

بررسی آثار شمارشگرهای معکوس چراغهای راهنمایی بر عملکرد رانندگان

نازلی دهقانی¹، الناز ایران نژاد²

- 1- دانشجوی دکتری برنامه ریزی حمل و نقل ، دانشگاه علم و صنعت ایران
2- کارشناس ارشد برنامه ریزی حمل و نقل ، دانشگاه علم و صنعت ایران

چکیده:

همانطور که می دانیم، تاثیرگذارترین تجهیزات حمل و نقلی بر رفتار رانندگی و اعمال حق تقدم در شهرها، چراغهای راهنمایی هستند. چراغهای راهنمایی و تجهیزات آن اعم از شمارشگرها، به منظور تسهیل تصمیم گیری رانندگان در دادن حق تقدم برای عبور از تقاطعات بکار گرفته می شوند. تمرکز این پژوهش بر سیستم های شمارشگر معکوس به طور خاص است که به اشکال مختلف در کشورهای مختلف بکار گرفته شده است.

شمارشگرهای معکوس که در ایران بر اساس طول سیکل قبلی، میزان زمان باقیمانده فازهای سبز و قرمز را نمایش می دهد، به منظور تسهیل تصمیم گیری رانندگان برای عبور یا توقف در فواصل بحرانی حد فاصل تغییر فاز بکار گرفته می شود. اما در مورد تقاطعات هوشمند به دلیل تغییر طول سیکلهای متوالی، سیستم های شمارشگر با مشکلاتی مواجه می شوند که در این پژوهش، با ارزیابی عملکرد شمارشگرها و بر اساس نظر سنجی انجام شده از شهروندان تهرانی، به نحوه عملکرد آنها و مشکلات موجود پرداخته شده است.

کلید واژه: شمارشگر معکوس، چراغهای راهنمایی، رفتار رانندگی، چراغهای هوشمند

¹ - کارشناس ارشد ترافیک و برنامه ریزی حمل و نقل ، شرکت کنترل ترافیک تهران ، 88845888

² - کارشناس ارشد ترافیک و برنامه ریزی حمل و نقل ، شرکت کنترل ترافیک تهران ، 88845888

مقدمه

-1

شمارشگر معکوس زمان سبز و قرمز عمدتاً با هدف تسهیل تصمیم‌گیری رانندگان برای عبور و یا توقف در فواصل بحرانی حدفاصل تغییر فاز و همچنین ایجاد آرامش بیشتر در زمان انتظار پشت چراغ در فاز قرمز نصب و راه‌اندازی می‌شود تا با اطلاع‌رسانی به موقع رانندگان، شرایط عملکرد آنان در تقاطع بهبود بخشیده شود. انواع شمارشگرهای معکوس چراغهای راهنمایی به صورت زیر می‌باشند:

چراغ شمارشگر معکوس بالاسری به عنوان یک واحد مجزا:

چراغ به صورت بالاسری به عنوان یک واحد مجزا نصب می‌شود که به صورت

نمایشگر دیجیتالی می‌باشد و همراه با چراغ کار می‌کند

مورد مصرف آن بسیار محدود است (چین و چند کشور آسیایی)

تایمر شمارشگر معکوس در کنار چراغ دایره ای زرد:

زمان زرد را داخل چراغ زرد با خط زردی اطراف آن نشان می‌دهد

مطابقت بیشتری با آیین نامه MUTCD دارد (شکل دایره ای زمان زرد حفظ

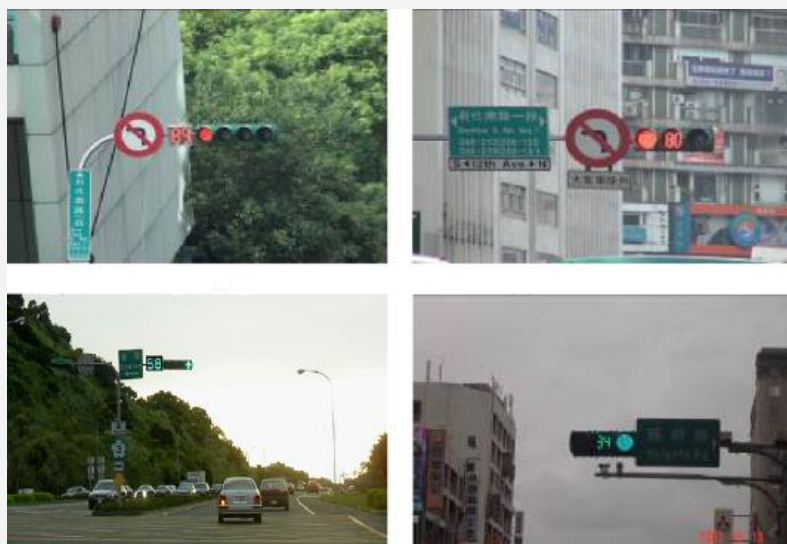
می‌شود)

به صورت محدود در کشورهای پیشرفته بکار گرفته شده که تنها برای زمان

زرد بکار رفته است (به دلیل اینکه اغلب رانندگان شک دارند که آیا در زمان زرد قادر به عبور از

تقاطع هستند یا خیر، شمارشگر می‌تواند در انتخاب آنها تاثیر بگذارد.)

در شکل 1 انواع شمارشگرهای معکوس چراغهای راهنمایی نشان داده شده است:



شکل 1- انواع شمارشگرهای معکوس چراغ راهنمایی

2- مروری بر مطالعات

علی‌رغم راه‌اندازی این سیستم در تعدادی از کشورهای جهان در سال‌های اخیر و همه‌گیر شدن آن در تمامی تقاطعات این کشورها، مطالعات محدودی در خصوص نحوه اثرگذاری این شمارشگرها بر رفتار رانندگان و شیوه عکس‌العملی رانندگان در مقابل آنها انجام پذیرفته است. در یکی از این مطالعات که توسط لام و هالیم (در سال 2006) صورت پذیرفته، نحوه پاسخگویی و تغییر رفتار رانندگان در مواجهه با شمارشگرهای معکوس سبز بررسی شده است. این مطالعه بر روی یک تقاطع که دارای شمارشگر سبز بوده به مدت چهار روز متوالی و پس از آن با فاصله یک هفته به همان مدت بدون شمارشگر سبز (حالتی که شمارشگر خاموش است) در کشور سنگاپور انجام پذیرفته است.

