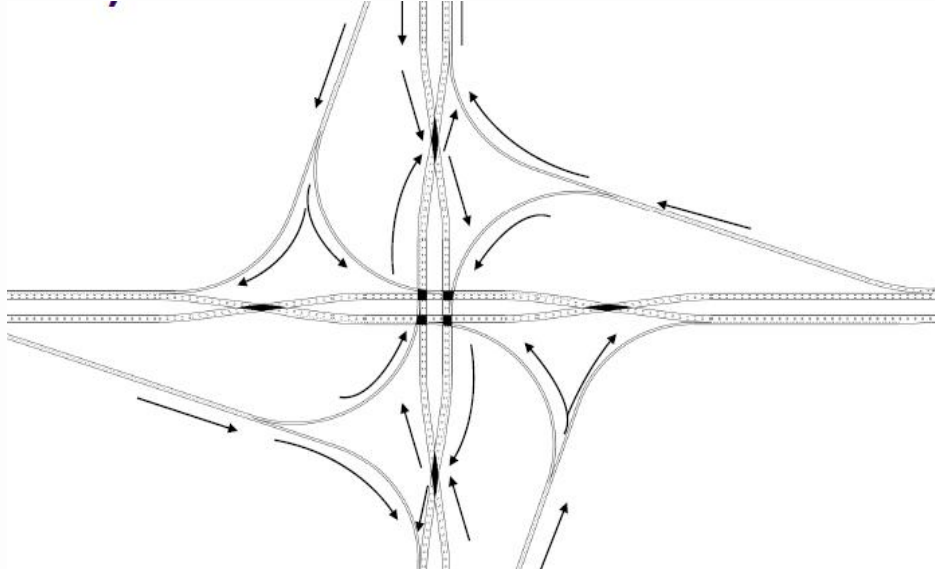
در صورتی که دو تقاطع در نزدیکی هم قرار داشته باشند و یا در صورتی که بخواهیم از چراغ راهنمایی استفاده نکنیم، می توان از دو میدان برای جابجا کردن خطوط استفاده کرد، که از ویژگی های بسیار خوب این تقاطع این نکته است که در ترافیک کم میزان تداخل ها کاهش پیدا کرده و جریان بدون قطع شدگی و تاخیر و با یکپارچگی انجام می گیرد [6].



شکل ۲: تقاطع لوزوی شکل با دو عبور از پایین و دو میدان در دو طرف

۳-۱-۳- نوع سوم:

تقاطع لوزوی شکل با حرکت به صورت چرخش، که این نوع تقاطع به این صورت بوده که چهارراهی در مرکز وجود دارد و تماط حرکات یا بصورت همسطح و یا غیر همسطح به این چهارراه می رسند. تنها تفاوت این تقاطع با تقاطع نوع اول به این شکل است که تغییر مسیر حرکتی در هر دو مسیر تقاطع انجام می گیرد که امکان جدا شدن چپ گرد ها همراه راست گرد ها را در تقاطع ایجاد خواهد نمود [6].



شکل ۳: تقاطع لوزوی شکل با تغییر مسیر حرکت در هر دو جهت

نقاط برخورد در یک تقاطع لوزوی واگرا به طور قابل توجهی کمتر از تقاطعات دیگر است که این امر باعث ایمنی بیشتر این نوع تقاطعات در مقایسه با انواع دیگر می‌شود [7].

Shuxin Jin در سال ۲۰۱۳، مطالعه‌ای بر ساختار ترافیکی تبادل لوزوی از قبیل ساختار ترافیکی ورودی‌ها و خروجی‌ها و ساختار ترافیکی پل تبادل لوزوی و ساختار ترافیکی پل تبادل و راه اصلی و تقاطع انجام داده است. او تحقیق و پژوهش در ساختار ترافیکی تبادل لوزوی و ورودی و خروجی اصلی را در حالت انتقال وضعیت ترافیکی غیر اشباع به شرایط ترافیک اشباع شده را، مهم و ضروری دانسته است و به وسیله تحقیق در مورد تبادل لوزوی واقعی و شبیه سازی آن با نرم افزار VISSIM، تایید کرده است که در وهله اول ساختار ترافیکی ورودی و خروجی اصلی در طراحی بسیار مهم و ضروری می‌باشد. سپس نوع ترافیک غیر اشباع تبادل لوزوی در شرایط ترافیک شلوغ باید مورد توجه قرار گیرد [8].

Joe G. Barad در سال ۲۰۰۶، بهترین عملکرد شامل بهترین سطح سرویس، تاخیرات کمتر، صف کوتاهتر و بازده بالاتر می‌باشد. مهمترین عامل موثر در عملکرد تقاطع جریان سنگین یا کاهش تعداد فازهای چراغ راهنمایی می‌باشد [9].

