Archive of SID

مدلسازی رفتار تردید رانندگان در انتخاب عبور یا توقف پس از زمان زرد درتقاطع‌های چراغدار با استفاده از مدل لوجیت ترکیبی (مطالعه موردی شهر قزوین)

علیرضا عبدالرزاقی، کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی حمل و نقل ، گروه عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)، قزوین، ایران.

بابک میربهاء (مسئول مکاتبات)، استادیار، گروه عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)، قزوین، ایران.

امیرعباس رصافی، دانشیار، گروه عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)، قزوین، ایران.

E-mail: mirbaha@eng.ikiu.ac.ir

دریافت: ۱۳۹۶/۰۹/۰۶ پذیرش: ۹۷/۰۳/۰۹

چکیده

رانندگان درپایان زمان سبزهرفازحرکتی ودرشرایط تغییربه زما ن قرمزباتردیددرخصوص توقف یاادامه مسیرروبرومی‌شوندواین امکان وجوددارد‌که درزمان زردفازیاحتی ثانیه‌های ابتدایی زمان قرمزاقدام به عبورنمایند‌که این امرمی تواندهمواره باریسک بالای برخورد درتقاطع همراه گردد. در این مطالعه پس از برداشت داده‌های واقعی ازچهار تقاطع چراغدار شهرقزوین، با استفاده از دوربین های نظارت تصویری و نرم‌افزار چراغ های هوشمند مرکزی در دو زمان اوج و غیر اوج ترافیک و شرایط جوی بارانی و آفتابی و همچنین باتوجه به مفهوم عدم اطمینان تصمیم‌گیری رانندگان در توقف و عبور از چراغ زرد و چراغ قرمز(۲ ثانیه ابتدایی) نسبت به تحلیل ریسک‌پذیری رانندگان از تقاطع در فاز زرد و قرمز بااستفاده از مدل لوجیت دوتایی و ترکیبی اقدام شد. نتایج مدل ها نشان داد که مدل لوجیت ترکیبی نسبت به مدل لوجیت باینری دقت بالاتری جهت پیش بینی رفتار رانندگان را دارد. همچنین نتایج بدست آمده از مدل‌ها حاکی از آن است که وجودعابرپیاده در سواره رو و فاصله خودرو از خط ایست در ابتدای فاز زرد و افزایش سرفاصله مکانی خودروهامهم ترین عوامل تأثیرگذار برتوقف رانندگان در فاز زردویاقرمزاست، همین‌طور افزایش سرعت خودرو و زمان انتظار راننده(مدت زمان قرمز رویکرد) مهمترین عوامل تأثیرگذار برعبور رانندگان در فاز زرد و یا قرمز هستند. یکی از نوآوری های این تحقیق بررسی تأثیر سلیقه رانندگان در عبور ویا توقف از چراغ بااستفاده از مدل لوجیت ترکیبی است. پارامتر تصادفی در این مدل فاصله از تقاطع در ابتدای چراغ زرد است. همچنین نتایج این مدل ناحیه تردید را تصریح می‌کند و همینطور می‌توان دریافت که فاصله بلاتکلیفی برای رانندگان دارای یک ضریب تصادفی متناسب با سلیقه فرد است و ضریب متغیر فاصله از چراغ زرد دارای یک توزیع نرمال است و بین رانندگان این ضریب تغییر می کند.

واژه های کلیدی: تخلف، رفتاررانندگان، لوجیت ترکیب

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

بررسی رفتار رانندگان در زمان زرد و ابتدای زمان قرمز در تقاطع‌های زمان بندی شده، نقش مهمی در بالا بردن ظرفیت تقاطع و جلوگیری از تصادفات و کاهش تأخیر وسایل نقلیه ایفامی‌کند. رانندگان در تقاطع‌ها چراغدار به دقت بالا و شناخت مؤثر وایمن نیاز دارند. رانندگان باید مخصوصاً در ابتدای زمان زرد تصمیم‌گیری سریعی داشته باشند. در ابتدای فاز زرد رانندگان اغلب در شرایط تردید قرار می‌گیرند، جایی که رانندگان به راحتی نمی‌توانند قبل از شروع فاز قرمز بدون تغییر شتاب زیاد قبل از خط ایست توقف کنند[Gazis, Herman and Maradudin, 1960]. در چنین شرایطی خطای رانندگان یک فاکتور اصلی درجهت بروز تصادفات جرحی و فوتی در تقاطع است[Savolainen, 2016].

