

# بررسی تاثیر شمارشگر های معکوس بر ایمنی و کارایی ترافیک در تقاطعات چراغ دار

مهدی فلاح تفتی (نویسنده مسئول)، استادیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه یزد، یزد، ایران

الهام احمدی سیروئی، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه یزد، یزد، ایران

E-mail: fallah.tafti@yazd.ac.ir

پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۰۴

دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۰۵

## چکیده

در این مقاله به بررسی تاثیر شمارشگر های معکوس تقاطعات چراغ دار از دو جنبه ایمنی و کارایی ترافیک پرداخته شده است. پارامتر های تعداد تخلفات عبور از چراغ قرمز، نرخ زود شروع کننده، نرخ دیر ایست کننده و تعداد تصادفات جهت بررسی تاثیر آنها بر ایمنی ترافیک و پارامترهای سرفاصله اشباع، نرخ جریان اشباع و تاخیر اولیه حرکت جهت بررسی تاثیر آنها بر کارایی و ظرفیت تقاطع با مقایسه دو حالت شمارشگر معکوس روشن و خاموش مورد بررسی قرار گرفته اند. اطلاعات اولیه مورد نیاز از شش تقاطع واقع در شهرهای یزد و سیرجان با استفاده از تصاویر ویدئویی دوربین های نظارت تصویری استخراج و تجزیه و تحلیل شدند. مقایسه نتایج بین دو حالت شمارشگر خاموش و روشن نشان داد که تعداد تخلفات عبور از چراغ قرمز در حالت چراغ شمارشگر روشن بطور متوسط  $1/16\%$  کاهش یافته، تعداد تصادفات فاقد روندی مشخص بوده و نرخ زود شروع کننده جریان ترافیک در حالت شمارشگر روشن بطور متوسط  $1/7\%$  افزایش یافته است لکن آزمونهای آماری من-ویتنی در سطح اطمینان  $95\%$  نشان داد که تفاوت مشاهده شده برای این پارامترها به لحاظ آماری معنی دار نیست. بررسی تغییرات نرخ دیر ایست کننده ترافیک کل تقاطعات نشان داد که در حالت شمارشگر روشن این پارامتر به میزان  $2/34\%$  کاهش داشته است و آزمون آماری من-ویتنی نشان داد که این تغییر به لحاظ آماری معنی دار بوده است. بررسی تاخیر اولیه شروع حرکت در مجموعه تقاطعات بررسی شده نشان داد که تفاوت معنی داری بین دو حالت شمارشگر خاموش و روشن وجود دارد. در این رابطه، میزان تاخیر اولیه در حالت شمارشگر معکوس خاموش به میزان  $22/8\%$  بیشتر از حالت روشن مشاهده گردید. آزمون  $t$  برای مقایسه سرفاصله اشباع و نرخ جریان اشباع بین دو حالت شمارشگر روشن و خاموش، تفاوت معناداری را در تقاطعات مورد بررسی نشان نداد.

واژه های کلیدی: شمارشگر معکوس چراغ راهنمایی، تخلف عبور از چراغ قرمز، نرخ زود شروع کننده، نرخ دیر ایست

کننده، نرخ جریان اشباع

## ۱. مقدمه

شمارشگرها بر کارایی ترافیک چند تقاطع واقع در شهر های یزد و سیرجان مورد بررسی قرار گرفتند. اطلاعات مورد نیاز از تصاویر دوربینهای نظارت تصویری تقاطعات مورد بررسی استخراج شدند. میزان و نحوه تاثیر این شمارشگرها با مقایسه مقادیر این پارامترها در دو حالت شمارشگر خاموش و روشن بررسی گردید.

## ۲. مروری بر مطالعات انجام شده قبلی

### ۲-۱ مطالعاتی که نتایج آنها نشانگر بهبود ایمنی تقاطعات

مجهاز به شمارشگر معکوس بوده است

عبور از چراغ قرمز، یکی از نگرانیهای ایمنی در تقاطع های چراغ دار است که انتظار می رود با وجود شمارشگر معکوس کاهش یابد. برای بررسی این ادعا، کیدوی و همکاران به بررسی دو تقاطع چراغ دار در کوالالامپور مالزی، یکی با شمارشگر معکوس و دیگری بدون شمارشگر پرداختند. آنها درصد تخلف عبور از چراغ قرمز در تقاطع با شمارشگر معکوس را ۳۷/۱٪ و در تقاطع بدون شمارشگر معکوس ۶۶/۳٪ مشاهده نمودند. هرچند این اعداد برای هر دو تقاطع بسیار نگران کننده بود، اما تقاطع با شمارشگر معکوس نسبت به تقاطع دیگر تخلف عبور از چراغ قرمز خیلی کمتری را نشان داد [Kidwai, Kari and Ibrahim, 2005].

لام و هلیم در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که شمارشگر معکوس، تخلف عبور از چراغ قرمز در تقاطع های چراغ دار را کاهش می دهد، هرچند آن ها این نکته را اضافه کردند که این اثر تنها برای مدت زمان محدود وجود دارد. آنها مطالعه ای بر روی شمارشگر معکوس تک رنگ سبز (اعمال شده فقط در فاز سبز) در کشور سنگاپور انجام دادند و متوجه شدند که ۱/۵ ماه بعد از نصب شمارشگر سبز، درصد تعداد تخلفات عبور از چراغ قرمز به میزان ۶۵٪ کاهش یافت. مشاهدات بعدی نشان داد که ۷/۵ ماه پس از نصب شمارشگر معکوس سبز که راننده به وجود این ابزار عادت کرده بود، تعداد تخلفات عبور از چراغ قرمز به همان سطح قبل از نصب شمارشگر افزایش یافت. این مطالعات همچنین نشان داد که در حالت استفاده از شمارشگر معکوس، تعداد وسایل نقلیه ای که دو ثانیه مانده به چراغ قرمز می ایستند افزایش یافته و به نظر می رسد این رفتار در طول زمان ثابت بماند [Lum and Halim, 2006].

چراغ راهنمایی از آشناترین و مهم ترین وسایل کنترل، تنظیم عبور و مرور وسایل نقلیه و افزایش ایمنی در تقاطعات است. انتخاب روشی مناسب برای پیش آگاهی از زمان تغییر فاز چراغ راهنمایی از اهمیت زیادی برخوردار است و همواره مورد بحث بوده است. همزمان با پیشرفت تکنولوژی در اواخر قرن بیستم، شمارشگرهای معکوس چراغ راهنمایی<sup>۱</sup> به عنوان ابزاری برای ایجاد پیش آگاهی بموقع در مورد زمان تغییر فاز، مورد استفاده قرار گرفتند. شمارشگر معکوس یک سیستم اطلاعاتی پیشرفته ترافیکی است که در شهرهای پرجمعیت آسیایی طرفداران بسیاری دارد. این ابزار یک ساعت دیجیتالی است که بالای چراغ راهنمایی نصب می شود و به صورت مداوم زمان باقی مانده هر فاز را نشان می دهد که شامل زمان باقی مانده برای تغییر از سبز به زرد، از زرد به قرمز و از قرمز به سبز است. این شمارشگرها زمان دقیق شروع فاز بعدی را به راننده اطلاع می دهند، در نتیجه راننده می تواند تصمیم بگیرد که چگونه باید به فازی که قرار است بعد از زمانی که شمارشگر نشان می دهد شروع شود، واکنش نشان دهد و یا چگونه باید از زمان باقی مانده تا شروع فاز بعدی استفاده کند.

در ایران، از اوایل سال ۱۳۸۱، پروژه نصب شمارشگرهای معکوس روی چراغ های راهنمایی تقاطعات در ایران اجرا گردید. اما میزان اثربخشی این ابزار بر عملکرد و ایمنی ترافیک تقاطعات کمتر مورد بحث و پژوهش قرار گرفته است. از شهریور ماه سال ۱۳۹۳ شمارشگر معکوس سبز تقاطعات هوشمند شهر تهران به دلیل عدم هماهنگی با سیستم کنترل هوشمند و ایجاد مشکلاتی نظیر سردرگمی رانندگان هنگام پرش اعداد ثانیه شمار، خاموش گردیدند [Tehran Traffic Control Org., 2014].

هدف از این پژوهش بررسی تاثیر این شمارشگرهای معکوس بر عملکرد و ایمنی ترافیک تقاطعات چراغ دار با زمانبندی ثابت است. برای این منظور، پارامترهای ترافیکی نرخ زود شروع کننده جریان ترافیک<sup>۲</sup>، نرخ دیرایست کننده جریان ترافیک<sup>۳</sup>، تعداد تخلفات عبوری از چراغ قرمز و تعداد تصادفات جهت بررسی تاثیر این شمارشگرها بر ایمنی ترافیک و پارامترهای سرفاصله اشباع، نرخ جریان اشباع و تاخیر اولیه حرکت جهت بررسی تاثیر این

## بررسی تاثیر شمارشگر های معکوس بر ایمنی و کارایی ترافیک در تقاطعات چراغ‌دار

همکاران انجام گرفت نشان داد که شمارشگر معکوس چراغ راهنمایی اثر منفی بر روی ایمنی تقاطع دارد. آنها داده های مربوط به تصادفات بعد از نصب شمارشگر معکوس در ۱۸۷ تقاطع کشور تایوان در فاصله سالهای ۲۰۰۳ الی ۲۰۰۶ جمع آوری نمودند. در تقاطعات مورد بررسی، یکی از سه نوع شمارشگر معکوس (شمارشگر معکوس فاز سبز، شمارشگر معکوس فاز قرمز و یا هر دو شمارشگر معکوس فاز سبز و فاز قرمز) نصب شده بودند. در تقاطع هایی که تنها شمارشگر معکوس فاز سبز نصب شده بود میزان تصادفات تا دو برابر و تعداد تصادفات جرحی و فوتی تا ۳۳٪ افزایش یافتند. تقاطع هایی که در آنها شمارشگر معکوس فاز قرمز نصب شده بود ۵۰٪ کاهش در تعداد تصادفات و نیز تعداد تصادفات جرحی و فوتی مشاهده شد. اما تقاطع هایی که در آن ها شمارشگر معکوس برای هر دو فاز سبز و قرمز نصب شده بود به ترتیب ۱۹٪ و ۲۳٪ افزایش در میزان تصادفات و صدمات جرحی و فوتی را نشان داد.