از نتایج قابل توجه این مطالعه این بوده است که نصب شمارشگر معکوس سبز در ابتدا (یک ماه و نیم پس از نصب شمارنده) باعث کاهش قابل توجه تخلف در عبور از چراغ قرمز شده است ولیکن با تکرار آماربرداری در چندین ماه بعد این نتیجه حاصل گردیده که با عادت کردن مردم به نحوه عملکرد شمارنده میزان تخلفات مجدداً افزایش یافته و به میزان قبل از زمان نصب رسیده است.

در مطالعه دیگری که توسط چن و همکارانش در سال 2007 در تایوان صورت پذیرفته، یک نهاد دولتی اقدام به بررسی آثار نصب شمارنده‌های سبز و قرمز بر ایمنی تقاطعات نموده است. این مطالعه بررسی خود را بر اساس آمار تصادفات جرحی و فوتی در 187 تقاطع در طی سه سال از 2003 تا 2006 انجام داده است. این مطالعه نشان داده است آمار تصادفات جرحی و فوتی در تقاطعاتی که در آنها شمارشگر معکوس سبز نصب شده است 100% افزایش داشته در حالی که در تقاطعاتی که در آنها شمارشگر قرمز نصب شده است این آمار 50% کاهش داشته است. در تقاطعاتی که هر دو شمارشگر سبز و قرمز نصب شده‌اند آمار تصادفات 19% افزایش داشته است.

چن و همکارانش این‌گونه استنباط نموده‌اند که در هنگام نمایش زمان سبز باقی‌مانده در شمارشگر معکوس سبز، رانندگان با هیجان بیشتری اقدام به افزایش شتاب و سرعت خود می‌کنند که نتیجه آن به صورت افزایش تصادفات بوده است. در مقابل، در حالتی که شمارنده قرمز به رانندگان در خصوص زمان قرمز باقی‌مانده اطلاع‌رسانی می‌کند، تخلفات می‌تواند کاهش یابد و این امر منجر به کاهش تصادفات گردد. بر این اساس چن و همکارانش در سال 2007 قویاً به مسئولین محلی توصیه نموده‌اند که از نصب شمارشگرهای سبز پرهیز کرده ولی شمارشگرهای معکوس قرمز را به خصوص در تقاطعات چند فازه و متراکم برای افزایش آرامش رانندگان در زمان انتظار پشت چراغ نصب کنند.

در یک مطالعه جامع تر که در سال 2009 توسط چيو و چانگ در تایوان صورت پذیرفته پارامترهای بیشتری در خصوص آثار نصب شمارنده‌های سبز و قرمز در نظر گرفته شده است که در ادامه به آنها پرداخته می‌شود.

در این مطالعه برای تحلیل کارایی و ایمنی تقاطع سه پارامتر نرخ دیر توقف کردن¹، محدوده دایلمما² و تصمیم برای عبور³ برای حالت نصب شمارنده‌های سبز بررسی شده‌اند که مفاهیم فوق به شرح زیر تعریف می‌شوند.

- نرخ دیر توقف کردن: درصد رانندگانی که بعد از قرمز شدن چراغ از خط ایست عبور می‌کنند (زمانی که شمارنده سبز زمان صفر را نشان داده است)

- منطقه دایلمما: منطقه‌ای که در آن بیشتر از 15% و کمتر از 95% از رانندگان تصمیم به توقف می‌گیرند.

- تصمیم برای عبور: احتمال اینکه رانندگان با در نظر گرفتن پارامترهایی نظیر سرعت، فاصله از خط ایست و زمان باقی‌مانده از شمارشگر سبز، تصمیم به عبور از تقاطع می‌گیرند.

همچنین پارامترهای پاسخگویی رانندگان به شمارشگر معکوس قرمز نیز شامل نرخ شروع زود⁴، تاخیر شروع حرکت⁵ و سرفاصله تخلیه⁶ می‌باشند که به شرح زیر تعریف می‌شوند:

- نرخ شروع زود: درصد رانندگانی که پیش از سبز شدن چراغ شروع به حرکت و عبور از خط ایست می‌کنند.

- تاخیر شروع حرکت: برابر با دوره زمانی شروع فاز سبز (زمانی که شمارنده قرمز صفر را نشان می‌دهد) تا زمانی که وسایل نقلیه جلویی صف شروع به عبور از تقاطع می‌کنند.

- سرفاصله تخلیه: زمان طی شده بین دو وسیله نقلیه پشت سر هم.

نتایج حاصله از مطالب فوق در ادامه ارائه شده است:

درصد افرادی که بعد از صفر شدن زمان سبز از خط ایست عبور می‌کنند (دیر توقف می‌کنند) در حالت نصب شمارنده سبز بسیار کمتر است زیرا اطلاع‌رسانی از طریق شمارنده انجام شده و افرادی که شتاب بیشتری دارند در زمان مدنظر از چراغ سبز عبور کرده و افرادی که محتاط ترند با حوصله و در زمان کافی در پشت خط ایست توقف می‌کنند. این نتایج در جدول 1 نشان داده شده است.

¹ late-stopping ratio

² dilemma zone (محدوده دیلما، محدوده ای است که در آن تصمیم گیری برای رانندگان نزدیک شونده به یک تقاطع برای توقف یا

عبور از آن، پیچیده و مشکل است.)