در تقاطع های زمان بندی شده با شروع زمان زرد برای رانندگانی که در حال نزدیک شدن به تقاطع هستند. دو انتخاب یا تصمیم وجود خواهد داشت، یا به حرکت خود ادامه داده و از تقاطع عبور کنند و یا با ترمز کردن توقف نمایند. در این موقع برای هر وسیله نقلیه با توجه به سرعت و فاصله اش از تقاطع محدوده ای قبل از تقاطع به وجود می آید که هر راننده در صورت قرارگرفتن در این محدوده، در صورتیکه اقدام به عبور از تقاطع کند قادر نخواهد بود که به موقع و قبل از اتمام زمان زرد از تقاطع عبور کرده و آن را تخلیه کند و در صورتی که اقدام به توقف کند، این توقف بسیار ناگهانی و شدید خواهد بود. این محدوده را بنا به تعریف حوزه بلاتکلیفی ویا ناحیه تردید۱می‌نامند [Stimpson, Zador and Tarnoff, 1980].

لوم۲ وهمکارانش نشان دادند که تردید رانندگان با تغییر فاز چراغ راهنمایی در مرحله فاز زرد، می‌تواند مشکلاتی را برای آنها ایجاد کند. به طوری که رانندگان ابتدا سرعت خود را کم می کنند و پس از آن در صورت پیدا کردن فرصت عبور از تقاطع در ۲ یا ۳ ثانیه اول فاز قرمز با توجه به شرایط ترافیکی (بویژه در ترافیک کم) تصمیم به عبور می‌گیرند [Lum and Tan, 2003]. مقاله پیش رو از میان مجموعه پژوهش‌های رفتاری، برروی رفتار رانندگان دربرابر چراغ زرد درساعات اوج و غیراوج ترافیک و در شرایط مختلف جوی به عنوان یک مسئله شناختی دربرابررفتار آنان در تقاطع های چراغدار متمرکزمی‌شود. رفتار رانندگان در این شرایط وابسته به عوامل متعددی است. در پژوهشی رفتار رانندگان در فاز زرد تقسیم‌بندی‌های ذیل انجام می‌شود[Lum and Tan, 2003]:

۱)راننده‌ای که می‌تواند در طول چراغ زرد عبور نماید اما به دلیل کاهش سرعت خود در طول چراغ قرمز عبور می کند.

۲) راننده‌ای که نمی‌تواند در در ابتدای چراغ قرمز توقف نماید و عبور می‌کند.

۳)راننده‌ای که می‌تواند در ابتدای چراغ قرمز توقف نماید اما عبور از چراغ قرمز را انتخاب می کند.

در این پژوهش متغیرهای محیطی به عنوان متغیرهای اصلی در تصمیم‌گیری راننده مورد تحلیل قرار گرفته است. اطلاعات لازم از تصاویر ویدیوئی چهار تقاطع با ویژگی‌های فیزیکی مختلف و در شرایط جوی صاف و بارانی جمع‌آوری شد و اطلاعات چراغ‌ها نیز با استفاده از خروجی‌های برنامهSCATS۳ در هر سیکل مورد استفاده قرار گرفت. زمانی که چراغ زرد می‌شود احتمال تصادفی بودن ویاعدم اطمینان درانتخاب عبورویاتوقف افزایش می‌یابد. به همین منظور رفتار عبور یا توقف رانندگان با استفاده از مدل لوجیت باینری و ترکیبی تحلیل شد. درادامه، به سوالات زیر پاسخ داده می‌شود:

۱. چه عواملی بررفتار رانندگان در تقاطع‌های زمان بندی شده به هنگام شروع زمان زردچراغ وابتدای زمان قرمز(۲ ثانیه ابتدایی) تأثیرگذار است؟

۲. کدام متغیرها بر عبور رانندگان در تقاطع‌های زمان‌بندی شده در فاز زردچراغ وابتدای زمان قرمز(۲ ثانیه ابتدایی) تأثیرگذاری بیشتری دارند؟

www.SID.ir

Archive of SID

۳. آیاعبور و یاتوقف راننده درفاز زرد و یا ابتدای فاز قرمز (۲ثانیه ابتدایی) باسلیقه فرد مرتبط است؟

٤. ضریب و توزیع پارامترتصادفی تأثیرگذار بر رفتار رانندگان چه مقدار است؟

۲. پیشینه تحقیق

محققان، پژوهش‌های فراوانی درباره رفتار رانندگان در تقاطع‌ها برای کاهش برخوردها انجام داده‌اند. اغلب پژوهش‌ها برروی رفتار رانندگان در ناحیه تردید تمرکز دارد. ناحیه‌ای که رانندگان باید به سرعت تصمیم بگیرند که آیا به شکل ایمن می‌توانند از تقاطع عبور کنند یا نه[Savolainen, 2016] ؟ این مطالعات میزان تأثیرگذاری متغیرهای مختلف موجود در تقاطع را بر تصمیم‌گیری رانندگان در عبور ویا توقف از تقاطع در ابتدای زمان زرد و قرمز ارزیابی می کنند. در صورت تصمیم‌گیری دیرهنگام به عبور از تقاطع احتمال تصادف به دلیل عبور از چراغ قرمز افزایش می‌یابد، درحالی که تصمیم‌گیری زودهنگام به توقف احتمال تصادف با خودرو عقبی را افزایش می‌دهد. اولین تحقیق در این زمینه در سال ۱۹۷٦ توسط کونسنی٤و همکاران انجام شد، آن‌ها دریافتند که بین فاصله خودرو از تقاطع در ابتدای چراغ زرد و سرعت خودرو با عبور و یا توقف خودرو از تقاطع ارتباط وجود دارد آن‌ها دریافتند که جوانان در فاصله ٤۰ تا ۵۵ متری از تقاطع در هنگام تغییر رنگ چراغ از زرد به قرمز، بیشتر از دیگران مرتکب تخلف در چراغ قرمز می‌شوند[Konecni, Ebbeson and Konecni, 1976].

براساس مطالعه تجربی ۸ تقاطع در شهر مدیسون ایالت ویسکانسین، تصمیم رانندگان تنها تحت تأثیر شرایط حرکتی راننده (همچون سرعت، فاصله از خط ایست) نیست بلکه تحت تأثیر شرایط محیط نیز هست. آن ها دریافتند که ۸۵ درصد رانندگان که در فاصله زمانی ۲/۷۲ ثانیه از تقاطع در ابتدای چراغ زرد قرار داشتند، عبور را انتخاب کرده‌اند[Gates et al. 2007].