از میان این نوع تقاطع فوق، تقاطع نوع اول (تقاطع لوزوی واگرا) معمول تر بوده، بنابراین در این تحقیق از این نوع از تقاطع استفاده گردیده است.

#### ۴- روش تحقیق

روش تحقیق و شبیه سازی به صورت گام به گام در زیر بیان شده است:

- گام ۱- انتخاب نوع تقاطعات مورد مطالعه و سپس انتخاب منطقه مورد مطالعه به عنوان نمونه موردی مورد مطالعه و همچنین انتخاب نرم افزار شبیه سازی ترافیکی با توجه به هدف تحقیق
  - گام ۲- گرد آوری اطلاعات لازم جهت شبیه سازی و دسته بندی اطلاعات
  - گام ۳- ساخت مدل تقاطع انتخابی در نرم افزار شبیه سازی ترافیکی AIMSUN
  - گام ۴- ورود اطلاعات به نرم افزار شبیه سازی ترافیکی AIMSUN
  - گام ۵- انجام فرآیند شبیه سازی در نرم افزار شبیه سازی ترافیکی AIMSUN
  - گام ۶- استخراج نتایج مورد نیاز جهت تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار شبیه سازی ترافیکی AIMSUN
  - گام ۷- تجزیه و تحلیل داده های خروجی نرم افزار شبیه سازی ترافیکی AIMSUN و نمایش آنها به صورت جدول و نمودار
  - گام ۸- برآورد اقتصادی هر یک از گزینه ها و مقایسه آنها با یکدیگر
  - گام ۹- انتخاب گزینه (طرح تقاطع) برتر از بین گزینه های مطالعه شده
- در این تحقیق اطلاعات لازم جهت شبیه سازی ترافیکی توسط آماربرداری به صورت شمارش خودروهای عبوری از محل و همچنین خودروهای مانده در پشت چراغ راهنمایی جمع آوری شده است. تقاطع مورد مطالعه نیز، تقاطع چهارراه سرو در محدوده سعادت آباد می باشد. همچنین نرم افزار مورد استفاده در این تحقیق، نرم افزار AIMSUN می باشد که نام آن برگرفته از ( Advanced Interactive Simulator for Urban and non-urban Networks) است، محصولی از شرکت TSS اسپانیا می باشد که فضایی یکپارچه برای شبیه سازی ترافیک را فراهم می سازد. به ادعای شرکت TSS این نرم افزار تنها نرم افزار موجود در بازار می باشد که توانایی بکارگیری سه مدل حمل و نقلی تخصیص استاتیک جریان، مدلسازی مزوسکوپیک جریان و مدلسازی میکروسکوپیک جریان را دارا می باشد. نرم افزار پیشینه ای قوی از نظر دانشگاهی، تجاری و فنی دارد که با کمک هزاران کاربر در اقصی نقاط جهان و در طی بیش از ۲۰ سال تحقیق و پژوهش به دست آمده است. با توجه به شمار زیاد کاربران در ۵۴ کشور مختلف در اقصی نقاط جهان، این نرم افزار توانسته است تاثیر مطلوبی بر راهها و شبکه های حمل و نقلی در سطح جهان داشته باشد [10].



## ۵- جمع آوری اطلاعات

با توجه به این مطلب که اولین قدم در ارائه راه حل، داشتن اطلاعات دقیق از مسئله است، نیاز به آماربرداری از یک مکان برای مطالعه پایلوت بود. در این راستا میدان سرو در محدوده سعادت آباد برای این آماربرداری انتخاب گردید و وضعیت موجود تقاطع با توجه به وجود چراغ راهنمایی و همچنین ترافیک بالا و تأخیرات زیاد مشاهده گردید. شکل زیر محدوده تقاطع را مشخص می نماید.



شکل (۴): وضعیت فعلی تقاطع (برگرفته از تصاویر هوایی)

آماربرداری در طول یک روز به صورت شمارش بصری انجام گرفت و نتایج شمارش برای ۲۴ ربع ساعت بدست آمد و به شکل ماتریس مبدأ - مقصد استخراج می شود. در زیر جدول ربع ساعت اوج به صورت نمونه آمده است:



جدول 1: ماتریس OD مربوط به ساعت 17:15 تا 17:30 بعد از ظهر

AM	شمال (شهرک مخابرات)	غرب (فرحزاد)	جنوب (چهارراه دریا)	شرق (میدان کاج)	کل
شمال (شهرک)	۰	۹۰	۱۷۶	۷۱	۳۳۷
غرب (فرحزاد)	۱۱۹	۰	۹۴	۱۲۷	۳۴۰
جنوب (چهارراه دریا)	۴۹	۴۵	۰	۵۸	۱۵۲
شرق (میدان کاج)	۲۰	۶۴	۹۵	۰	۱۷۹
کل	۱۸۸	۱۹۹	۳۶۵	۲۵۶	۱۰۰۸