³ decision to cross

⁴ early start ratio

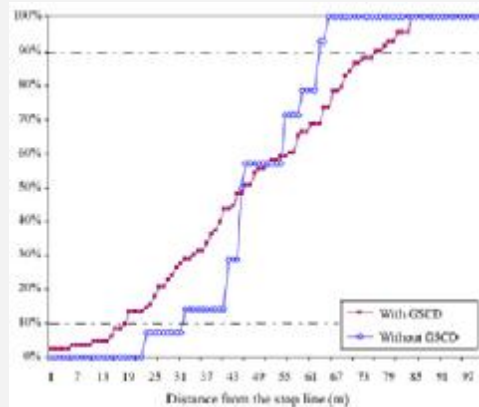
⁵ start up delay

⁶ headway discharge

جدول 1 - نرخ‌های دیر توقف کردن برای دو تقاطع متوالی با و بدون شمارشگر سبز

Distance from the stop line as red phase begins (m)	0-5	6-10	11-15	16-20	
With GSCD	Number of late-stopping vehicles	0	2	1	5
	Total number of vehicles	26	10	7	16
	Percentage	31.62	20.00	14.29	31.25
Without GSCD	Number of late-stopping vehicles	5	1	1	2
	Total number of vehicles	6	2	4	4
	Percentage	83.33	50.00	25.00	50.00

در زمان نصب شمارشگر معکوس سبز ، محدوده دایلمای طولانی‌تر می‌شود. این مسئله به این دلیل است که افراد محتاط‌تر در زمانی که فاصله بسیار کمی از خط ایست دارند وقتی شماره‌های پایانی زمان سبز را می‌بینند اقدام به توقف می‌کنند در حالی که افراد با ریسک بالاتر فقط در زمانی که بسیار از تقاطع دور باشند اقدام به توقف می‌کنند. این مسئله در کل منجر به کاهش ایمنی تقاطع می‌شود. نتایج حاصله در نمودار شکل 1 نشان داده شده است.



شکل 1- مناطق دایلمای برای تقاطعات با و بدون شمارشگر سبز

برای تعیین نحوه تصمیم‌گیری در خصوص عبور از تقاطع و یا توقف از یک مدل رگرسیون لوجستیک باینری به صورت زیر استفاده شده است.

$$\text{Logit}(p) = a_0 + a_1T + a_2D + a_3V + a_4G + a_5G \times T + a_6G \times D + a_7G \times V \quad \text{فرمول 1}$$

که در آن:

P : احتمال اینکه راننده تصمیم به عبور از تقاطع بگیرد.

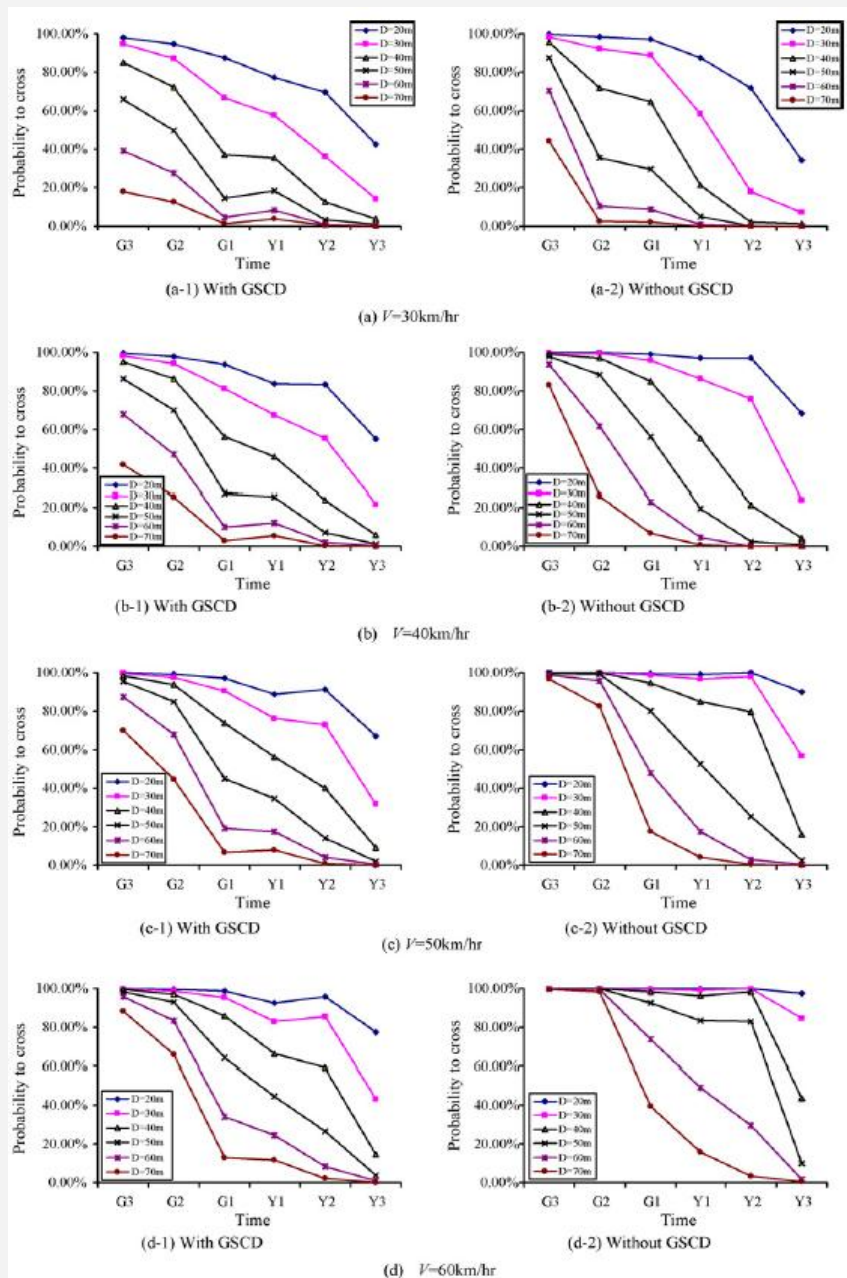
T : زمان سبز باقی‌مانده برای وسایل نقلیه

D : فاصله از خط ایست

V : سرعت وسیله نقلیه نزدیک شونده به تقاطع

G : متغیر مجازی که در حالت وجود شمارنده سبز برابر 1 و در حالت بدون آن برابر صفر است.