آن ها به این نتیجه رسیدند که در هنگام نمایش زمان سبز باقی مانده شمارشگر معکوس، رانندگان با هیجان بیشتری اقدام به افزایش شتاب و سرعت خود می کنند که این امر باعث افزایش تصادفات می شود و از طرف دیگر در حالی که شمارنده قرمز به رانندگان در خصوص زمان قرمز باقی مانده اطلاع رسانی می کند، تخلفات عبور از چراغ قرمز کاهش یافته و این امر باعث کاهش تصادفات می شود. [Chen et al. 2007]

در مطالعه ای مشابه، چيو و چانگ به این نتیجه رسیدند که وجود شمارشگر معکوس چراغ راهنمایی، باعث تاثیر منفی بر رفتار راننده از منظر انتخاب سرعت در محدوده تقاطع داشته و طول محدوده دایلمه را تا ۲۸ متر افزایش می دهد و میزان تصادفات از نوع برخورد به عقب ماشین جلویی در هنگام تمام شدن فاز سبز افزایش می یابد [Chiou and Chang, 2010]. "ما" و همکاران عملکرد شمارشگر معکوس برای فاز سبز را در شانگهای چین مورد بررسی قرار دادند. آن ها دریافتند که رانندگان در تقاطع های دارای شمارشگر معکوس با سرعت بیشتری تصمیم به عبور از خط توقف می گرفتند. به دلیل همین پدیده غیر متظره، شمارشگر

چین و همکاران ضمن بررسی ۱۸۷ تقاطع چراغدار دارای شمارشگر معکوس نشان دادند که اگر شمارشگر معکوس تنها در فاز قرمز استفاده شود، میزان تصادفات و تعداد مجروحین تا ۵۰٪ کاهش می یابد [Chen et al. 2007]. یک نظرسنجی عمومی بر روی ۳۰۰ راننده آشنا به شمارشگر معکوس چراغ راهنمایی در شهر بانکوک تایلند توسط لیمانوند و همکاران انجام گرفت. از تحلیل نظرسنجی واصله این نتیجه گیری به دست آمد که شمارشگر معکوس، تخلف عبور از چراغ قرمز را تا ۵۰٪ کاهش می دهد. بیش از نیمی از شرکت کنندگان در نظرسنجی معتقد بودند که وجود شمارشگر معکوس، ناامیدی و نگرانی که افراد در هنگام انتظار پشت چراغ قرمز دارند را کاهش می دهد [Limanond, Chookerd and Roubtonglang, 2010].

ریژاوک و همکاران بر روی تاثیر شمارشگر های معکوس بر عکس العمل راننده و این امر که آیا این ابزارها تخلفات عبور از چراغ قرمز یا زرد را کاهش می دهند یا خیر، مطالعاتی انجام دادند. نتیجه مطالعات آنها این بود که شمارشگر های معکوس ابزارهای مناسبی برای بکارگیری توامان با چراغهای راهنمایی تقاطعات شهری با زمان بندی ثابت هستند اما اثر قابل توجهی بر روی رفتار رانندگان ندارند [Rijavec, Zakovsek & Maheral, 2013]. دهقانی و ایران نژاد با ارزیابی عملکرد شمارشگرهای معکوس تقاطعات هوشمند و بر اساس نظرسنجی انجام شده از شهروندان تهرانی، به نحوه عملکرد آنها و مشکلات موجود پرداختند و به این نتیجه رسیدند که عملکرد شمارشگر سبز نیاز به بررسی بیشتری دارد لکن آنها بکارگیری شمارشگر قرمز به دلیل ایجاد آرامش در رانندگان به خصوص در تقاطعات متراکم با زمان های سیکل طولانی را توصیه نمودند [Dehgani and Irannejad, 2010].

### ۲-۲ مطالعاتی که نتایج آنها حاکی از کاهش ایمنی

#### تقاطععات مجهز به شمارشگر معکوس بوده است

بر خلاف انتظارات، بسیاری از مطالعات نشان داده اند که وجود شمارشگر معکوس چراغ راهنمایی باعث به وجود آمدن رفتار پرخطرانه در میان رانندگان شده و از این رو امنیت تقاطع را از کاهش می دهد. به عنوان نمونه، پژوهش دقیقی که توسط چین و

کنترلی این تقاطعات به صورت سیستم چراغ راهنمایی با زمان بندی ثابت است. برداشت اطلاعات با استفاده از تصاویر ویدئویی دوربین های نظارت تصویری مرکز کنترل ترافیک شهر یزد و مرکز فرماندهی نیروی انتظامی شهر سیرجان انجام شد. اطلاعات مربوط به تعداد تصادفات تقاطعات مورد بررسی این شهرها از مرکز راهنمایی و رانندگی شهر مربوطه اخذ گردیدند. لازم به ذکر است که تمام ویژگی های ترافیکی و هندسی تقاطعات، من جمله زمانبندی فازها، حجم ترافیک و هندسه تقاطعات در هر دو حالت شمارشگر روشن و خاموش تقریباً ثابت بودند.

### ۳-۱ جزئیات زمان برداشت اطلاعات از تقاطعات مورد

#### بررسی

جزئیات زمان برداشت اطلاعات از تقاطعات مورد بررسی در جدول ۱ ارائه شده است. همانگونه که از جدول ۱ ملاحظه می شود، اطلاعات برداشت شده مربوط به ساعات شلوغ عصر در تقاطعات مورد بررسی است و سعی شده است که بازه زمانی و روزهای آمارگیری در حالتهای شمارشگر روشن و خاموش حتی الامکان یکسان باشند.

### ۳-۲ مشخصات تقاطعات مورد بررسی

#### ۳-۲-۱ تقاطعات مورد بررسی در شهر یزد

چهار تقاطع شحنه، فرهنگیان، فاطمیه و سلمان واقع در محدوده مرکزی شهر یزد در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفتند. رویکرد مورد بررسی هر یک از این تقاطعات در شکل ۱ نشان داده شده است.

همچنین ویژگیهای هندسی، ترافیکی و کنترلی این چهار تقاطع شامل تعداد خطوط رویکردهای مورد مطالعه، حدود حجم تردد ساعت اوج کلی تقاطع و رویکرد مورد بررسی آنها و نیز تعداد فازهای چراغ راهنمایی آنها در جدول ۲ ارائه شده است.

معکوس فاز سبز احتمال تصادفات را در هنگام آغاز فاز زرد افزایش می داد [Ma, Liu and Yang, 2010].

ابراهیم و همکاران عملکرد سه تقاطع با شمارشگر معکوس را با سه تقاطع دیگر بدون شمارشگر واقع در شهر کوالالامپور مقایسه نمودند. آنها نرخ تخلف عبور از چراغ قرمز را برای تقاطعهای با و بدون شمارشگر معکوس بترتیب ۳۰٪ و ۲۴٪ اندازه گیری نمودند که حاکی از عملکرد دور از انتظار شمارشگرهای معکوس بود [Ibrahim, Karim and Kidwai, 2008].

### ۳-۲ مطالعات انجام شده در رابطه با تاثیر بکارگیری

#### شمارشگر معکوس بر کارایی و ظرفیت تقاطعات چراغدار

در تحقیقات گذشته، تاثیر شمارشگر معکوس بیشتر از بعد ایمنی آن مورد بررسی قرار گرفته است. برای بررسی تاثیر عملکردی این شمارشگرها، اکثر مطالعات قبلی سعی نموده اند تا کارایی این نوع شمارشگرها را با بررسی میزان تاخیر در زمان شروع به حرکت وسیله نقلیه در ابتدای فاز سبز اندازه گیری نمایند. به طور کلی مطالعات قبلی نتیجه گرفته اند که شمارشگر معکوس چراغ راهنمایی میزان تاخیر در تقاطع های چراغ دار را کاهش می دهد و حجم ترافیک عبوری از تقاطع را افزایش می دهند. در این رابطه می توان به مطالعات [Limanond, Chookerd, Prajabok, & Roubtongland, 2009] [Islam, 2014], [Tippayawong, 2010] [Liu et al., [Sharma, Vanajakshi & Rao, 2009], [Chiu and Chang, 2010] اشاره نمود.

در این پژوهش، تاثیر شمارشگر معکوس چراغ راهنمایی از هر دو منظر ایمنی و کارایی مورد بررسی قرار گرفته است

### ۳. روش تحقیق

بدنبال بررسیهای اولیه و با در نظر گرفتن محدودیتهای موجود، شش تقاطع از شهرهای یزد و سیرجان انتخاب شدند. نوع طرح

## بررسی تاثیر شمارشگر های معکوس بر ایمنی و کارایی ترافیک در تقاطعات چراغ‌دار

جدول ۱ . جزئیات زمان برداشت اطلاعات ترافیکی

نام شهر	نام تقاطع	تاریخ و زمان برداشت فیلم	حالت شمارشگر	توضیحات	
یزد	شحنه	۹۳/۷/۲۰ تا ۱۶:۰۵ تا ۱۸:۰۸	خاموش		
		۹۳/۷/۲۲ تا ۱۶:۰۵ تا ۱۸:۰۸	خاموش	این تقاطع ، که حدود چهار ماه و نیم از خاموش شدن اولیه شمارشگر معکوس آن می گذشت ، بعد از برداشت اطلاعات در حالت خاموش، شمارشگر آن روشن و عملکرد آن در این حالت نیز مورد بررسی قرار گرفت.	
		۹۳/۸/۵ تا ۱۶:۰۵ تا ۱۸:۰۸	روشن		
		۹۳/۸/۶ تا ۱۶:۰۵ تا ۱۸:۰۸	روشن		
		۹۳/۸/۷ تا ۱۷:۲۲ تا ۱۸:۰۸	روشن		
		۹۳/۷/۱۵ تا ۱۶:۰۵ تا ۱۸:۰۸	روشن	شمارشگر معکوس این تقاطع به مدت چند سال در این تقاطع فعال بوده است لذا عملکرد آن ابتدا در حالت روشن و سپس خاموش بررسی شد.	
	فرهنگیان	۹۳/۷/۱۶ تا ۱۷:۰۰ تا ۱۸:۰۸	روشن		
		۹۳/۸/۶ تا ۱۶:۰۵ تا ۱۸:۰۸	خاموش		
		۹۳/۸/۷ تا ۱۷:۰۰ تا ۱۸:۰۸	خاموش		
		۹۳/۷/۲۲ تا ۱۶:۳۰ تا ۱۸:۰۰	خاموش		این تقاطع ، که حدود چهار ماه و نیم از خاموش شدن اولیه شمارشگر معکوس آن می گذشت ، بعد از برداشت اطلاعات در حالت خاموش شمارشگر آن روشن و عملکرد آن در این حالت نیز مورد بررسی قرار گرفت.
		۹۳/۷/۲۳ تا ۱۷:۲۵ تا ۱۸:۰۰	خاموش		
		۹۳/۸/۶ تا ۱۶:۳۰ تا ۱۸:۰۰	روشن		
فاطمیه	۹۳/۸/۷ تا ۱۷:۲۵ تا ۱۸:۰۰	روشن			
	۹۳/۷/۲۰ تا ۱۹:۰۰ تا ۲۰:۰۰	روشن		شمارشگر معکوس این تقاطع به مدت چند سال در این تقاطع فعال بوده است لذا عملکرد آن ابتدا در حالت روشن و سپس خاموش بررسی شد.	
	۹۳/۷/۲۳ تا ۱۹:۰۰ تا ۲۰:۰۰	روشن			
	۹۳/۸/۵ تا ۱۹:۰۰ تا ۲۰:۰۰	خاموش			
	۹۳/۸/۷ تا ۱۹:۰۰ تا ۲۰:۰۰	خاموش			
	۹۳/۷/۲۶ تا ۱۷:۳۰ تا ۱۹:۰۰	خاموش		شمارشگر معکوس این تقاطع به مدت چند سال در این تقاطع فعال بوده است لذا عملکرد آن ابتدا در حالت روشن و سپس خاموش بررسی شد	
فرهنگ	۹۳/۷/۲۸ تا ۱۷:۳۰ تا ۱۸:۳۰	خاموش			
	۹۳/۹/۱ تا ۱۷:۳۰ تا ۱۹:۰۰	روشن			
	۹۳/۹/۳ تا ۱۷:۳۰ تا ۱۸:۳۰	روشن			
	۹۳/۵/۲۶ تا ۱۷:۰۰ تا ۲۰:۰۰	روشن			
	۹۳/۵/۲۷ تا ۱۷:۲۰ تا ۲۰:۰۰	روشن		شمارشگر معکوس این تقاطع قبل از برداشت اولیه در حالت روشن، چندین سال در این تقاطع فعال بوده است و پس از گذشت حدود دو ماه از خاموش شدن شمارشگر ، اطلاعات مربوط به این حالت نیز برداشت شدند.	
	۹۳/۷/۲۷ تا ۱۶:۳۰ تا ۲۰:۰۰	خاموش			
سیرجان	۹۳/۷/۲۸ تا ۱۶:۳۰ تا ۲۰:۰۰	خاموش			
	۹۳/۷/۲۶ تا ۱۶:۳۰ تا ۲۰:۰۰	خاموش			
کافی	۹۳/۵/۲۹ تا ۱۷:۰۰ تا ۲۰:۰۰	روشن			
	۹۳/۷/۲۶ تا ۱۶:۳۰ تا ۲۰:۰۰	خاموش			