با توجه به اطلاعات جمع آوری شده از روش شمارش دستی و با توجه به میزان حجم گردش به چپ این تقاطع چراغدار در بیشتر زمانها دارای حجم ترافیکی است که نیاز به زمان زیادی جهت عبور جریان کامل ترافیک دارد. بنابراین همانطور که مشاهده می شود چراغهای قرمز و در واقع زمان تلف شده زیادی بر اتومبیلها وارد خواهد شد. همچنین با توجه به آماربرداری انجام شده دو زمان سیکل سبز برای حرکت جنوب به شمال دیده شده بود که در شبیه سازیها لحاظ گردیده است. با توجه به نتایج حاصله در قسمت بعد، شبیه سازی انجام می شود.

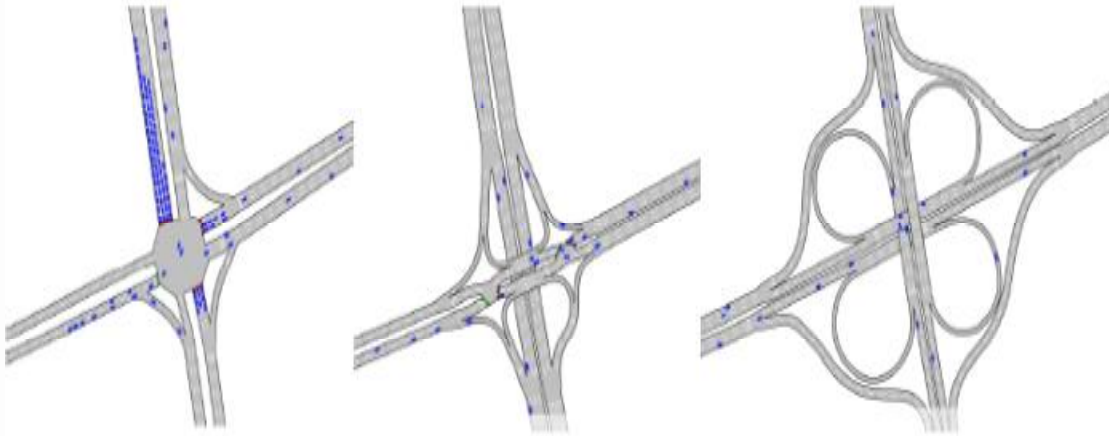
## ۶- شبیه سازی

با توجه به آماربرداریهای انجام شده از این تقاطع، برای هر سه حالت ذکر شده در زیر، مدلسازی با استفاده از نرم افزار Aimsun انجام گرفت. این سه حالت عبارتند از:

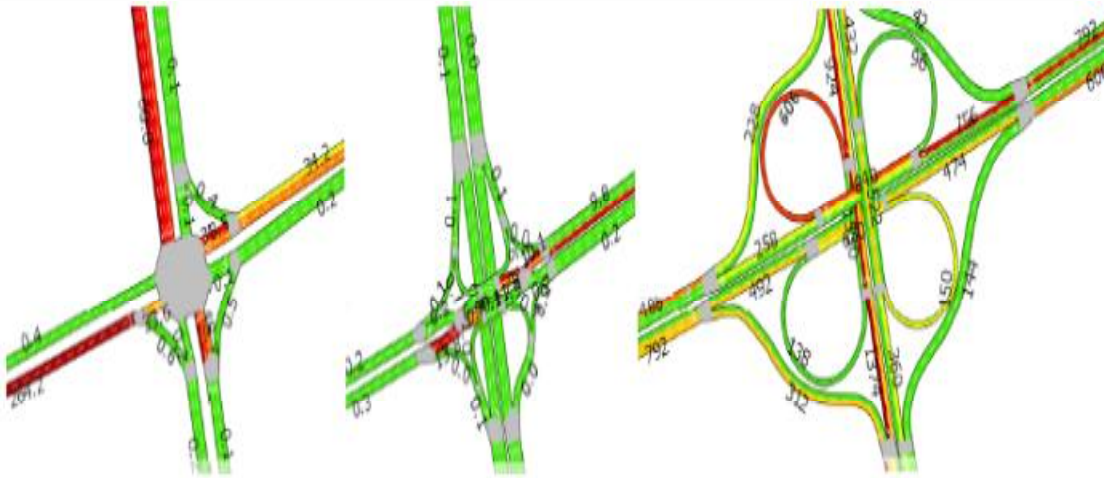
حالت شماره ۱: حالت موجود با چراغ راهنمایی