نتایج حاصله نشان می‌دهد که وجود شمارشگر سبز به طور قابل توجهی احتمال اینکه راننده در ده ثانیه انتهایی تصمیم به عبور از تقاطع بگیرد را کاهش داده و این منجر به کاهش کارایی تقاطع می‌شود. احتمال عبور در فواصل مختلف از تقاطع و برای سرعت‌های متفاوت در نمودارهای شکل 2 نشان داده شده است.

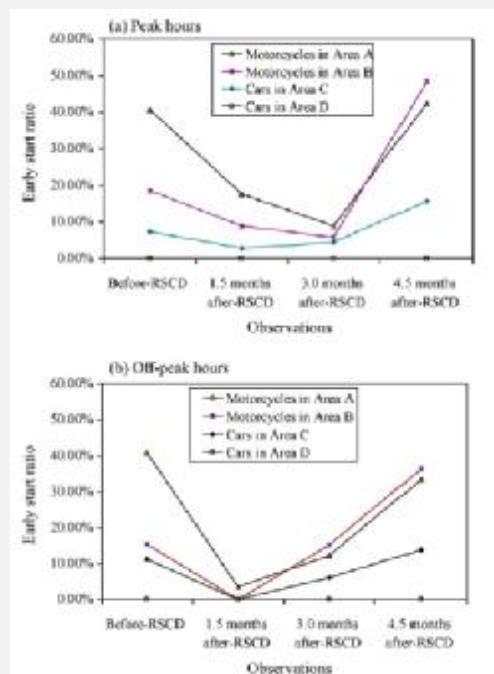


شکل 2- احتمال عبور برای فواصل مختلف از تقاطع و برای سرعت‌های مختلف

مقادیر $G3, G2, G1$ و $Y1, Y2, Y3$ به ترتیب سه ثانیه آخر زمان سبز و سه ثانیه زمان زرد را نشان می‌دهند. بررسی این نمودارها نشان می‌دهد افرادی که به یک تقاطع بدون شمارشگر

معکوس سبز نزدیک می‌شوند به تدریج بر اساس سرعت خود و فاصله نسبت به تقاطع تصمیم خود را در خصوص اینکه از تقاطع عبور کرده و یا متوقف شوند اتخاذ می‌کنند. ولی وسایل نقلیه‌ای که به یک تقاطع با شمارشگر سبز نزدیک می‌شوند از شش ثانیه آخر، بدون توجه به سرعتی که دارند و یا فاصله‌ای که با تقاطع دارند تصمیم به توقف می‌گیرند که این امر منجر به تصادفات جلو به عقب و کاهش کارایی تقاطع می‌شود. در خصوص نصب شمارشگرهای قرمز نیز نتایج این مطالعه موارد زیر را در بر داشته است.

این نتایج نشان داده است که نصب شمارنده قرمز در زمان یک ماه و نیم بعد از نصب، تاثیر قابل توجهی به پارامتر زود شروع به حرکت کردن وسایل نقلیه جلویی صف داشته است ولیکن با گذشت زمان این تاثیر به تدریج از بین رفته است. همچنین میزان تاخیر شروع حرکت نیز در یک ماه و نیم بعد از نصب و راه اندازی افزایش داشته ولی بعد از گذشت چهار ماه این تاخیر کاهش یافته است. این مسئله می‌تواند به این دلیل باشد که رانندگان در شروع نصب یک سیستم جدید، برای اطاعت از آن با صبر و حوصله به زمان‌های آن دقت کرده و شتابی در هنگام صفر شدن زمان قرمز نشان نمی‌دهند ولی با گذشت زمان به نحوه عملکرد این وسیله عادت کرده و از آن بهتر استفاده می‌کنند که نتیجه آن کاهش تاخیر در شروع حرکت و افزایش کارایی تقاطع است. این نتایج در نمودار شکل 3 و جدول 2 نشان داده شده است.



شکل 3- نرخ‌های زود شروع به حرکت کردن وسایل نقلیه جلویی در مناطق مختلف انتظار¹

¹ - در تایوان برای جلوگیری از تداخل رانندگان با موتورسیکلت چهار منطقه جداگانه برای انتظار موتورسیکلت‌ها، موتورسیکلت‌های چپگرد، وسایل نقلیه پشت موتورسیکلت‌های چپگرد و وسایل نقلیه جلوی صف لحاظ شده است.

جدول 2- زمان های تاخیر شروع حرکت وسایل نقلیه جلوی صف (ثانیه)

Traffic condition	Area	Before RSCD	1.5 months after RSCD	3.0 months after RSCD	4.5 months after RSCD
Peak	Motorcycles in Area A	1.40	2.00 (p=0.0128)	1.91 (p=0.0040)	1.10 (p=0.0077)
	Motorcycles in Area B	1.82	2.41 (p=0.0057)	2.51 (p=0.0009)	1.09 (p<0.0001)
	Cars in Area C	3.74	4.82 (p=0.0025)	4.15 (p=0.0276)	3.24 (p=0.011)
	Cars in Area D	6.58	6.52 (p=0.8862)	6.14 (p=0.3427)	5.93 (p=0.0029)
Off-peak	Motorcycles in Area A	1.26	2.51 (p=0.0002)	2.17 (p=0.0498)	1.50 (p=0.4680)
	Motorcycles in Area B	2.14	3.05 (p<0.0001)	2.32 (p=0.4183)	1.50 (p=0.0095)
	Cars in Area C	3.98	4.79 (p=0.0013)	4.06 (p=0.0574)	3.61 (p=0.3358)
	Cars in Area D	5.40	5.43 (p=0.7060)	5.94 (p=0.1175)	5.20 (p=0.5068)

نتایج این مطالعه نشان می دهد علیرغم اینکه احداث شمارنده معکوس سبز ، نرخ دیر توقف کردن را کاهش می دهد ، منطقه دیلما حدود 28 متر افزایش یافته و تصمیم گیری برای عبور به صورت ناپایدار و متغیر در می آید که منجر به افزایش ریسک تصادفات جلو به عقب می شود. از طرفی نصب شمارنده معکوس قرمز باعث می شود پارامترهای مد نظر بلافاصله پس از احداث (یک ماه ونیم پس از راه اندازی) بهبود یافته ولی پس از چندی با عادت کردن مردم به این شمارنده ها به حالت پیشین خود باز گردند. در نتیجه کل موارد ذکر شده فوق در این مطالعه نصب شمارنده های معکوس قرمز بیشتر توصیه شده اند.