درادامه ال-شربی۵و همکاران در مقاله‌ای به منظور بررسی تأثیر فاصله از تقاطع، سن و جنسیت در رفتار رانندگان در شروع فاز زرد، ٦۰ راننده را در دو گروه سنی جوان و پیر مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها بااستفاده از سیستم مکان‌دهی جهانی و اکتساب اطلاعات از وضعیت ترمز خودروها به جمع آوری داده پرداختند و با استفاده از آزمون مربع کای(χ^2) تجزیه و تحلیل اطلاعات را انجام دادند. طبق نتایج حاصل ازاین پژوهش، حرکت و توقف رانندگان در آغاز زمان زرد در سرعت‌های بالا به فاصله از تقاطع، جنسیت و سن وابسته است و همچنین هرچه فاصله خودرو از تقاطع در ابتدای چراغ زرد بیشتر باشد، احتمال توقف راننده افزایش می‌یابد[El-Shawarby et al. 2007] .تحقیقات پاپیونو٦ نشان می‌دهد که رانندگانی که بیش از سرعت مجاز رویکرد حرکت می‌کنند، بیشتر در ناحیه تردید گرفتار می‌شوند که این امر باعث می‌شود راننده مجبور به گرفتن تصمیم های غیر ایمن در شروع فاز زرد گردد[Papaioannou, 2007]. در تحقیق المنتری۷ متغیرهای فاصله از خط ایست، سرعت عملکردی و وضعیت جوی براساس تحلیل داده ها بر پایه تصاویر ویدئویی (در تقاطع ها باسرعت بالا) مورد بررسی قرار گرفت. المنتری دریافت که متغیرهای مذکور بر تخلف از چراغ قرمز و عبور و یا توقف در طول چراغ زرد به طور مستقیم تأثیرگذار هستند[Elmitiny et al. 2010].

پژوهش های پیشین در مورد عبور از چراغ قرمز بیان می کنند که بیشتر موارد عبور از چراغ قرمز به ناحیه تردید مربوط می شود که در این ناحیه راننده نمی تواند تصمیم درستی در جهت توقف/عبور بگیرد[Jahangiri, Rakha and Dingus, 2016]. همچنین تحلیل رفتار عبور از چراغ قرمز رانندگان در شانگ-های چین نشان داد که حدود ۹٦ درصد رانندگان در ۳,٤ ثانیه پس از زمان قرمز رخ می دهد، همچنین وانگ و همکاران با استفاده از مدل لوجیت احتمال عبور رانندگان از چراغ قرمز را بررسی کرده اند[Wang, Yu, and Zhong, 2016].

www.SID.ir

Archive of SID

لانگ۸ و همکاران با مطالعه‌ای که بر روی تأثیر ثانیه‌شمار معکوس چراغ راهنمایی در فاز زرد در چهار تقاطع شهری از شهرستان شانگشای نشان دادند هنگامی که ثانیه‌شمار معکوس در تقاطع وجود دارد، رانندگان بیشتر تمایل به عبور از تقاطع پس از شروع فاز زرد را دارند[Long et al. 2011]. همینطور یانگ۹و همکاران پژوهشی در مورد تأثیر معکوس‌شمار بر رفتار رانندگان در تقاطع‌ها در فاز زرد انجام دادند، که با بهره گیری از رگرسیون لجستیک و الگوریتم‌های درخت تصمیم گیری فازی، مشخص شد که احتمال توقف وسیله نقلیه در تقاطع بدون ثانیه شمار معکوس چراغ راهنمایی بیشتر از همان تقاطع با وجود این دستگاه است. طبق نظر آنها با ساخت مدل درخت تصمیم‌گیری می‌توان دریافت که فاصله وسیله نقلیه از خط توقف بیشترین اثر را بر تصمیم‌گیری رانندگان دارد[Yang et al. 2014] .همچنین کایرد۱۱وهمکاران در شبیه‌سازهای رانندگی، رفتار رانندگان جوان و پیر در شروع زمان زرد در تقاطع های چراغ دار را مورد بررسی قرار دادند، آنها دریافتند که هرچه فاصله زمانی رانندگان از خط توقف بیشتر باشد، تمایل تمامی رانندگان به عبور از چراغ زرد کاهش می یابد[Caird et al. 2007] .همین‌طور کیم۱۲و همکاران با استفاده از آزمایش شبیه‌ساز رانندگی و بااستفاده از مدل لوجیت دوتایی به مطالعه ترکیب عوامل محیطی مانند ویژگی های ترافیکی و نظارتی جاده پرادختند که باعث ایجادیک مدل واقع بینانه‌تر برای تصمیم گیری راننده در ناحیه تردید گردید. نتایج تجربی نشان دادند که مدل ناحیه تردید پیشنهادشده قادر به پیش‌بینی تصمیمات رانندگان با دقت خوبی بود. به طور خاص، مدل یافته از مطالعه شبیه‌ساز رانندگی تأیید کرد که تغییرات در شرایط محیطی جاده، تعداد موارد عبور از چراغ قرمز رادر تقاطع می تواند کاهش دهد[Kim et al. 2015].