حالت شماره ۲: حالت مورد بررسی به صورت تقاطع لوزی

حالت شماره ۳: حالت مورد بررسی به صورت تقاطع شبدری



شکل ۵: مدلسازی با نرم افزار AIMSUN - سمت چپ: تقاطع چراغدار (موجود) - وسط: تقاطع لوزوی - سمت راست: تقاطع شبدری



شکل ۶: میزان زمان تاخیر - سمت چپ: تقاطع چراغدار (موجود) - وسط: تقاطع لوزوی - سمت راست: تقاطع شبدری

در نهایت نتایج به صورت ربع ساعت به شکل جدول ارائه می گردد، که برای نمونه نتایج ساعت اوج در جدول زیر آمده است:

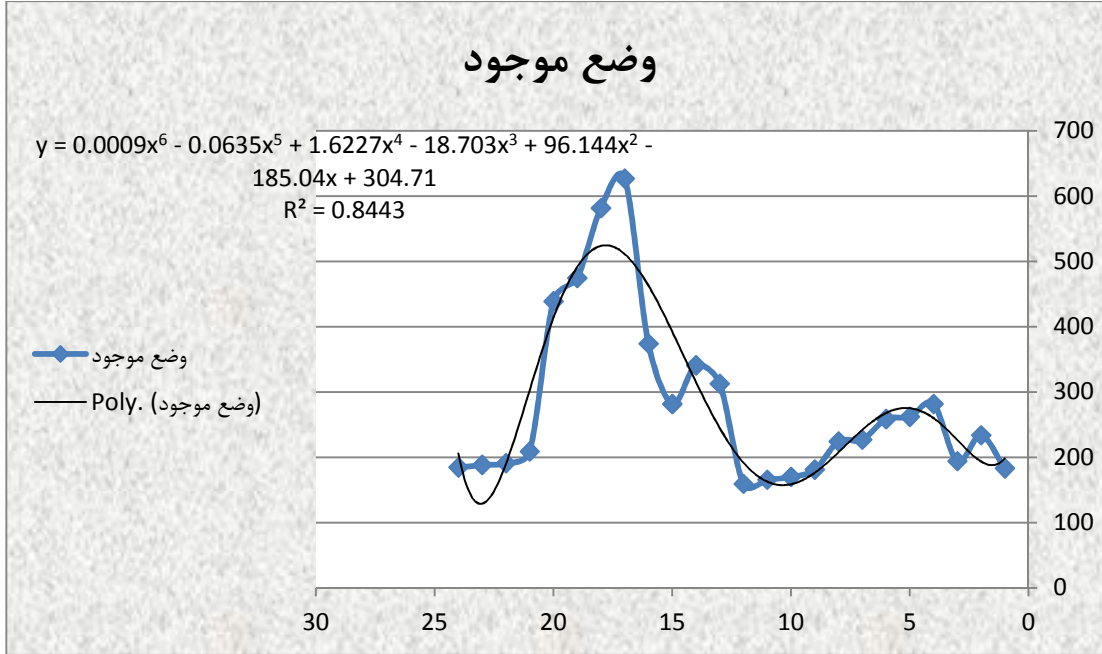
جدول ۲: مقایسه برای ساعت ۱۷:۱۵ تا ۱۷:۳۰

پارامترها	واحد	حالت موجود	تقاطع شبدری	تقاطع لوزوی
زمان تأخیر	sec/km	۵۸۱,۷۴	۱,۱۲	۳۵,۳۲
چگالی	veh/km	۵۵,۸۸	۵,۴۰	۸,۴۴
جریان وسایل نقلیه	veh/h	۳۳۴۴,۶۷	۴۰۷۳,۶۷	۳۹۷۲,۳۳
مصرف سوخت	l	۱۲۸۰,۰۴	۱۴۶,۲۷	۱۶۷
سرعت معمول خودروها	km/h	۹,۲۸	۵۳,۸۴	۳۴,۷۹
بیشترین طول صف خودروها	vehs	۵۱۵,۳۳	۳,۰۰	۳,۶۷
میانگین طول صف خودروها	vehs	۱۰۳,۹۶	۰,۰۲	۸,۹۱
میانگین صف خودروها	vehs	۲۲۵,۰۳	۰,۰۸	۰,۱۰
تعداد توقفها		۳,۸۸	۰,۲۴	۲۴۶,۸۷
سرعت خودرو	km/h	۱۹,۳۶	۵۴,۱۸	۴۱,۴۵
زمان توقف خودروها	sec/km	۵۶۵,۰۶	۰,۱۸	۲۷,۰۲
کل مسافت پیموده شده توسط هر خودرو	km	۱۱۵۱,۸۴	۱۹۲۴,۶۱	۱۲۰۹,۲۰
کل زمان سفر	h	۲۲۵,۱۵	۳۵,۹۵	۳۵,۹۶
زمان سفر هر خودرو	sec/km	۶۴۷,۸۱	۶۷,۰۲	۱۰۳,۷۹