3- سیستم شمارشگر های معکوس در تهران

در این بخش از مقاله با بررسی سیستم شمارشگرهای معکوس در شهر تهران ، نحوه عملکرد و مشکلات موجود به ارائه تحلیل انجام شده در این خصوص و بررسی نتایج این تحلیل پرداخته می شود.

3-1- نحوه عملکرد

سیستم شمارنده معکوس مدت زمان باقیمانده چراغ سبز و قرمز را نمایش می دهد . به این منظور سیکل قبل به عنوان مبنای اندازه گیری لحاظ می شود، به عنوان مثال شمارشگر مدت زمان چراغ سبز در سیکل جاری را برحسب ثانیه اندازه گرفته و در سیکل بعدی این عدد را به عنوان مدت زمان چراغ سبز لحاظ می کند، همچنین در این سیکل نیز زمان چراغ سبز را اندازه گیری می کند تا در سیکل بعد، از آن استفاده کند این عملکرد به صورت پیوسته اجرا می شود همچنین این فرایند برای چراغ قرمز نیز مشابه است. در حالت فرماندهی هوشمند چون مدت زمان چراغ سبز و قرمز با توجه به حجم ترافیک عبوری متغیر است مدت زمان سیکل قبلی برای سیکل جدید معتبر نمی باشد و باعث می شود عدد نمایش داده شده از یک عدد بزرگتر به عدد صفر پرش کرده و یا پس از رسیدن به صفر برروی این عدد توقف کند.

جهت رفع این عیب از فرمان های قرمز عابر پیاده در فاز موافق و مخالف استفاده می شود با توجه به این اصل که قبل از اتمام سیکل، چراغ عابر پیاده شروع به چشمک زدن می نماید از این فرمان جهت هماهنگ کردن شمارنده با دستگاه فرماندهی استفاده می شود.

بر این اساس زمان توقف شمارنده برابر با زمان شروع زمان تخلیه عابر¹ چراغ عابر پیاده همان فاز تعریف شده است که در اکثر موارد برابر با 7 ثانیه برای شمارنده قرمز و 3 ثانیه برای شمارنده سبز می باشد.

3-2- مشکلات شمارشگر

مشکلات اصلی شمارشگرها در سیستمهای هوشمند را می توان در موارد زیر خلاصه نمود:

3-2-1- مشکلات شمارشگر سبز در ساعات روز

الف- توقف شمارشگر بر روی یک عدد:

از آنجایی که شمارشگر، زمان سبز سیکل قبلی را در نظر می گیرد در ساعات روز اگر سیستم بخواهد برای فاز جاری زمان بیشتری در نظر بگیرد شمارشگر بر روی عددی مثلا 3 می ایستد، این امر منجر به یک لحظه توقف خودروها و سپس به حرکت درآمدن مجدد می شود و تاخیری در جریان تخلیه تقاطع ایجاد می کند اما از نظر کاهش ایمنی این مشکل چندان قابل توجه نمی باشد.

ب- پرش شمارشگر به روی یک عدد:

در صورتی که سیستم بخواهد برای فاز جاری زمان کمتری در نظر بگیرد و یا بر اثر فعال شدن تایمر بخواهد زمان مربوط به فاز جاری را قطع کند شمارشگر سبز از هر عددی که باشد بر روی عددی مثلا 3 می پرد. این مشکل کاهش ایمنی را به دنبال خواهد داشت چرا که خودروهای عبوری با مشاهده زمان باقی مانده بر روی شمارشگر پیش از پرش، با اطمینان از در دسترس بودن زمان لازم، در حال نزدیک شدن به تقاطع اند.

با پرش شمارشگر به روی عدد کمتر دو حالت امکان پذیر است:

- راننده تخمین می زند که زمان برای عبور ایمن کافی نیست، سرعت را ناگهان کاهش می دهد و توقف می کند که در این شرایط احتمال تصادف جلو به عقب بسیار بالا خواهد بود.

- راننده سعی می کند با افزایش سرعت از تقاطع عبور کند، در این شرایط نیز ممکن است راننده در تخمین زمان لازم دچار اشتباه شده باشد و با سبز شدن چراغ مسیر مخالف احتمال تصادف جلو به پهلو افزایش می یابد.

ج- همانطور که در فرهنگ رانندگی مردم چراغ زرد به معنای احتیاط نبوده و اکثر رانندگان با مشاهده چراغ زرد به جای کاهش سرعت تصمیم به افزایش سرعت و عبور از تقاطع می گیرند، در مورد شمارشگر سبز نیز وضع به همین منوال است و رانندگانی که در حال نزدیک شدن به تقاطع

هستند با مشاهده کاهش زمان سبز سرعت خود را برای عبور از تقاطع افزایش می دهند و به همین دلیل با افزایش نامعقول سرعت، ایمنی تقاطع کاهش می یابد. این مشکل را به جز در ساعات روز می توان در ساعات شب نیز مشاهده نمود.