ب- تقاطع فرهنگیان



الف- تقاطع شحنه



ب- تقاطع سلمان



الف- تقاطع فاطمیه

شکل ۱. رویکرد مورد بررسی هر یک از ۴ تقاطع شهر یزد

جدول ۲. ویژگی های هندسی، ترافیکی و کنترلی تقاطعات مورد بررسی شهر یزد

نام تقاطع	تعداد رویکرد ها	تعداد خطوط	عرض هر خط عبور (متر)	عرض خط پارکینگ (متر)	حجم ساعت اوج تقاطع (وسيله/ساعت)	ترکیب ترافیک (%)	تعداد فازها	زمان سبز	زمان سیکل
شحنه	۴	۶	۳/۷۸	۲/۵	۳۲۰۳	سواری ۷۹/۵۶، موتورسیکلت ۱۸/۱۵، سنگین ۲/۲۷	۳	۱۸	۷۲
فاطمیه	۴	۴	۳/۲۷	۲	۴۱۳۶	سواری ۸۴/۹۷، موتورسیکلت ۱۴/۵۹، سنگین ۰/۴۲	۲	۴۰	۸۰
فرهنگیان	۴	۳	۳	۲	۱۹۹۹	سواری ۸۰/۳۰، موتورسیکلت ۱۸/۴۸، سنگین ۱/۲۱	۲	۴۰	۸۰
سلمان	۴	۳	۲/۶۲	۲	۲۵۱۸	سواری ۸۶/۳۹، موتورسیکلت ۱۳/۰۶، سنگین ۰/۵۳	۲	۲۹	۶۷

زمان بین دو سبز و زمان زرد تقاطعهای مورد بررسی شهر یزد به ترتیب برابر با ۴/۷ و ۴ ثانیه بودند.

## بررسی تاثیر شمارشگر های معکوس بر ایمنی و کارایی ترافیک در تقاطعات چراغ‌دار

تعیین معنی دار بودن تفاوت میانگین مشاهده شده برای آن پارامتر در دو حالت مورد بررسی انتخاب گردید. در این راستا، از آزمون آماری من ویتنی<sup>۶</sup> برای مقایسه میانگین های نمونه داده های هر پارامتر در شرایطی که توزیع فراوانی آنها در این دو حالت غیر نرمال بودند و از آزمون آماری t برای مقایسه میانگین نمونه داده های هر پارامتر در شرایطی که توزیع فراوانی آنها در این دو حالت نرمال بودند، استفاده شده است.

### ۴. نتایج تحقیق و تحلیل آن ها

#### ۴-۱ اثر شمارشگر معکوس بر ایمنی تقاطعات

۴-۱-۱ تاثیر شمارشگر معکوس بر تعداد تخلفات عبور از چراغ قرمز

جزئیات تعداد تخلفات عبور از چراغ قرمز مشاهده شده در حالت خاموش و روشن بودن شمارشگر های معکوس تقاطعات مورد بررسی در جداول ۴ و ۵ بیان شده است.

### ۳-۲-۲ تقاطعات مورد بررسی شهر سیرجان

دو تقاطع کافی مشهور به تقاطع مهدیه، در محدوده مرکزی شهر سیرجان و تقاطع فرهنگ در محدوده شمالی شهر سیرجان در این در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفتند. رویکرد مورد بررسی هر یک از این تقاطعها در شکل ۲ نشان داده شده است.

همچنین ویژگیهای هندسی، ترافیکی و کنترلی این دو تقاطع شامل تعداد خطوط، حدود حجم تردد ساعت اوج کلی تقاطع و رویکرد مورد بررسی آنها و نیز تعداد فازهای چراغ راهنمایی آنها در جدول ۳ ارائه شده است.

### ۳-۳ روش تحلیل و آزمون های آماری مورد استفاده

در این تحقیق، پس از آنکه پارامترهای مورد نیاز در سیکلهای مختلف رویکرد مورد بررسی هر تقاطع شمارش و یا اندازه گیری شدند، توزیع فراوانی داده های حاصله برای هر پارامتر در دو حالت شمارشگر روشن و خاموش تعیین شدند و بر حسب شکل توزیع فراوانی بدست آمده برای هر پارامتر، آزمون آماری مناسب برای



ب- تقاطع فرهنگ



الف- تقاطع کافی

شکل ۲. رویکرد مورد بررسی هر یک از ۲ تقاطع شهر سیرجان

### مهدی فلاح تفتی، الهام احمدی سیروئی

جدول ۳. ویژگی های هندسی، ترافیکی و کنترلی تقاطعات مورد بررسی شهر سیرجان

نام تقاطع	تعداد رویکرد ها	تعداد خطوط رویکرد مورد بررسی	عرض هر خط عبور (متر)	عرض خط پارکینگ (متر)	حجم ساعت (وسیله نقلیه /ساعت)	ترکیب ترافیک			زمان سبز	زمان سیکل رویکرد (ثانیه)
						سواری	موتورسیکلت	سنگین		
فرهنگ	۴	۳	۲/۶۲	۲	۳۲۹۲	۹۴/۹۲	۴/۸۷	۰/۲	۳۵	۶۷
کافی	۴	۳	۳/۲۶	۲	۳۲۲۸	۸۸/۲۱	۱۰/۳۶	۱/۴۲	۳۵	۷۳

زمان بین دو سبز و زمان زرد دو تقاطع مورد بررسی شهر سیرجان برابر با ۴ ثانیه بودند.

جدول ۴. جزئیات تعداد تخلفات عبور از چراغ قرمز مشاهده شده در حالت خاموش بودن شمارشگر های معکوس تقاطعات مورد بررسی

نام شهر	نام تقاطع	تعداد کل وسایل نقلیه در سیکل های مورد بررسی				تعداد تخلفات عبوری از فاز قرمز در سیکل های مورد بررسی			
		کل	سنگین	موتور	سواری	کل	سنگین	موتور	سواری
یزد	سلمان	۸۷۰	۵	۹۴	۷۷۱	۱۲	۰	۶	۶
	شحنه	۲۴۸۱	۵۶	۴۷۶	۱۹۴۹	۲۲۸	۴	۱۲۸	۹۶
	فاطمیه	۱۴۰۴	۷	۱۹۵	۱۲۰۲	۱۸	۰	۱۵	۳
	فرهنگیان	۵۹۷	۸	۱۰۲	۴۸۷	۲۹	۰	۲۷	۲
سیرجان	مجموع ۴ تقاطع	۵۳۵۲	۷۶	۸۶۷	۴۴۰۹	۲۸۷	۴	۱۷۶	۱۰۷
	فرهنگ	۷۷۲	۱	۴۸	۷۲۳	۳۲	۰	۲۱	۱۱
	کافی	۹۹۴	۱۳	۹۹	۸۸۲	۸۲	۱	۵۳	۲۸
یزد + سیرجان	مجموع ۲ تقاطع	۱۷۶۶	۱۴	۱۴۷	۱۶۰۵	۱۱۴	۱	۷۴	۳۹
	مجموع ۶ تقاطع	۷۱۱۸	۹۰	۱۰۱۴	۶۰۱۴	۴۰۱	۵	۲۵۰	۱۴۶

جدول ۵. جزئیات تعداد تخلفات عبور از چراغ قرمز مشاهده شده در حالت روشن بودن شمارشگر های معکوس تقاطعات

نام شهر	نام تقاطع	تعداد کل وسایل نقلیه در سیکل های مورد بررسی				تعداد تخلفات عبوری از فاز قرمز در سیکل های مورد بررسی			
		کل	سنگین	موتور	سواری	کل	سنگین	موتور	سواری
یزد	سلمان	۱۰۰۵	۵	۱۵۴	۸۴۶	۱۲	۰	۱۲	۰
	شحنه	۲۳۵۸	۵۴	۴۰۴	۱۹۰۰	۱۶۴	۲	۱۰۵	۵۷
	فاطمیه	۱۴۰۵	۵	۲۱۵	۱۱۸۵	۱۶	۰	۱۶	۰
	فرهنگیان	۶۳۹	۷	۱۲۷	۵۰۵	۴۴	۰	۴۲	۲



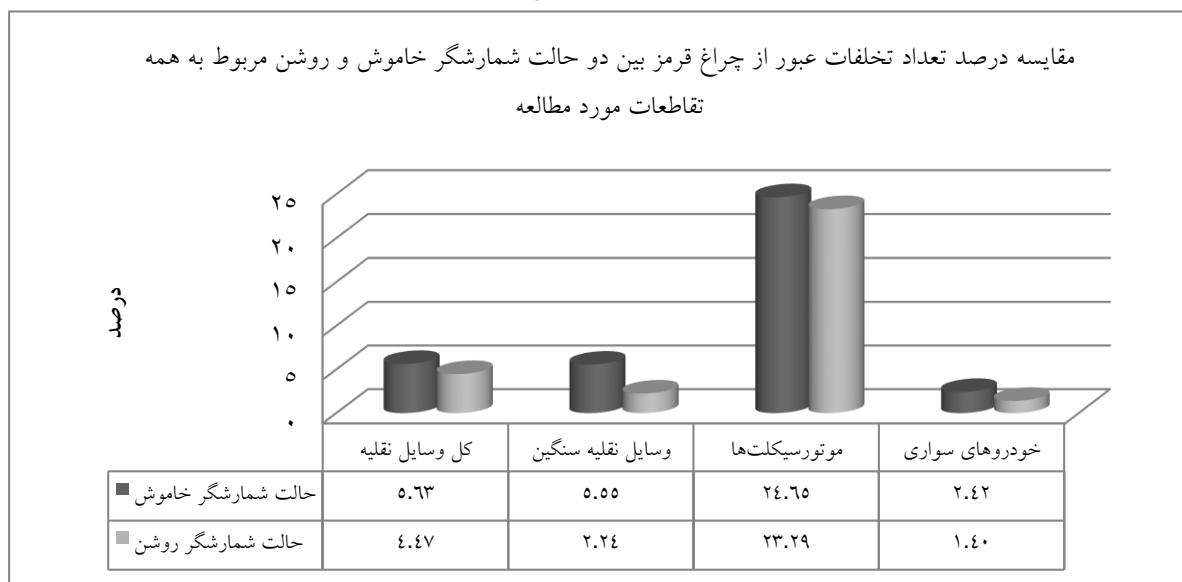
## بررسی تاثیر شمارشگر های معکوس بر ایمنی و کارایی ترافیک در تقاطعات چراغ‌دار