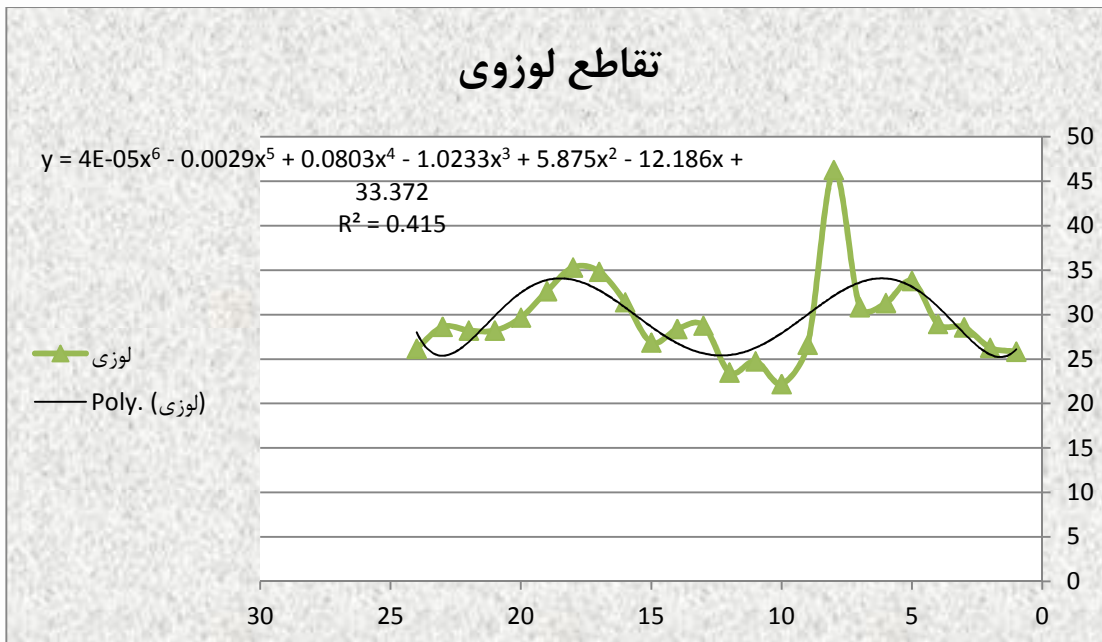
## ۷- تحلیل اطلاعات:

همان طور که از نمودارهای زیر استنتاج می گردد، چراغ راهنمایی در زمان های پیک ترافیک، زمان تأخیرهای بسیار زیادی از خود نشان می دهد و شرایط مناسبی ایجاد نمی کند. اما دو حالت دیگر با زمان تأخیرهای متفاوت اما نزدیک به هم دارند که نشان دهنده کارا بودن هر دو نوع تقاطع در حالت های با تراکم بالا می باشد.