3-2-2- مشکلات شمارشگر سبز در ساعات شب

الف- پرش از اعداد بسیار بالا در صورت وجود تقاضا:

در ساعات خلوت شب ممکن است تقاضایی برای مسیر فرعی وجود نداشته باشد، در چنین مواقعی سیستم فاز اصلی را تا ثبت تقاضا برای مسیر فرعی سبز تمدید می کند. در صورتی که این اتفاق روی دهد سیستم زمان بسیار بالایی را به فاز اصلی اختصاص می دهد به طوری که در سیکل بعد شمارشگر حتی ممکن است بالاترین عدد قابل نمایش خود یعنی 199 را نشان دهد، حال اگر در این سیکل تقاضایی برای مسیر فرعی ثبت شود ناگهان سیستم تمایل دارد زمان سبز مسیر اصلی را قطع کرده و فاز فرعی را سبز کند، بنابراین شمارشگر سبز از عدد بسیار بالایی ناگهان به عدد 3 (زمان عبور ایمن عابر) پرش می کند. در این شرایط اگر خودرویی در مسیر اصلی در حال حرکت باشد، به دلیل خلوتی خیابان در آن ساعات سرعت بالایی خواهد داشت و ممکن است راننده با این پرش ناگهانی و بزرگ قادر به کنترل وسیله نقلیه نباشد و تصادفات سنگینی به وقوع بپیوندد. این مشکل، یکی از مهم ترین مشکلات شمارشگر سبز بوده و ایمنی را به شدت کاهش می دهد و می تواند به دلیل سرعت بالای رانندگان، خواب آلودگی و به طور کلی عدم تمرکز و احتیاط رانندگان در ساعات شب عواقب جبران ناپذیری را به همراه داشته باشد.

ب- توقف بر روی صفر:

در ساعات پایانی شب سیستم کنترل هوشمند به نحوی طراحی شده است که تا زمانی که تقاضایی برای مسیر فرعی ثبت نشود زمان فاز اصلی را سبز نگاه می دارد در این شرایط پس از گذشت مدت زمان معینی شمارشگر عدد صفر را نمایش داده و بر روی آن باقی می ماند. نمایش صفر شمارشگر مدت زمان در دسترس برای عکس العمل راننده را کاهش می دهد که کاهش ایمنی را به دنبال خواهد داشت.

3-2-3- مشکلات شمارشگر قرمز

- در شمارشگرهای قرمز با توجه به توقف خودروها چه در زمان پرش شمارشگر و یا ثابت ماندن آن بر روی یک عدد از نظر ایمنی مشکل خاصی در تقاطع ایجاد نمی شود.

- لازم به ذکر است عوامل محترم پلیس راهنمایی و رانندگی خواستار حذف شمارشگر قرمز بوده و دلیل آن را حرکت خودروها پیش از سبز شدن چراغ و عبور آنها از خط عابر بیان نموده اند.

3-3- تحلیل عملکرد رانندگان در مواجهه با شمارشگرهای معکوس

برای تحلیل رفتار رانندگان تهرانی در مواجهه با شمارشگرهای سبز و قرمز چراغهای راهنمایی اقدام به تهیه فرم پرسشنامه و تکمیل آن توسط رانندگان گردیده است. بدین ترتیب تعداد 800 فرم تهیه و از طریق روش مصاحبه در محل تکمیل گردیده است که نمونه آن در پیوست آورده شده است. پس از ارزیابی پرسش‌های چندگزینه‌ای، موضوعات دسته‌بندی، گروه‌بندی شده و در پایان تحلیل شده است.

برای تحلیل، از نمودار توزیع فراوانی پاسخ‌های داده شده به هر پرسش که غالباً در 5 قالب: بسیار موافق، موافق، مخالف، بسیار مخالف و نظری ندارم طراحی شده‌اند، استفاده شده است. بدین ترتیب که بر پایه میزان درصدی موافقت یا مخالفت اعلام شده از سوی جامعه نمونه آماری در هر یک از اقسام مخاطب پرسشگری، دیدگاه نسبی آن گروه اعلام و در برخی موارد، بر اساس نظر کارشناسی، تفسیر یا ریشه‌یابی می‌گردد.

برای تعیین تعداد نمونه آماری لازم، از دو روش استفاده شده است. در روش اول بر اساس تعداد متغیرها از فرمول 2 استفاده شده است.

$$x = \frac{t^2 \times S^2}{d^2} \quad \text{فرمول 2}$$

که در آن:

t: مقدار تغییر توزیع t برای سطح اطمینان α

S: واریانس جامعه آماری

d: مقدار خطای تخمین مقدار میانگین متغیر مورد نظر

بدین ترتیب که اگر متغیرهای مورد نظر بین 1 تا 4 باشد، می‌توان حداقل تعداد نمونه‌ها را برای هر پرسش به صورت زیر به دست آورد:

$$x = \frac{t^2 \times S^2}{d^2} = \frac{1.96^2 \times 1.5^2}{(4 \times 0.05)^2} = 216.09 \cong 217$$

که در آن مقدار سطح اطمینان α ، 95 درصد در نظر گرفته شده است و واریانس را برابر مقدار حداکثر آن (یعنی 1/5) و d مقدار مرسوم آن (یعنی 0/05) در نظر گرفته شده است.

اگر تعداد نمونه‌های به دست آمده کمتر از 5% تعداد وسایل نقلیه باشد، نیازی به تعدیل نداشته و به عنوان حداقل شناخته می‌شود. بنابراین می‌توان درباره پرسش‌نامه مقدار حداقل را 217 در نظر گرفت. اما باید توجه داشت که این مقدار حداقل است و با توجه به اینکه ممکن است بسیاری از این جوابها قابل استناد نباشد، لذا از روشهای دیگر نیز انتخاب شده است.