مجموع ۴	۵۴۰۷	۷۱	۹۰۰	۴۴۳۶	۲۳۶	۲	۱۷۵	۵۹	۳۷۸
تقاطع									
سیرجان									
فرهنگ	۱۰۷۶	۳	۳۸	۱۰۳۵	۱۹	۰	۱۲	۷	۱۱۸
کافی	۹۷۵	۱۵	۱۰۵	۸۵۵	۷۹	۰	۵۶	۲۳	۱۰۰
مجموع ۲	۲۰۵۱	۱۸	۱۴۳	۱۸۹۰	۹۸	۰	۶۸	۳۰	۲۱۸
تقاطع									
یزد + سیرجان	۷۴۵۸	۸۹	۱۰۴۳	۶۳۲۶	۳۳۴	۲	۲۴۳	۸۹	۵۹۶
تقاطع									

برای بررسی اینکه آیا تفاوت مشاهده شده در تعداد تخلفهای عبور از چراغ قرمز مربوط به نمونه سیکلهای چراغ مورد مقایسه حالتهای شمارشگر روشن و خاموش از لحاظ آماری قابل توجه است یا خیر از آزمون من - ویتنی با فاصله اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. این آزمون که برای داده های با توزیع غیر نرمال یا متغیر وابسته رتبه ای مناسب است نشان داد که در ۵ تقاطع از ۶ تقاطع مورد بررسی، بین دو حالت شمارشگر روشن و خاموش تفاوت قابل توجهی در تعداد تخلفهای عبور از چراغ قرمز وجود ندارد جزئیات این آزمون آماری در جدول ۶ ذکر شده است.

از نتایج تعداد تخلفات عبور از چراغ قرمز تقاطعات مورد مطالعه می توان استنباط کرد که در مجموع تعداد بیشتری از وسایل نقلیه نزدیک شونده به همه تقاطعات شهر یزد، سیرجان و مجموع هر دو شهر، هنگام خاموش بودن شمارشگرها از چراغ قرمز عبور کرده اند (شکل ۳)

همچنین نتایج بدست آمده از بررسی تخلفات عبور از چراغ قرمز در تقاطعات مورد مطالعه نشان داد که بیش از ۶۰٪ تخلفات در حالت شمارشگر خاموش و بیش از ۷۰٪ در حالت شمارشگر روشن مربوط به موتور سیکلت سواران است.



شکل ۳. نمودار مقایسه درصد تعداد تخلفات عبور از چراغ قرمز در دو حالت شمارشگر خاموش و روشن تقاطعات مورد بررسی

## مهدی فلاح تفتی، الهام احمدی سیروئی

جدول ۶. نتایج آزمون آماری من-ویتنی با فاصله اطمینان ۹۵ درصد بین تعداد تخلفات عبوری از چراغ قرمز دو حالت با شمارشگر و بدون شمارشگر معکوس تقاطعات مورد بررسی

نتیجه آزمون من ویتنی (آیا تفاوت معنا داری بین دو حالت خاموش و روشن بودن شمارشگر ها وجود دارد؟)	P value	Zscore	U	میانگین حالت شمارشگر روشن	میانگین حالت شمارشگر خاموش	نام تقاطع	نام شهر
خیر	۱	۰	۵۷۲۴/۵	۱۰۷/۵	۱۰۷/۵	سلمان	
بلی	۰/۰۲۰	-۲/۳۳۵	۴۰۶۵	۹۱/۱۵	۱۰۹/۸۵	شحنه	
خیر	۰/۹۷۲	-۰/۰۳۵	۴۱۳۲/۵	۹۱/۴۱	۹۱/۵۹	فاطمیه	یزد
خیر	۰/۲۵۵	-۱/۱۳۸	۲۹۲۳/۵	۸۳/۹۶	۷۷/۰۴	فرهنگیان	
خیر	۰/۹۷۷	-۰/۰۲۹	۷۱۳۶۸/۵	۳۷۸/۳۱	۳۷۸/۶۹	مجموع ۴ تقاطع	
خیر	۰/۰۸۹	-۱/۷	۶۳۶۹/۵	۱۱۳/۴۸	۱۲۳/۵۲	فرهنگ	
خیر	۰/۶۵۷	-۰/۴۴۴	۴۸۳۱/۵	۹۸/۸۲	۱۰۲/۱۹	کافی	سیرجان
خیر	۰/۱۸۹	-۱/۳۱۳	۲۲۳۰۷/۵	۲۱۱/۸۳	۲۲۵/۱۷	مجموع ۲ تقاطع	
خیر	۰/۴۵۶	-۰/۷۴۶	۱۷۳۸۵۷	۵۹۰/۲۱	۶۰۲/۷۹	مجموع ۶ تقاطع	یزد + سیرجان

### ۴-۱-۲ نرخ دیر ایست کننده جریان ترافیک

نرخ دیر ایست کننده جریان ترافیک که عکس العمل راننده را به شمارشگر معکوس سبز نشان می‌دهد، عبارت است از درصد رانندگانی که بعد از روشن شدن چراغ قرمز از خط ایست عبور می‌کنند.

از نتایج مشاهده شده در رابطه با پارامتر نرخ دیر ایست کننده تقاطعات مورد بررسی می‌توان استنباط کرد که نرخ دیر ایست کننده در حالت شمارشگر خاموش برای تقاطع های واقع در شهر های سیرجان و یزد به ترتیب برابر با ۵/۸٪ و ۶/۳٪ و در حالت شمارشگر روشن به ترتیب برابر با ۳/۶٪ و ۳/۹٪ و برای مجموع تقاطع های بررسی شده دو شهر در حالت های خاموش و روشن به ترتیب برابر با ۶/۱٪ و ۳/۸٪ بوده است. این نتایج نشان می‌دهد که این نرخ در حالت شمارشگر خاموش بیشتر بوده است.

آزمون من - ویتنی با فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای مقایسه نرخ دیر ایست کننده جریان ترافیک مربوط به نمونه سیکلهای چراغ مورد مقایسه حالتهای شمارشگر روشن و خاموش هر یک از تقاطعات به صورت جداگانه نشان داد که این نرخ از لحاظ آماری بین دو حالت شمارشگر روشن و خاموش تفاوت قابل توجهی در هیچ یک از تقاطعات وجود ندارد. نتایج این آزمون برای مجموع تقاطعات بررسی شده شهر یزد نیز همین امر را نشان داد. اما مقایسه نرخ دیر ایست کننده جریان ترافیک بین دو حالت خاموش و روشن بودن شمارشگر برای مجموع دو تقاطع شهر سیرجان و مجموع تقاطعات مورد مطالعه دو شهر نشان داد که این نرخ بعد از خاموش شدن شمارشگر ها افزایش قابل توجهی یافته است. جزئیات این آزمون آماری در جدول ۷ ذکر شده است.

## بررسی تاثیر شمارشگر های معکوس بر ایمنی و کارایی ترافیک در تقاطعات چراغ‌دار

جدول ۷. نتایج آزمون آماری من-ویتنی با فاصله اطمینان ۹۵ درصد ، بین پارامتر نرخ دیر ایست کننده دو حالت با شمارشگر و بدون شمارشگر

### معکوس کل تقاطعات

نام شهر	نام تقاطع	میانگین حالت شمارشگر خاموش	میانگین حالت شمارشگر روشن	U	Zscore	P value	نتیجه آزمون من ویتنی (آیا تفاوت معنا داری بین دو حالت خاموش و روشن بودن شمارشگر ها وجود دارد؟)
یزد	سلمان	۱۰۷/۰۸	۱۰۱/۰۱	۵۰۴۱	-۱/۹۶۲	۰/۰۵۰	خیر
	شحنه	۱۰۶/۸۲	۹۴/۱۹	۴۳۶۷/۵	-۱/۶	۰/۱۱	خیر
	فاطمیه	۹۵/۰۲	۹۱/۹۸	۴۱۸۳/۵	-۰/۹۳۹	۰/۳۴۷	خیر
	فرهنگیان	۷۶/۹۷	۷۸/۰۳	۲۹۲۳/۵	-۰/۴۱۱	۰/۶۸۱	خیر
	مجموع ۴ تقاطع	۳۸۲/۲۷	۳۶۵/۷۹	۶۶۶۷۲/۵	-۱/۵۰۸	۰/۱۳۲	خیر
	فرهنگ	۱۱۹/۹۰	۱۱۴/۲۲	۶۴۵۲	-۱/۱۵۸	۰/۲۴۷	خیر
سیرجان	کافی	۱۰۵/۷۱	۹۵/۲۹	۴۴۷۹	-۱/۵۹۹	۰/۱۱	خیر
	مجموع ۲ تقاطع	۲۲۵/۴۴	۲۰۸/۷۵	۲۱۶۲۶/۵	-۲/۰۱۱	۰/۰۴۴	بلی
یزد + سیرجان	مجموع ۶ تقاطع	۶۰۷/۴۳	۵۷۳/۸۰	۱۶۴۱۲۲	-۲/۴۵۱	۰/۰۱۴	بلی

### ۴-۱-۳ نرخ زود شروع کننده

نرخ زود شروع کننده جریان ترافیک که عکس العمل راننده را به شمارشگر معکوس قرمز نشان می‌دهد ، عبارت است از درصد وسایل نقلیه پیشرو که قبل از شروع فاز سبز در هر چرخه ، از خط ایست عبور می‌کنند.