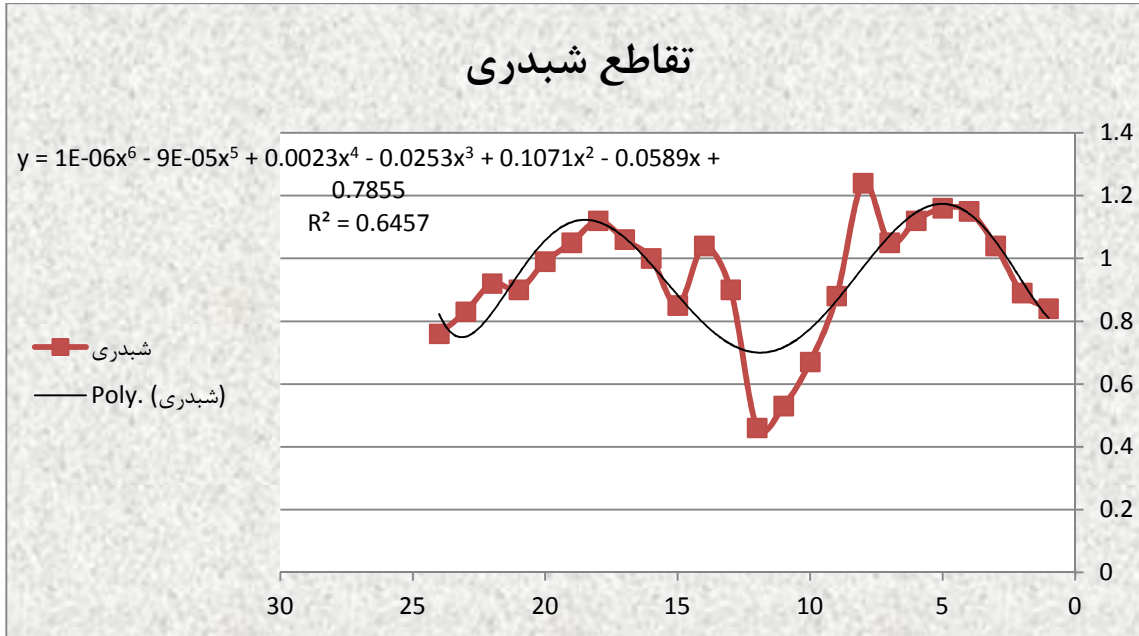


نمودار ۱: زمان تأخیر - چگالی وضع موجود



نمودار ۲: زمان تأخیر - چگالی تقاطع لوزی





نمودار ۳: زمان تأخیر- چگالی تقاطع شبدری

با توجه به آمار ارائه شده و نتایج بدست آمده از جداول بالا تقاطع شبدری از لحاظ ترافیکی بسیار مناسب بوده است، زیرا جریان ترافیک را به صورت یکپارچه منتقل می‌نماید و زمان تأخیر را برای وسایل نقلیه کاهش می‌دهد. اما همانطور که مشاهده می‌شود طراحی تقاطع شبدری با شعاع مناسب (در این تقاطع با شعاع ۳۰ متر) برای لوپها نیاز به آزادسازی بسیار زیادی خواهد داشت. در ادامه برای مقایسه دقیق‌تر میزان صرفه جویی در یک سال برای مصرف سوخت و زمان تلف شده برای هر نفر با برآورد انجام این پروژه‌ها با هم مقایسه می‌گردد. هزینه آزاد سازی این منطقه متر مربعی ۵۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال و هر قسمت ۳ طبقه به طور متوسط در نظر گرفته شده است.

جدول ۳: هزینه اجرای هر مسیر در سال ۱۳۹۳

تقاطع	مسیر	ابنیه فنی	دیوار	آزادسازی	کل
لوزوی	22,621,177,082	60,000,000,000	2,835,846,958	0	85,457,024,040
شبدری	26,000,000,000	60,000,000,000	5,317,213,046	3,703,800,000,000	3,795,117,213,046

اعداد ذکر شده در جدول فوق به ریال می‌باشد.

حال اگر قیمت تمام شده سوخت براساس فوب خلیج فارس برابر با ۲۱۰۰ تومان برای سال ۱۳۹۳ باشد، برای یک سال هزینه استفاده از این میزان سوخت برابر خواهد بود با:

جدول ۴: هزینه مصرف سوخت در هر حالت

	موجود	شبدری	لوزوی
هزینه مصرف سوخت در سال	۶۱,۱۰۳,۰۲۱,۵۴۰	۶,۵۹۶,۶۱۶,۹۲۰	۸,۰۷۷,۷۳۰,۷۶۰

اعداد ذکر شده در جدول فوق به ریال می‌باشد.

زمان تلف شده برای یک سال را هم با توجه به زمان‌های تلف شده از Aimsun خواهیم داشت. طبق قانون کار برای هر ساعت ۳۰۰۰ تومان هزینه هر نفر را محاسبه می‌کنیم. بنابراین کل هزینه زمان تلف شده برای هر حالت مطابق جدول زیر خواهد بود.

جدول ۵: هزینه زمان تلف شده برای یک سال

	موجود	شبدری	لوزوی
هزینه زمان تلف شده	123,571,845,000	244,404,000	9,119,817,000

اعداد ذکر شده در جدول فوق به ریال می‌باشد.

بنابراین در عرض یک سال میزان صرفه جویی در هزینه با احداث تقاطع لوزوی در مقابل وضعیت موجود و شبدری به صورت زیر خواهد بود.