رویکرد دیگری که برای تعیین حجم نمونه‌ها وجود دارد، به مساله تعیین حداقل نمونه‌ها برای داده‌های دسته بندی شده بر می‌گردد. اگر فرض شود که متغیر موجود در پرسش‌نامه نظرسنجی در مطالعات، عددی صحیح در بازه [4 و 1] می‌گیرد، واریانس را می‌توان به صورت زیر محاسبه کرد:

$$S = \frac{4}{3} = 1.33 \quad (\text{تعداد نقاطی که مقیاس پاسخها هستند})$$

$$3 \quad (\text{تعداد انحراف معیارهای استاندارد})$$

حال می توان حجم نمونه ها را به صورت زیر محاسبه کرد:

$$x = \frac{(1.96)^2 \times (1.33)^2}{(4 \times 0.05)^2} = 169.88 \approx 170$$

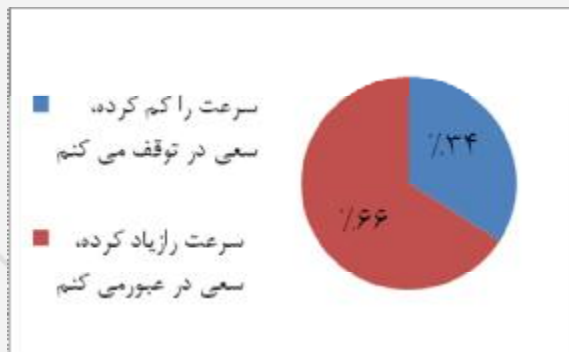
اگر حجم جامعه آماری را تعداد وسایل نقلیه فرض کنیم،

از فرمول 2 و نیز جداول مورگان، تعداد نمونه پیشنهادی 800 بدست آمده است.

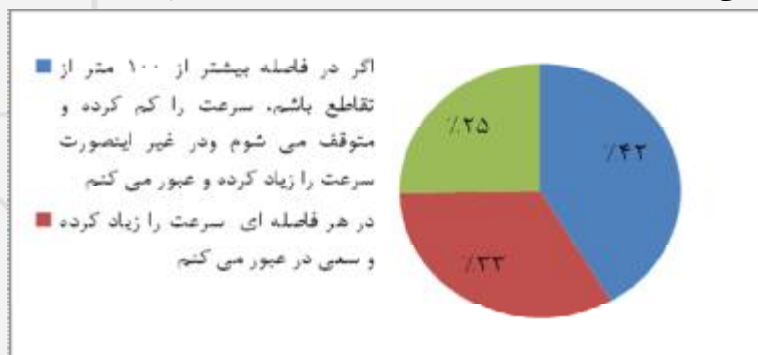
جدول 3- حجم پیشنهادی برای نمونه در پرسشگری

حجم (تعداد وسيله)	فرمول ریاضی با دقت 95%	جدول مورگان	بیشینه (سقف/ حداکثر) به کار رفته با فرض عدم محدودیت هزینه ریالی و زمانی	بیشینه از دید مورگان (برابری هزینه و منافع)	حجم پیشنهادی نمونه
2,500,000	170 و 217	384	2000	800	800

نمونه های پیشنهادی، از طیف رانندگان تاکسیها، اتوبوس، شخصی و حتی عابرین پیاده و نیز عده ای از متخصصین حمل و نقل با توزیع یکسان در سطح شهر برداشت شده است. نتایج عمده حاصل از آماربرداری فوق در نمودارهای 1 تا 6 ارائه شده است.

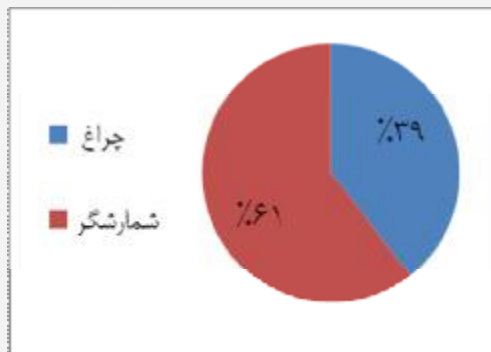


نمودار 1- نتایج نظر سنجی در خصوص توقف شمارشگر سبز روی یک عدد ثابت کوچک



نمودار 2- نتایج نظر سنجی در خصوص نحوه عملکرد رانندگان در صورت مشاهده زمان سبز کمتر از 10

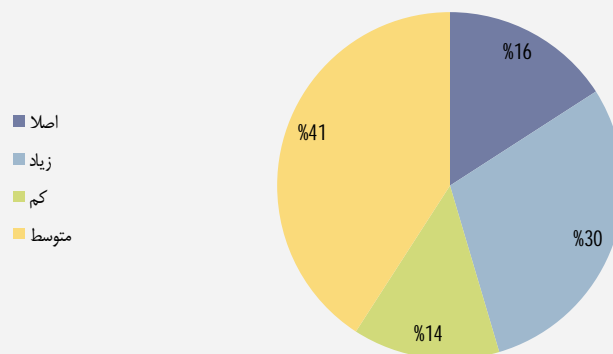
ثانیه



سوال: پس از اتمام زمان قرمز نشان داده شده در شمارشگر برای شروع حرکت توجه شما به کدام است؟

نمودار 3- نتایج نظر سنجی در خصوص نحوه عملکرد رانندگان در مواجهه با اتمام زمان قرمز شمارشگر قرمز نمودارهای 1 و 2 نشان می دهد که در صورتیکه زمان سبز شمارشگر زمانی کمتر از 10 ثانیه را نشان دهد، 42% از رانندگان در فاصله 100 متری از تقاطع، سرعت را زیاد می کنند و این در حالی است که 33% از رانندگان در هر فاصله ای از تقاطع که باشند، سرعت خود را زیاد کرده و سعی در عبور می کنند. این در حالی است که اگر شمارشگر بر روی عدد ثابت کوچکی توقف کرده باشد، 66% از رانندگان سرعت را زیاد و سعی در عبور می کنند. بدین ترتیب در صورتی که شمارشگر بر روی عددی نظیر 3 توقف کرده باشد، 66% رانندگان افزایش سرعت و 34% بقیه کاهش سرعت خواهند داشت. نمودار 3 نشان دهنده این مطلب است که 61% از رانندگان در اتمام زمان قرمز توجهشان برای شروع حرکت به شمارشگر است. لذا علاوه بر اینکه ناهمگنی رفتار رانندگی در چنین مواقعی خطر تصادفات جلو به عقب را افزایش می دهد، در صورتی که شمارشگر پرش داشته باشد، 66% از وسایل نقلیه احتمالاً در شروع زمان سبز فاز بعدی، در وسط تقاطع با سرعت بالا در حال عبور می باشند که در این صورت احتمال تصادفات جلو به پهلو نیز افزایش می یابد. واضح است که این مطلب در ساعات خلوت شب، منجر به تصادفات جرحی و فوتی خواهد شد.