از نتایج مشاهده شده نرخ زود شروع کننده ی جریان ترافیک تقاطعات مورد بررسی می‌توان استنباط کرد که نرخ زود شروع کننده در حالت شمارشگر خاموش برای تقاطع های واقع در شهر های سیرجان و یزد به ترتیب برابر با ۷/۱٪ و ۳٪ و در حالت شمارشگر روشن به ترتیب برابر با ۱۰/۴٪ و ۴/۲٪ و برای مجموع تقاطع های بررسی شده دو شهر در حالت های خاموش و روشن به ترتیب برابر با ۴٪ و ۵/۷٪ بوده است. بدین ترتیب نرخ زود

شروع کننده جریان ترافیک در حالت شمارشگر روشن برای تقاطعات شهر یزد ۱/۲٪ ، شهر سیرجان ۳/۳٪ و مجموع تقاطعات بررسی شده دو شهر ۱/۷٪ افزایش پیدا کرده است. آزمون من - ویتنی با فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای مقایسه نرخ زود شروع کننده جریان ترافیک مربوط به نمونه سیکلهای چراغ مورد مقایسه حالتهای شمارشگر روشن و خاموش هر یک از تقاطعات به صورت جداگانه نشان داد که بین دو حالت خاموش و روشن بودن شمارشگر تفاوت قابل توجهی در هیچ یک از تقاطعات به جز تقاطع کافی سیرجان وجود ندارد. نتایج این آزمون برای مجموع تقاطعات شهر یزد ، سیرجان و مجموع تقاطعات بررسی شده دو شهر نیز همین امر را نشان داد. جزئیات این آزمون آماری در جدول ۸ ذکر شده است.

## مهدی فلاح تفتی، الهام احمدی سیرونی

جدول ۸. نتایج آزمون آماری من-ویتنی با فاصله اطمینان ۹۵ درصد، بین پارامتر نرخ زود شروع کننده دو حالت با شمارشگر و بدون شمارشگر معکوس کل تقاطعات

نام شهر	نام تقاطع	میانگین حالت شمارشگر خاموش	میانگین حالت شمارشگر روشن	U	Zscore	P value (Significant)	نتیجه آزمون من ویتنی (آیا تفاوت معنا داری بین دو حالت خاموش و روشن بودن شمارشگر ها وجود دارد؟)
یزد	سلمان	۱۰۷/۰۳	۱۰۶/۹۷	۵۶۶۸	-۰/۰۲۳	۰/۹۸۱	خیر
	شحنه	۹۰/۹۱	۱۰۰/۰۹	۴۰۷۶/۵	-۱/۶۳	۰/۱۰۳	خیر
	فاطمیه	۹۲/۳۹	۹۲/۶۱	۴۲۲۱/۵	-۰/۰۶۳	۰/۹۵	خیر
	فرهنگیان	۸۱/۸۴	۷۹/۱۶	۳۰۹۲/۵	-۰/۴۹۷	۰/۶۱۹	خیر
	مجموع ۴ تقاطع	۳۷۱/۱۳	۳۷۶/۸۶	۶۸۶۷۹/۵	-۰/۶۲۵	۰/۵۳۲	خیر
	فرهنگ	۱۲۱/۰۶	۱۱۷	۶۷۷۹/۵	-۱/۴۵۷	۰/۱۴۵	خیر
سیرجان	کافی	۹۰/۸۶	۱۰۸/۱۴	۴۰۴۵	-۲/۵۹۹	۰/۰۰۹	بلی
	مجموع ۲ تقاطع	۲۱۲/۵۱	۲۲۳/۴۲	۲۲۴۶۵/۵	-۱/۴۲۴	۰/۱۵۵	خیر
یزد + سیرجان	مجموع ۶ تقاطع	۵۸۳/۳۴	۵۹۹/۶۱	۱۶۹۸۳۲	-۱/۳۶	۰/۱۷۴	خیر

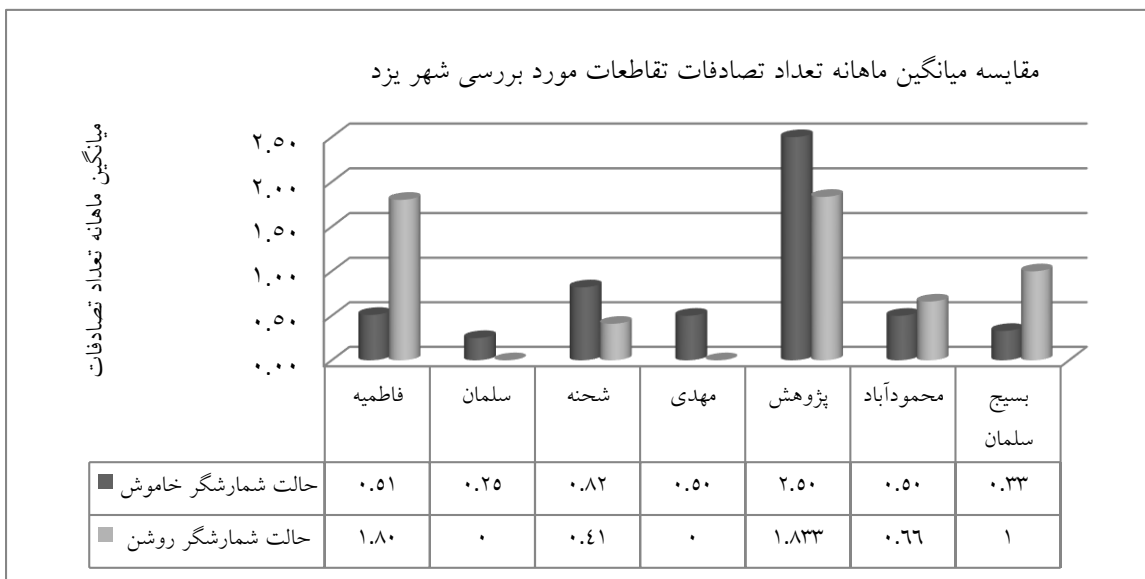
### ۴-۱-۴ تعداد تصادفات

در این قسمت علاوه بر تقاطعات مورد مطالعه شهر یزد (به جز تقاطع فرهنگیان که آمار تصادفات آن ناقص بود)، تعداد تصادفات چهار تقاطع دیگر مهدی، پژوهش، محمود آباد و بسیج - سلمان و ۱۷ تقاطع شهر سیرجان (تقاطعهای: شیخ فضل الله، دکه، طلوع، آهکی ها، خلیل، دانشگاه آزاد، هفده شهریور، رضوی، تختی، قانی، قریب، فلسطین، پنج طبقه، انصار، برق، کافی و فرهنگ)، در دو حالت خاموش و روشن و برای ماههای مشابه سال مورد بررسی قرار گرفتند. با توجه به محدودیتهای آماری، آمار تصادفات هر تقاطع در هر حالت برای یک دوره زمانی ۴ الی ۶ ماه مشابه از سال مورد استفاده قرار گرفت.

همانگونه که از نمودارهای مقایسه میانگین ماهانه تعداد تصادفات تقاطعات شهرهای یزد و سیرجان مشاهده می شود، نتایج

متناقضی از مقایسه بین دو حالت شمارشگر خاموش و روشن در تقاطعات مورد بررسی به دست آمده است. نمودار مقایسه میانگین ماهانه تعداد تصادفات شهر یزد (شکل ۴) نشان می دهد که، مقدار این شاخص در ۴ تقاطع مورد بررسی برای حالت شمارشگر خاموش بیشتر از حالت روشن بدست آمده است در حالی که مقدار این شاخص برای ۳ تقاطع مورد بررسی دیگر برای حالت شمارشگر روشن بیشتر از حالت خاموش بدست آمده است. نمودار مقایسه میانگین ماهانه تعداد تصادفات تقاطعات مورد بررسی شهر سیرجان (شکل ۵) نشان می دهد که مقدار این شاخص برای ۶ تقاطع مورد بررسی در حالت شمارشگر خاموش بیشتر از حالت روشن است در حالی که مقدار این شاخص برای ۱۰ تقاطع مورد بررسی دیگر در حالت شمارشگر روشن بیشتر از حالت خاموش و برای یک تقاطع باقیمانده در هر دو حالت شمارشگر روشن و خاموش یکسان بدست آمده است.

بررسی تاثیر شمارشگر های معکوس بر ایمنی و کارایی ترافیک در تقاطعات چراغدار



شکل ۴. مقایسه میانگین ماهانه تعداد تصادفات تقاطعات مورد بررسی شهر یزد



شماره	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
نام تقاطع	شیخ فضل	دک	طلوع	آهکی ها	خیابان	دانشگاه آزاد	شهر یوز	رضوی	تختی	قاصد	قریب	فلسطین	هلبه	انصار	برق	کافی	فرهنگ

شکل ۵. مقایسه میانگین ماهانه تعداد تصادفات تقاطعات مورد بررسی شهر سیرجان

به عنوان مثال  $\bar{H}_1^a$  میانگین مجموع سرفاصله همه وسایل نقلیه در صف است یا  $\bar{H}_3^a$  میانگین مجموع سرفاصله جمع شده از سومین وسیله نقلیه تا آخرین وسیله نقلیه در صف است.

تشخیص وسیله نقلیه  $\bar{H}_1^a$  در صف که میزان سرفاصله ثابتی را تجربه می کند (سرفاصله اشباع) طی مراحل زیر صورت می گیرد:

- گام اول: مشخص کردن میانگین سرفاصله اولین وسیله نقلیه  $\bar{H}_1$
- گام دوم: مشخص کردن میانگین مجموع سرفاصله از دومین وسیله نقلیه تا آخرین وسیله  $\bar{H}_2^a$
- گام سوم: با استفاده از آزمون  $t$  کنترل می شود که آیا  $\bar{H}_1$  از لحاظ آماری با  $\bar{H}_2^a$  متفاوت است، اگر این امر صادق باشد به گام چهارم رجوع می شود و در غیر این صورت در این مرحله وسیله نقلیه مورد نظر همان دومین وسیله نقلیه در صف است که سرفاصله آن به حد اشباع رسیده است.
- گام چهارم: مشخص کردن میانگین سرفاصله وسیله نقلیه دوم در صف ( $\bar{H}_2$ ) و میانگین مجموع سرفاصله از سومین وسیله نقلیه تا آخرین وسیله ( $\bar{H}_3^a$ )، سپس دوباره با استفاده از آزمون آماری  $t$  مشخص می کنیم که آیا از لحاظ آماری این دو عدد با هم متفاوتند یا خیر. اگر این امر صادق بود این فرآیند تا  $\bar{H}_n$  و  $\bar{H}_{n+1}^a$  ادامه می یابد تا این دو عدد متفاوت نباشند.
- گام پنجم: وقتی که  $\bar{H}_n$  با  $\bar{H}_{n+1}^a$  از لحاظ آماری متفاوت نبودند، این فرآیند متوقف می شود. سپس  $n$  امین وسیله نقلیه، اولین وسیله نقلیه در صف است که دارای سرفاصله اشباع شده است.

$$H_{sat} = \bar{H}_n \quad (3-4)$$

که در رابطه فوق:  $H_{sat}$  سرفاصله اشباع برحسب ثانیه است.

- گام ششم: تعیین نرخ جریان اشباع که از رابطه زیر بدست می آید:

$$V_{sat} = 3600/H_{sat} \quad (4-4)$$

که در آن  $V_{sat}$  نرخ جریان اشباع بر حسب وسیله نقلیه به ساعت است. مقادیر اندازه گیری شده برای میزان سرفاصله اشباع و مقادیر محاسبه شده برای میانگین نرخ جریان اشباع بر مبنای روش فوق برای هر یک از رویکرد های مورد مطالعه در جدول ۹ ذکر شده است.