جدول ۶: هزینه احداث و بازگشت سرمایه در هر کدام از حالت‌ها

هزینه	هزینه یک سال وضعیت موجود	هزینه یک سال با احداث تقاطع لوزوی	هزینه یک سال با احداث تقاطع شبدری
تلف شده	۱۸۴,۶۷۴,۸۶۶,۵۴۰	۱۷,۱۹۷,۵۴۷,۷۶۰	۶,۸۴۱,۰۲۰,۹۲۰
ساخت	۰	۸۵,۴۵۷,۰۲۴,۰۴۰	۳,۷۹۵,۱۱۷,۲۱۳,۰۴۶
کل	۱۸۴,۶۷۴,۸۶۶,۵۴۰	۱۰۲,۶۵۴,۵۷۱,۸۰۰	۳,۸۰۱,۹۵۸,۲۳۳,۹۶۶

اعداد ذکر شده در جدول فوق به ریال می‌باشد.



همان گونه که مشاهده می شود هزینه یک سال احداث تقاطع لوزوی به همراه میزان زمان و سوخت تلف شده، کمتر از میزان هزینه ای است که در صورت احداث نکردن چنین تقاطعی بر سرمایه ملی وارد می آید. بنابراین تقاطع لوزوی کم هزینه ترین و بهترین تقاطع برای این محل بشمار خواهد آمد.

#### ۸- نتیجه گیری:

با توجه به تجزیه و تحلیل داده های خروجی شبیه سازی و مقایسه اقتصادی گزینه های مطرح شده نتایج زیر به دست آمد:

- کل زمان سفر هر دو تقاطع لوزوی و شبدری بسیار کمتر از تقاطع موجود (چراغ دار) می باشد، (حدود یک سوم کاهش داشته)، تقاطع لوزوی کاهش بیشتری نسبت به تقاطع شبدری داشته است.
- زمان تاخیر هر دو تقاطع لوزوی و شبدری بسیار کمتر از تقاطع موجود (چراغ دار) می باشد، تقاطع شبدری به میزان ناچیزی کاهش بیشتری نسبت به تقاطع لوزوی داشته است.
- چگالی هر دو تقاطع لوزوی و شبدری بسیار کمتر از تقاطع موجود (چراغ دار) می باشد، تقاطع شبدری به میزان ناچیزی کاهش بیشتری نسبت به تقاطع لوزوی داشته است.
- مصرف سوخت هر دو تقاطع لوزوی و شبدری بسیار کمتر از تقاطع موجود (چراغ دار) می باشد، تقاطع شبدری به میزان ناچیزی کاهش بیشتری نسبت به تقاطع لوزوی داشته است.
- سرعت معمول خودروها در هر دو تقاطع لوزوی و شبدری ۳ تا ۴ برابر افزایش داشته است، تقاطع شبدری به میزان کمی، افزایش بیشتری نسبت به تقاطع لوزوی داشته است.
- زمان توقف خودروها هر دو تقاطع لوزوی و شبدری بسیار کمتر از تقاطع موجود (چراغ دار) می باشد، تقاطع شبدری به میزان ناچیزی کاهش بیشتری نسبت به تقاطع لوزوی داشته است.
- هزینه اجرای مسیر و تملک اراضی در تقاطع لوزوی بسیار کمتر از تقاطع شبدری می باشد.
- هزینه مصرف سوخت هر دو تقاطع لوزوی و شبدری بسیار کمتر از تقاطع موجود (چراغ-دار) می باشد، تقاطع شبدری به میزان ناچیزی کاهش بیشتری نسبت به تقاطع لوزوی داشته است.

- هزینه زمان تلف شده هر دو تقاطع لوزوی و شبدری بسیار کمتر از تقاطع موجود (چراغ-دار) می باشد، تقاطع شبدری به میزان ناچیزی کاهش بیشتری نسبت به تقاطع لوزوی داشته است.

- هزینه احداث و بازگشت سرمایه در تقاطع لوزوی بسیار کمتر از تقاطع شبدری می باشد. با توجه به مطالعات و بررسی های انجام شده در یک محدوده شهری با هزینه آزاد سازی زیاد یکی از بهترین تقاطع هایی که امکان استفاده خواهد داشت، تقاطع لوزوی می باشد. اما در آینده می-بایست این نوع تقاطع با انواع دیگر تقاطع ها مورد مقایسه قرار گرفته و همچنین آنالیز حساسیت برای این موارد صورت گیرد که تا چه زمانی و با چه هزینه آزاد سازی تقاطع شبدری و تقاطع لوزوی هم قیمت خواهند بود تا در نهایت بهترین گزینه همواره نسبت به هر منطقه انتخاب گردد.