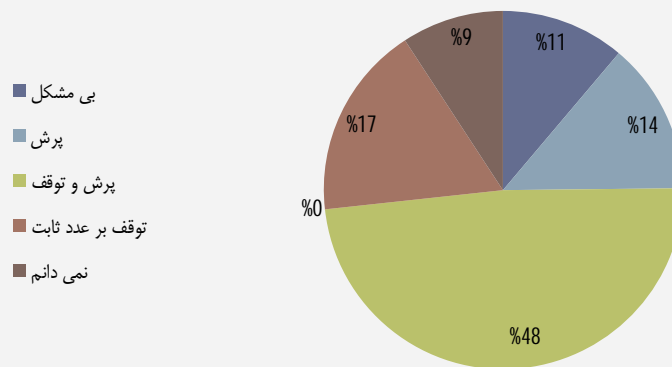
زمان قرمز شمارشگر تا چه حد در ایجاد آرامش در شما تاثیر دارد؟



نمودار 5- نتایج نظر سنجی در خصوص آثار شمارشگر قرمز بر ایجاد آرامش در رانندگان

نمودار 5 تاثیر زمان قرمز شمارشگر را در ایجاد آرامش نشان می دهد که 30% از رانندگان تاثیر آن را زیاد و 41% تاثیر آن را متوسط دانسته اند. این مطلب نشان دهنده این است که شمارشگرهای قرمز در تقاطعات فوق اشباع با طول سیکل بلند، دارای تاثیر آرامش بخش بر رفتار رانندگان است و مزیت های این سیستم را نشان می دهد.

از نظر شما مشکل اصلی شمارشگرها در چیست؟



نمودار 6- نتایج نظر سنجی در خصوص مشکل اصلی شمارشگرها
نمودار 6 نشان دهنده شناخت مشکل و احساس آن توسط 89% از شهروندان است. بدین ترتیب پرش و توقف بر روی عدد ثابت، اصلی ترین مشکل شمارشگر سبز می باشد که لزوم بررسی و تحلیل دقیقتر برای رفع مشکل را نشان می دهد.

4- نتیجه گیری و پیشنهادات:

نتایج این تحلیل نشان می دهد، عملکرد شمارشگر سبز حتی در صورت برطرف نمودن مشکلات پرش و توقف به دلیل مشکلات برشمرده شده و ریسک بالای رانندگان ایرانی و افزایش احتمال خطر تصادفات باید مورد بررسی بیشتری قرار گیرد. وجود شمارشگر قرمز به دلیل ایجاد آرامش رانندگان به خصوص در تقاطعات متراکم دارای زمانهای طولانی توصیه می شود. واضح است که از نتایج نظرسنجی، می توان تنها به عنوان ابزاری برای شناسایی اولیه مشکلات استفاده کرد و مطالعات قبل و بعد و بررسیهای مفصل تری باید بر روی این سیستم ها انجام گیرد. بدین منظور توصیه می شود که چند تقاطع هوشمند مختلف با توزیع یکسان در مناطق متفاوت شهر انتخاب شده و تعداد تخلفات، تصادفات، پارامترهای ترافیکی و رفتارهای رانندگی برداشت شده و بررسیهای بیشتر در قالب مطالعات قبل و بعد صورت گیرد.

5- قدر دانی

این پژوهش با همکاری اعضای کمیته بهینه سازی شرکت کنترل ترافیک تهران صورت پذیرفته و لازم است در اینجا از حمایت‌های مستقیم و مستمر مدیریت محترم شرکت، جناب آقای مهندس بهروز و معاونت محترم اجرایی شرکت تشکر و قدردانی گردد.

6- منابع و مراجع

1. Chen, I.C., Chang, K.K., Chang, C.C., Lai, C.H., 2007. The impact evaluation of vehicular signal countdown displays. Research Report. Institute of Transportation, Ministry of Transportation and Communications, Taiwan.
2. Lum, K.M., Halim, H., 2006. A before-and-after study on green signal countdown device installation. Transportation Research F 9, 29-41.
3. Papaioannou, P., 2007. Driver behavior, dilemma zone and safety effects at urban signalized intersections in Greece. Accident Analysis and Prevention 39, 147-158.
4. Zegeer, C., 1977. Effectiveness of green-extension systems at high-speed intersections. Research Report. Bureau of Highways, Division of Research, Kentucky Department of Transportation, Lexington.
5. Yu-Chiun Chiou, Chien-Hua Chang, 2009, Driver responses to green and red vehicular signal countdown displays: Safety and efficiency aspects, Accident Analysis and Prevention
6. Zhangjiajie, Hunan, China ; 2009 "Study on the Influence of Signal Countdown Device on Traffic Safety of Intersections"; International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation;; April 11-12; ISBN: 978-0-7695-3583-8
7. Xuejin Zhang, Guozhong Ma, and Bin Chen ; The Analysis of the Effect of Red Light Signal Countdown Device on Intersection Safety; Conference Proceeding Paper International Conference on Transportation Engineering 2009
8. Y. Agami Khalifa, "Countdown Signal Heads For Vehicles"; State University of New York , Department of Electrical and Computer Engineering; www.engr.newpaltz.edu
9. Bartlett, J. E., Kotrlik, J. W. and C. C. Heggins (2001). "Organizational Research: Determining Appropriate Sample Size in Survey Research", Information Technology, Learning, and Performance Journal, Vol. 1, No. 19, pp. 43-50.