آزمون من - ویتنی با فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای مقایسه تعداد تصادفات قبل و بعد از نصب شمارشگر هر یک از تقاطعات به صورت جداگانه، کل تقاطعات شهر یزد و کل تقاطعات مورد مطالعه هر دو شهر نشان داد که بین دو حالت شمارشگر خاموش و روشن تفاوت قابل توجهی وجود ندارد. اما نتایج این آزمون برای تقاطعات بررسی شده شهر سیرجان نشان داد که تعداد تصادفات بعد از خاموش شدن شمارشگر ها به میزان قابل توجهی کاهش یافته است.

#### ۲-۴ اثر شمارشگر معکوس بر کارایی تقاطعات

##### ۱-۲-۴ سرفاصله اشباع و نرخ جریان اشباع

اولین سرفاصله وسایل نقلیه در هنگام ابتدای فاز سبز، عبارت است از زمان سپری شده بین شروع فاز سبز و زمانی که چرخ های جلویی وسیله نقلیه پیشرو از خط ایست عبور می کنند. دومین سرفاصله عبارت است از، زمان سپری شده بین زمانی که چرخ های جلویی اولین وسیله نقلیه در صف از خط ایست عبور می کنند و زمانی که چرخ های جلویی دومین وسیله نقلیه در صف از خط ایست عبور می کنند. سرفاصله بقیه وسایل نقلیه در صف به همین ترتیب به دست می آیند.

در این مطالعه، برای بدست آوردن سرفاصله اشباع از روش ارائه شده توسط لیمانوند و همکاران [Limanond et al. 2009] به شرح زیر استفاده شد. در این روش برای بدست آوردن سرفاصله اشباع، ابتدا میانگین سرفاصله وسیله نقلیه  $\bar{H}_i$  در صف، بین چند سیکل مشخص بدست می آید.

$$\bar{H}_i = \frac{\sum_{x=1}^C H_{ix}}{C} \quad (1-4)$$

که در رابطه فوق،  $\bar{H}_i$  میانگین سرفاصله وسیله نقلیه  $\bar{H}_i$  در صف بین  $C$  سیکل مورد بررسی،  $H_{ix}$  سرفاصله وسیله نقلیه  $\bar{H}_i$  در صف در سیکل  $x$ ام،  $C$  تعداد سیکل های مورد بررسی می باشند.

همچنین فرض می شود  $\bar{H}_i^a$  میانگین مجموع سرفاصله های از وسیله نقلیه  $\bar{H}_i$  تا آخرین وسیله نقلیه در صف است که از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$\bar{H}_i^a = (\sum_{x=1}^C \sum_{i=1}^q H_{ix}) / \sum_{x=1}^C \sum_{i=1}^q i \quad (2-4)$$

که در رابطه فوق  $q$  آخرین وسیله نقلیه در صف بوده و بقیه پارامتر ها قبلاً توضیح داده شده اند.

## بررسی تاثیر شمارشگر های معکوس بر ایمنی و کارایی ترافیک در تقاطعات چراغ‌دار

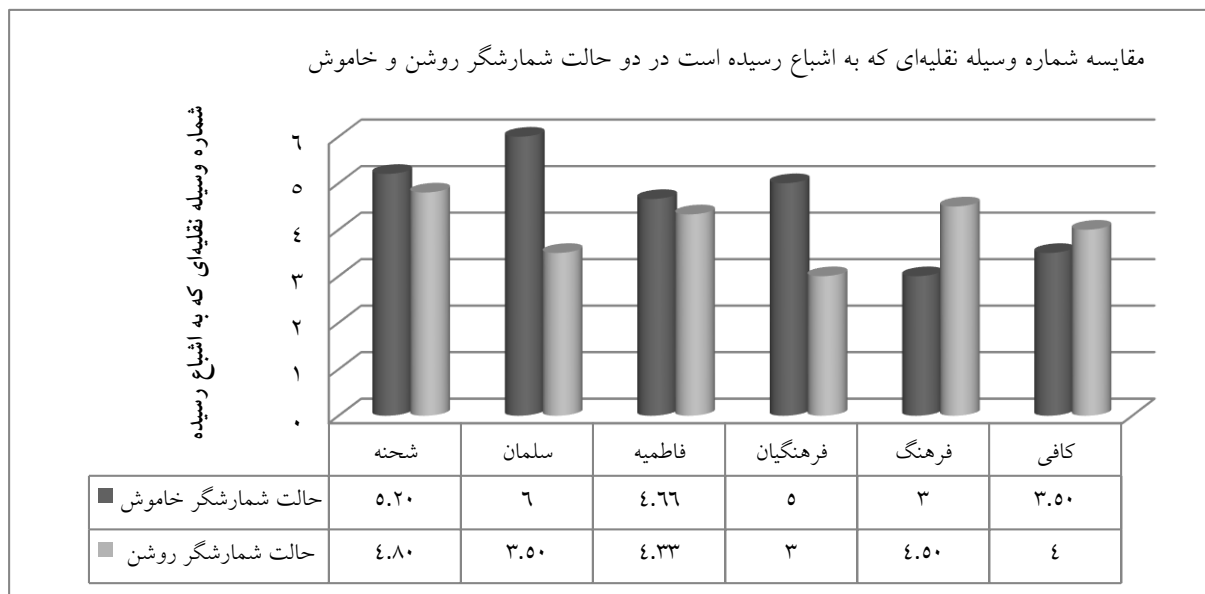
جدول ۹. مقادیر میانگین سرفاصله و نرخ جریان اشباع رویکرد های بررسی شده تقاطعات

نام شهر	نام تقاطع	حالت شمارشگر	چندمین وسیله نقلیه ای که به حالت اشباع رسیده	سرفاصله اشباع (ثانیه/وسیله نقلیه)	متوسط نرخ جریان اشباع در هر خط (معادل سواری/ساعت)	متوسط نرخ جریان اشباع در هر خط (وسیله نقلیه/ساعت)	
یزد	شحنه	خاموش	۵/۲	۲/۲۱	۱۶۲۹	۱۴۹۹	
		روشن	۴/۸	۲/۳۰	۱۵۶۰	۱۴۵۱	
	سلمان	خاموش	۶	۲/۰۲	۱۷۷۸	۱۶۸۹	
		روشن	۳/۵	۲/۳۲	۱۵۵۲	۱۴۲۸	
	فاطمیه	خاموش	۴/۶۶	۲/۴۹	۱۴۴۶	۱۳۴۵	
		روشن	۴/۳۳	۲/۳۸	۱۵۱۳	۱۳۹۲	
	فرهنگیان	خاموش	۵	۲/۲۴	۱۶۰۷	۱۴۷۸	
		روشن	۳	۲/۲۰	۱۶۳۶	۱۴۸۹	
	سیرجان	کل	خاموش	۵/۲۱	۲/۲۴	۱۶۰۷	۱۴۹۵
			روشن	۳/۹۰	۲/۳۰	۱۵۶۵	۱۴۴۰
فرهنگ		خاموش	۳	۲/۶۵	۱۳۵۸	۱۳۱۷	
		روشن	۴/۵	۲/۴۵	۱۴۶۹	۱۴۴۰	
کافی		خاموش	۳/۵	۳/۵۸	۱۰۰۶	۹۶۶	
		روشن	۴	۳/۳۳	۱۰۸۱	۱۰۳۸	
کل		خاموش	۳/۲۵	۳/۱۱	۱۱۵۸	۱۱۱۲	
		روشن	۴/۲۵	۲/۸۹	۱۲۴۶	۱۲۰۹	
کل		خاموش	۴/۵۶	۲/۵۳	۱۴۲۳	۱۳۳۸	
		روشن	۴/۰۲	۲/۴۹	۱۴۴۶	۱۳۵۹	

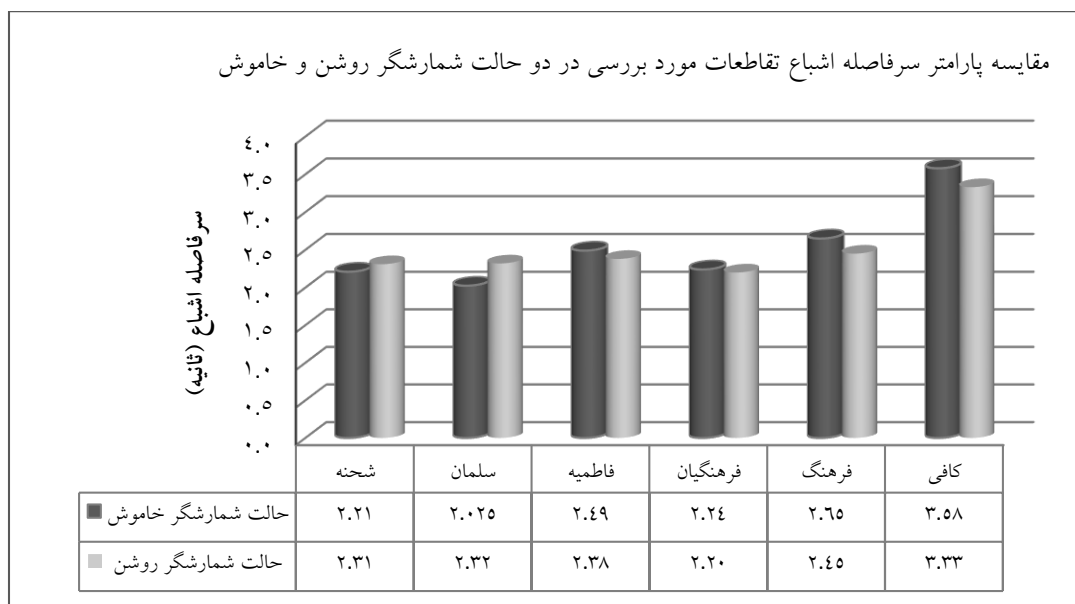
۵ در کتاب راهنمای ظرفیت راه ها یا HCM<sup>۷</sup> است که می‌تواند ناشی از رفتار متفاوت رانندگان ایرانی باشد.

شکل ۷ مقایسه پارامتر سرفاصله اشباع تقاطعات مورد بررسی را بین دو حالت شمارشگر خاموش و روشن را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود، سرفاصله اشباع در ۴ تقاطع مورد بررسی در حالت روشن اندکی کمتر و در ۲ تقاطع باقیمانده، این پارامتر در حالت شمارشگر خاموش اندکی کمتر از حالت شمارشگر روشن بدست آمده است.