#### ۹- پیشنهادات تحقیق برای آینده:

با توجه به نتایج تحقیق می توان موارد زیر را برای تحقیق در آینده پیشنهاد نمود:

- شبیه سازی تقاطعات فوق با نرم افزارهای شبیه ساز ترافیکی دیگر و مقایسه نتایج بدست آمده از آنها با نتایج این تحقیق.
- مطالعه انواع دیگر تقاطعات و مقایسه آنها با تقاطع لوزوی واگرا
- مطالعه رفتار عابرین پیاده و مشکلات آنها برای عبور از تقاطع لوزوی واگرا و شبیه سازی آن با نرم افزار ترافیکی AIMSUN و یا نرم افزارهای دیگر که قابلیت این کار را دارند.
- مطالعه بهترین مسیر پیاده رو ویژه عابرین پیاده در تقاطعات لوزوی
- مطالعه بهترین مسیر ویژه دوچرخه سواران (دوچرخه شهری) در تقاطعات لوزوی
- بررسی میزان آلودگی هوا در انواع مختلف تقاطع و مقایسه با تقاطع لوزوی
- یکی از مشکلات تقاطعات پارک های حاشیه ای بوده که امکان شبیه سازی این حالت با توجه به شبیه سازی های موجود امکان پذیر نیست. شاید کالیبره کردن نرم افزار برای امکان پارک-های حاشیه ای یکی از بهترین و کارآمدترین و در عین حال امکان دقیق ترین شبیه سازی را برای ما فراهم نماید.
- زمانی که تبادل لوزوی نزدیک به تقاطع است، تعارضات به احتمال زیاد در فاصله درون آن متمرکز است، نه در خروجی خود تقاطع. بنابراین، تعیین فاصله مناسب از خروجی تبادل لوزوی نیاز به تحقیقات بیشتر در وضعیت های مختلف تقاضای ترافیک دارد.
- بررسی انواع دیگر تقاطع لوزوی و مقایسه آنها با یکدیگر
- بررسی اثرات حین ساخت تقاطعات لوزوی واگرا بر رفتار رانندگان عبوری

مراجع:

۱. مهندسی راه و تحلیل ترافیکی، ۱۳۸۱، قهرمانی، حسین، حسینقلیان، محسن، مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران.
۲. طرح هندسی راه، ۱۳۸۹، نریمانی، گرشاسب، مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.
- 3- Geometric design Guide. ۱۹۹۱. McFadden, Peter. University of Connecticut School of Engineering.
۴. پنبه کار، ا. برنامه کامپیوتری برای آنالیز ظرفیت معابر و تقاطع ها، ۱۳۷۷، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
- 5- Science Direct, ۲۰۱۲. comparison of operation performance of diamond interchanges between china and U.S.A. hongqiao song, xiaokuan yang .
- 6- CHLEWICKI, GILBERT, ۲۰۱۰, Variation of diverging Diamond Interchange. ITE.
- 7- Missouri's experience with a diverging diamond interchange ۲۰۱۰. www.modot.org. May.
- 8- Science Direct, ۲۰۱۳. The study in Diamond Interchange Traffic Organization, shuxin Jin, Jianjun Wang, Jiannan Jiao.
- 9- Joe G.Bared, Praveen K.Edara, Ramanujan jagannathan, ۲۰۰۶. Design and Operational Performance of Double Crossover Intersection and Diverging Diamond Interchange.
10. کاربرد کامپیوتر در مهندسی ترافیک، ۱۳۹۱، دهناد، محمد حسین، نوری، علیرضا، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر، تهران.



## The Study and Comparison of Diverging Diamond Interchange and Clover Leaf Interchange by Traffic Simulation Software AIMSUN

Reza Moayed far<sup>6</sup>, Sina Parasteh<sup>7</sup>, Shokoofeh Amirkhani<sup>8</sup>

1. Assistant Professor, Department of Engineering, Arak university.
2. Msc. Student in Road and Transportation at Islamic Azad University, South Tehran.
3. Msc. Student in Road and Transportation at Islamic Azad University, South Tehran.

### Abstract

Because of population and transportation growth, traffic study in node point is crucial. In this context, one way to reduce the waste money and increasing service is intersection. Diamond intersection is one of the types interchange. However, these intersections and signalized intersection and clover interchange not compare ever. This study aimed to compare these three models of intersection. For this purpose is used the AIMSUN software and field statistics. By comparing the result of this simulation . diverging diamond intersection as the most favorable option in term of improving traffic and economic performance in city area was chosen. Simulation determinant that available intersection waste money 6 million dollar in one year. If clover interchange made the cost reduce to 200 thousands of dollars but it will have massive acquisition and construction cost but diamond intersection with 570 thousands dollar waste money in one year has low cast of construction an acquisition in urban area.

**Keywords:** *Interchange, Diamond, Clover Leaf, Microscopic Traffic Simulation, Cost*

---

<sup>6</sup>R-moayedfar@araku.ac.ir

<sup>7</sup>Sparasteh1969@gmail.com

<sup>8</sup>Amirkhani.shokoofeh@yahoo.com