نمودار شکل ۶ مقایسه بین شماره وسیله نقلیه ای که به حالت اشباع رسیده است را بین دو حالت شمارشگر خاموش و روشن نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود در ۵ تقاطع از ۶ تقاطع مورد بررسی، شماره وسیله نقلیه ای که به حالت اشباع رسیده است در حالت شمارشگر روشن کاهش و تنها در یک مورد افزایش یافته است. میانگین چندمین وسیله نقلیه واقع در صف که به حالت اشباع رسیده است در کل تقاطعات مورد مطالعه در حالت شمارشگر خاموش ۴/۵۶ امین وسیله و در حالت شمارشگر روشن ۴/۰۲ امین وسیله است که این عدد قدری کمتر از مقدار پیش فرض



شکل ۶. نمودار مقایسه شماره وسیله نقلیه‌ای که به حالت اشباع رسیده است در دو حالت شمارشگر خاموش و روشن



شکل ۷. نمودار مقایسه پارامتر سرفاصله اشباع تقاطعات مورد بررسی در دو حالت شمارشگر خاموش و روشن

۴ تقاطع مورد بررسی برای حالت شمارشگر روشن اندکی بیشتر و برای دو تقاطع باقیمانده، این پارامتر در حالت شمارشگر خاموش اندکی بیشتر از حالت شمارشگر روشن بدست آمده است.

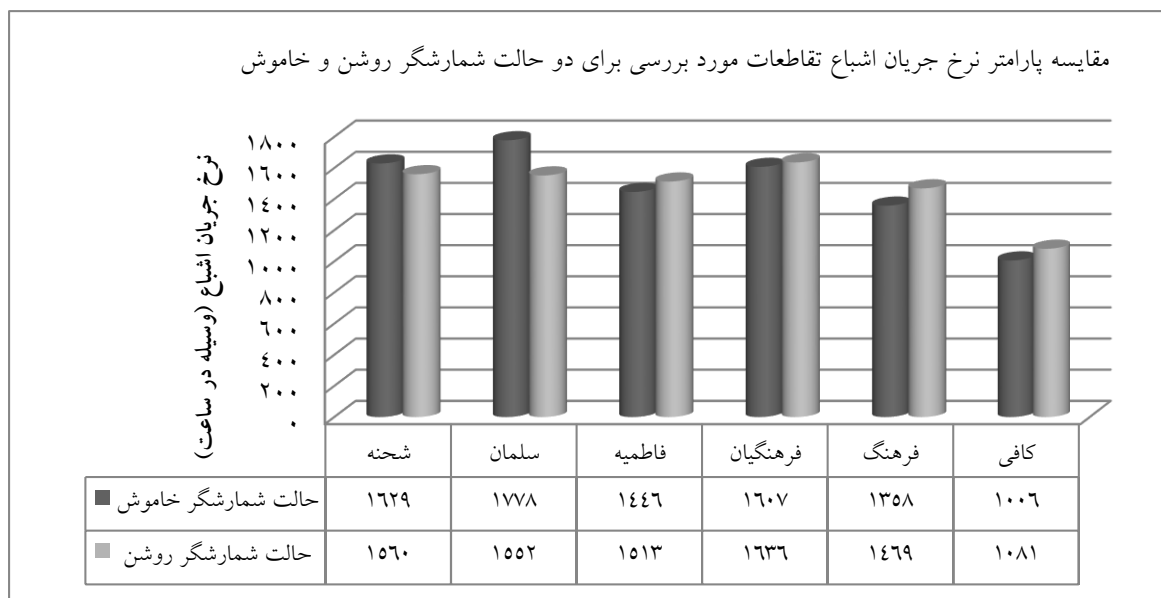
بطور مشابه، شکل ۸ پارامتر نرخ جریان اشباع تقاطعات مورد بررسی را بین دو حالت شمارشگر معکوس خاموش و روشن را نشان می‌دهد. همانگونه که ملاحظه می‌شود، نرخ جریان اشباع در



## بررسی تاثیر شمارشگر های معکوس بر ایمنی و کارایی ترافیک در تقاطعات چراغدار

آزمون نشان داد به استثنای یک خط عبور مربوط به یکی از تقاطعها، بین دو حالت شمارشگر روشن و خاموش، تفاوت قابل توجهی بین سرفاصله اشباع در همه خطوط تقاطعات مورد بررسی وجود ندارد. جزئیات این آزمون نیز در جدول ۱۰ ذکر شده است.

با توجه به نرمال بودن توزیع این داده ها، آزمون t با فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای مقایسه سرفاصله اشباع در حالت های شمارشگر خاموش و روشن برای هر یک از تقاطعات و به تفکیک خطوط عبوری آنها به صورت جداگانه مورد استفاده قرار گرفت. این



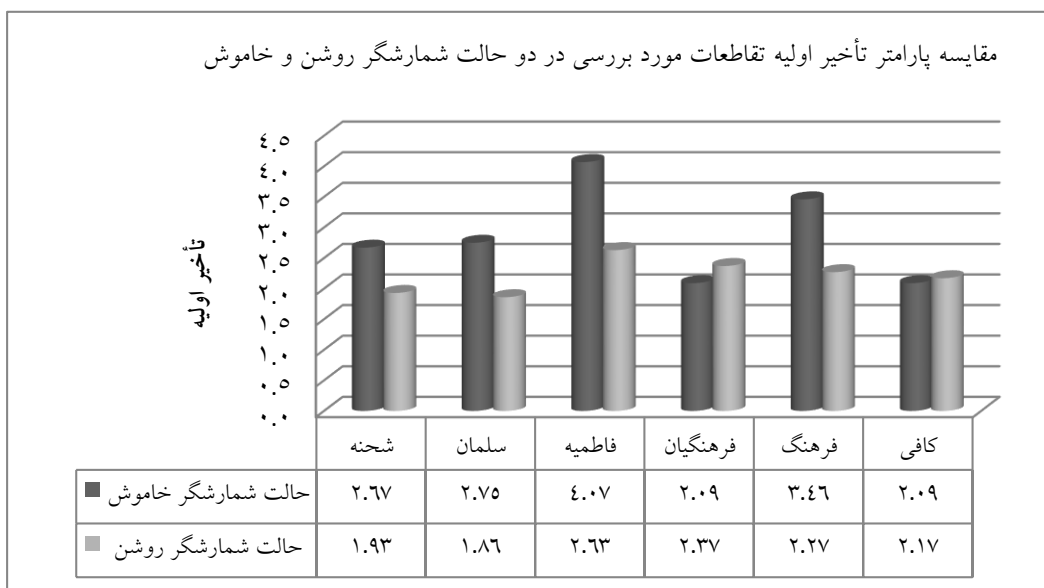
شکل ۸. نمودار مقایسه پارامتر نرخ جریان اشباع تقاطعات مورد بررسی در دو حالت شمارشگر روشن و خاموش

جدول ۱۰. مقادیر سرفاصله اشباع تقاطعات مورد مطالعه و نتایج تحلیل آماری آزمون t در دو حالت شمارشگر خاموش و روشن

نام شهر	نام تقاطع	شماره خط	حالت شمارشگر	وسیله نقلیه ای که به حالت اشباع رسیده است	سرفاصله اشباع (ثانیه/وسیله نقلیه)	t	P Value	نتیجه آزمون t (آیا تفاوت معنا داری بین دو حالت خاموش و روشن بودن شمارشگر ها وجود دارد؟)
یزد	شحنه	۱	خاموش	۴	۲/۳۱	۰/۵۱۴	۰/۶۰۷	خیر
		روشن	۴	۲/۲۵				
		۲	خاموش	۴	۲/۴۰	۰/۵۸۹	۰/۵۳۹	خیر
		روشن	۵	۲/۳۳				
		۳	خاموش	۷	۲/۱۹	۰/۶۶۸	-۰/۴۲۹	خیر
روشن	۶	۲/۲۶						
سلمان	۱	۴	خاموش	۸	۱/۹۰	-۱/۸۳	۰/۰۷۳	خیر
		روشن	۶	۲/۳۱				
		۵	خاموش	۳	۲/۲۵	۰/۵۱۲	-۰/۶۵۷	خیر
		روشن	۳	۲/۳۹				
		۱	خاموش	۹	۱/۸۵	۰/۰۰۸۱	-۲/۹۵۲	بلی
روشن	۴	۲/۳۰						
سلمان	۲	خاموش	۳	۲/۲۰	۰/۴۹۹	-۰/۶۷۹	خیر	
		روشن	۳	۲/۳۴				

مهدی فلاح تفتی، الهام احمدی سیروئی

خاموش	۴	۲/۴۸	-۰/۲۵۹	۰/۷۹۵	خیر
روشن	۵	۲/۵۴			
خاموش	۴	۲/۴۵	-۰/۰۹	۰/۹۲۸	خیر
روشن	۴	۲/۴۷			
خاموش	۶	۲/۵۴	۱/۶۹۲	۰/۰۹۳	خیر
روشن	۴	۲/۱۵			
خاموش	۷	۲/۰۴	-۱/۵۵	۰/۱۲۶	خیر
روشن	۳	۲/۲۵			
خاموش	۳	۲/۴۴	۱/۵۹	۰/۱۱۴	خیر
روشن	۳	۲/۱۵			
خاموش	۳	۲/۸۷	۱/۹۰۱	۰/۰۷۲	خیر
روشن	۶	۲/۳۵			
خاموش	۳	۲/۴۴	-۰/۶۳۱	۰/۵۳۰	خیر
روشن	۳	۲/۵۶			
خاموش	۳	۳/۴۹	-۰/۰۰۹۲۹	۰/۹۹۲	خیر
روشن	۳	۳/۴۹			
خاموش	۴	۳/۶۷	۱/۶۸	۰/۰۹۵	خیر



شکل ۹. نمودار مقایسه پارامتر تأخیر اولیه تقاطعات مورد بررسی در دو حالت شمارشگر خاموش و روشن

مورد بررسی برای حالت شمارشگر خاموش بطور محسوسی بیشتر

از حالت شمارشگر روشن است و برای ۲ تقاطع دیگر در حالت

شمارشگر روشن اندکی بیشتر بدست آمده است.

۴-۲-۲ تأخیر اولیه

نمودار شکل ۹ مقایسه بین مقادیر پارامتر تأخیر اولیه در ۶ تقاطع

مورد بررسی را در دو حالت شمارشگر خاموش و روشن را نشان

می دهد. همانطور که ملاحظه می شود میزان تأخیر اولیه در ۴ تقاطع

## بررسی تاثیر شمارشگر های معکوس بر ایمنی و کارایی ترافیک در تقاطعات چراغ‌دار

خاموش در مجموعه تقاطعات بررسی شده به میزان ۲۲/۸٪ بیشتر از حالت روشن مشاهده گردید. آزمون t برای مقایسه سرفاصله اشباع و نرخ جریان اشباع نشان داد که بین دو حالت شمارشگر روشن و خاموش تفاوت معناداری در همه خطوط تقاطعات مورد بررسی وجود ندارد.

در مجموع نتایج آماری به دست آمده از کل تقاطعات مورد بررسی نشان داد که از بین پارامتر های ایمنی مورد مطالعه، شمارشگر معکوس فقط پارامتر نرخ دیر ایست کننده را به صورت قابل توجهی بهبود بخشیده است. سایر پارامتر های ایمنی از لحاظ آماری بین دو حالت شمارشگر روشن و خاموش تغییر معنی داری نداشته اند. در بین پارامتر های عملکردی نیز به جز پارامتر تاخیر اولیه که در حالت شمارشگر روشن کاهش قابل توجهی یافته است، سایر پارامتر ها از لحاظ آماری بین دو حالت شمارشگر روشن و خاموش تغییر معنی داری نداشته اند.

نتیجه قابل توجه دیگر این تحقیق این بود که میانگین چندمین وسیله نقلیه واقع در صف که به حالت اشباع رسیده است در کل تقاطعات مورد مطالعه در حالت خاموش ۴/۵۶ امین وسیله و در حالت روشن ۴/۰۲ امین وسیله بود که این اعداد قدری کمتر از مقدار پیش فرض ۵ در کتاب راهنمای ظرفیت راه ها یا HCM است که می‌تواند ناشی از رفتار متفاوت رانندگان ایرانی باشد.

آزمون آماری من - ویتنی بر روی تعداد تصادفات قبل و بعد از نصب شمارشگر هر یک از تقاطعات شهر های یزد و سیرجان به صورت جداگانه، کل تقاطعات هر شهر و کل تقاطعات مورد مطالعه نشان داد که بین دو حالت شمارشگر خاموش و روشن تفاوت قابل توجهی در کل تقاطعات شهر یزد و مجموع تقاطعات دو شهر وجود ندارد. اما نتایج این آزمون برای مجموع تقاطعات شهر سیرجان نشان داد که تعداد تصادفات بعد از خاموش شدن شمارشگر ها به میزان معنی داری کاهش یافته است.

## ۶. پیشنهادات برای تحقیقات بعدی

آزمون t با فاصله اطمینان ۹۵ درصد بر روی داده های تاخیر اولیه ترافیک در سیکلهای چراغ مورد بررسی در هر یک از تقاطعات و به تفکیک خطوط عبوری آنها به صورت جداگانه اعمال شد. این آزمون نشان داد که به جز خط دوم تقاطع فرهنگیان، تفاوت قابل توجهی بین دو حالت خاموش و روشن وجود دارد و در همه تقاطعات مورد بررسی، تاخیر اولیه حالت شمارشگر خاموش بیشتر از حالت روشن است.

## ۵. جمع بندی و نتیجه گیری

در این مقاله، پارامتر های تعداد تخلفات عبور از چراغ قرمز، نرخ زود شروع کننده جریان ترافیک، نرخ دیر ایست کننده جریان ترافیک و تعداد تصادفات جهت بررسی ایمنی ترافیک و پارامترهای سرفاصله اشباع، نرخ جریان اشباع و تاخیر اولیه حرکت جهت بررسی کارایی و ظرفیت تقاطع در دو حالت شمارشگر معکوس روشن و خاموش در چند تقاطع شهرهای یزد و سیرجان مورد بررسی قرار گرفتند.

مقایسه نتایج بین دو حالت شمارشگر خاموش و روشن نشان داد که تعداد تخلفات عبور از چراغ قرمز در حالت چراغ شمارشگر روشن بطور متوسط ۱/۱۶٪ کاهش، تعداد تصادفات فاقد روند مشخص و نرخ زود شروع کننده جریان ترافیک در حالت شمارشگر روشن بطور متوسط ۱/۷٪ افزایش یافته است لکن آزمونهای آماری من - ویتنی در سطح اطمینان ۹۵٪ نشان داد که تفاوت مشاهده شده برای این پارامترها به لحاظ آماری معنی دار نیست. لکن بررسی تغییرات نرخ دیر ایست کننده ترافیک کل تقاطعات نشان داد که در حالت شمارشگر روشن این پارامتر به میزان ۲/۳۴٪ کاهش داشته است و آزمون آماری من - ویتنی نشان داد که این تغییر به لحاظ آماری معنی دار بوده است.

بررسی تاخیر اولیه شروع حرکت کل تقاطعات نشان داد که تفاوت معنی داری بین دو حالت شمارشگر خاموش و روشن وجود دارد. در این رابطه، میزان تاخیر اولیه در حالت شمارشگر معکوس

## ۹. مراجع

- حقانی، م و شاه حسینی، ز. (۱۳۹۱) "برنامه ریزی حمل و نقل و مهندسی ترافیک به همراه مروری بر آمار و احتمالات"، کتاب آوا، چاپ اول.
- دهقانی، نازلی و ایران نژاد، الناز (۱۳۹۰) "بررسی آثار شمارشگر های معکوس چراغ های راهنمایی بر عملکرد رانندگان"، دهمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران، تهران، سازمان حمل و نقل و ترافیک تهران، معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران،
- شرکت کنترل ترافیک تهران (۱۳۸۵) "بررسی چگونگی عملکرد شمارشگرهای نصب شده بر روی تقاطعات تهران"،  
Date [www.tehrancontrol.tehran.ir](http://www.tehrancontrol.tehran.ir)

accessed: 2014/12/20

-Chen, H., Zhou, H. and Hsu, P. (2009) "What do we know about signal countdown timers?", ITE Journal on the Web, Vol2, PP.72-76.

-Chen, I. C., Chang, K. K., Chang, C. C. and Lai, C. H. (2007) "The impact evaluation of vehicular signal countdown displays", Taiwan Institute of Transportation, Ministry of Transportation and Communications.

-Chiou, Y. C. and Chang, C. H. (2010) "Driver responses to green and red vehicular signal countdown displays: safety and efficiency aspects", Accident Analysis and Prevention, Vol. 42, No 4, pp. 1057-1065.

-Ibrahim, M., Karim, M. and Kidwai, F. (2008) "The effect of digital countdown display on signalized junction performance", American Journal of Applied Science. Vol. 5, No 5, pp. 479-482.

برای دستیابی به شناخت بیشتر در رابطه با تاثیر شمارنده های معکوس بر ایمنی و عملکرد ترافیکی تقاطع های پیشنهاد می شود این مطالعه بر روی تعداد بیشتری از تقاطعات شهر های کشور انجام شود تا با دستیابی به نمونه های بیشتر بتوان استنباط های بهتری به عمل آورد.

همچنین از جمله تحقیقات دیگری که در تکمیل این پژوهش می توان انجام داد عبارتند از:

- بررسی پارامتر های ترافیکی بیشتر علاوه بر پارامتر های بررسی شده در این پژوهش مانند اندازه گیری ناحیه دایلمو و سرعت ترافیک در محدوده تقاطع
- بررسی تاثیر فرهنگ ترافیک محلی یا شهری بر عملکرد ترافیک تقاطعات مجهز به شمارشگر معکوس
- بررسی تاثیر شمارشگر های معکوس بر رفتار ترافیکی تقاطع های چراغ دار هوشمند.

## ۷. سپاسگزاری

این پژوهش، با همکاری مرکز کنترل ترافیک شهرداری یزد، مرکز راهنمایی و رانندگی شهرهای یزد و سیرجان، مرکز تحقیقات ناجا شهر سیرجان و ستاد فرماندهی نیروی انتظامی شهر سیرجان صورت گرفته است. از معاونت وقت حمل و نقل و ترافیک شهرداری یزد و کارکنان آن بویژه آقای مهندس اسدالله پور و آقای مهندس کارگر و همچنین سرهنگ ابراهیمی رئیس پلیس راهور شهر سیرجان سپاسگزاریم.

## ۸. پی نوشت ها

- 1- Traffic Signal Countdown Timers
- 2- Early start ratio
- 3- Late stopping ratio
- 4- Start-up Delay
- 5- Dilemma Zone
- 6- Mann-Whitney Test
- 7- Highway Capacity Manual

characteristics at signalized intersections in China”, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., No. 2286 , pp. 39–48.

-Lum, K. M. and Halim, H. (2006) “A before-and-after study on green signal countdown device installation”, transportation research part F. traffic psychological behavior. Vol. 9, No. 1, pp. 29–41.

-Ma, W., Liu, Y. and Yang, X. (2010) “Investigating the impacts of green signal countdown devices: empirical approach and case study in china”, ASCE Journal of Transportation Engineering, Vol. 136, No.11, pp. 1049–1055.

-Rijavec, R., Zakovsek, J. and Maher, T. (2013) “Acceptability of countdown signals at an urban signalized intersection and their influence on drivers behaviour”, Promet-Traffic and Transportation, Vol. 25, No. 1, pp. 63-71.

-Sharma, A., Vanajakshi, L. and Rao, N. (2009) “Effect of phase countdown timers on queue discharge characteristics under heterogeneous traffic conditions”, Transportation Research Record. No. 2130, pp.93–100.

-Islam, M. (2014) “Safety and efficiency benefits of traffic signal countdown timers: a driving simulator study”, Oregon State University, a Dissertation for Doctor of Philosophy.

-Kidwai, F., Kari, M. and Ibrahim, M. (2005) “Traffic flow analysis of digital countdown signalized urban intersection”, Proceeding of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, pp. 1301-1308.

-Köll, H., Bader, M. and Axhausen, K. (2004) “Driver behaviour during flashing green before amber: A comparative study”, Accident Analysis and Prevention. Vol. 36, No. 2 , pp. 273.280.

-Limanond, T., Chookerd, S. and Roubtonglang, N. (2009) “Effect of countdown timers on queue discharge characteristics of through movement at a signalized intersection”, Transportation Research Part C. Vol .17, No. 6, pp. 662-671.

-Limanond, T., Prajabok , P. and Tippayawong , K. (2010) “Exploring impact of countdown timers on traffic operations and driver behavior at a signalized intersection in Bangkok”, Transport Policy, Vol. 17, No. 6, pp. 420-427.

-Liu, P. R. Y, H., Wang, W., Ma, J. and Wang, S. H. (2012) “Evaluating the effects of signal countdown timers on queue discharge

## مهدی فلاح تفتی، الهام احمدی سیروئی

مهدی فلاح تفتی، درجه کارشناسی در رشته مهندسی عمران را در سال ۱۳۶۸ از دانشگاه علم و صنعت ایران و درجه کارشناسی ارشد در رشته عمران-راه و ترابری را در سال ۱۳۷۰ از دانشگاه علم و صنعت ایران اخذ نمود. در سال ۱۳۷۹ موفق به کسب درجه دکتری در رشته مهندسی ترافیک از دانشگاه ولزدر کاردیف انگلستان گردید. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان شبیه سازی ترافیک، سیستمهای هوشمند حمل و نقل، ایمنی ترافیک، کاربرد تکنیکهای هوش مصنوعی در حمل و نقل، روشهای مدیریت ترافیک و سیستمهای حمل و نقل عمومی بوده و در حال حاضر عضو هیات علمی با مرتبه استادیار در دانشگاه یزد است.



الهام احمدی سیرویه، درجه کارشناسی در رشته مهندسی عمران را در سال ۱۳۹۱ از دانشگاه شهید باهنر کرمان و درجه کارشناسی ارشد در رشته عمران-راه و ترابری در سال ۱۳۹۳ را از دانشگاه یزد اخذ نمود. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان مهندسی ترافیک و راهکارهای جدید برای حل مشکلات ترافیکی است.