در مطالعه‌ای تأثیر وضعیت بارانی و برفی را برای اندازه ناحیه تردید بررسی کردند در شرایط بارانی ابتدای ناحیه تردید ۲ فوت و انتهای ناحیه ۵ فوت بصورت تقریبی افزایش پیدا کرد و در وضعیت برفی شروع ناحیه تردید از خط ایست ۹ فوت و انتهای آن به ۲۲ فوت افزایش پیدا کرد[Sharma, Burnett and Bullock, 2010]. پژوهش های پیشین درباره تصمیم به عبور ویا توقف در ابتدای چراغ زرد بر توسعه مدل‌های تخمین گرایش عبور از چراغ زرد که تابع سرعت رانندگی، فاصله از خط ایست و ویژگی های جمعیت شناسی(همچون جنسیت و سن) بود، تأکید می کرد[Haque et al. 2016]. ستی۱۳ و همکاران در تحلیل زمان عکس العمل و انجام ترمز در سرعت‌های بالا در شروع فاز زرد از ۶۰ کاربر استفاده کردند آن‌ها نتیجه گرفتند که ۸۵ درصد از نمونه‌ها زمان عکس العملی برابر ۱ ثانیه داشتند. همین طور آن‌ها پیشنهاد کردند که زمان عکس العمل تا انجام ترمز را بین ۲,۲ تا ٤,٤ ثانیه در نظر گرفته شود. آن ها همین طور اثبات کردند که مدل های زمان عکس العمل تا انجام ترمز رانندگان از توزیع لگاریتمی نرمال وتوزیع بتا پیروی می کنند در نتیجه درصورتی که رانندگان کمتر از ۳,۲ ثانیه از تقاطع فاصله زمانی داشته باشند و در این فاصله زمانی چراغ زرد را مشاهده نمایند، در انتهای فاز زرد و یا ابتدای فاز قرمز از تقاطع عبور می‌کنند[Setti, Rakha and El-Shawarby, 2006]. با توجه به مطالعات انجام شده در پژوهش های مختلف به نظر می‌رسد زمانی‌که چراغ زرد می‌شود احتمال تصادفی بودن و یا عدم اطمینان در انتخاب عبور و یا توقف افزایش می‌یابد و همچنین در تحقیقات محققین مشاهده‌شد که عوامل تأثیر گذار در رفتار رانندگان در فاز زرد و ثانیه‌های ابتدایی چراغ قرمزعلاوه‌بر شرایط مختلف محیطی به سلیقه راننده وابسته است. بسیاری از مطالعات انجام شده نشان داد که میزان فاصله از تقاطع و سرعت خودرو در ابتدای فاز زرد سبب تصمیم رانندگان مبنی برعبور به هر نحوی از تقاطع می گردد ، این در حالی است که فاصله از تقاطع در فاز زرد می تواند برای هر راننده دارای ضریبی متفاوت باشد. در این مطالعه با توجه به داده‌های مرتبط با رفتار رانندگی در ایران نسبت به بررسی احتمال تصادفی بودن و یا عدم اطمینان در انتخاب عبور و یا توقف متناسب با سلیقه فرد

www.SID.ir

Archive of SID

اقدام می‌گردد. در ادامه فرآیند و روش انجام تحقیق تشریح شده است.

۳. داده های مورد استفاده

در این مطالعه از رویکرد مبنی بر فیلمبرداری ویدئویی در جهت برداشت اطلاعات استفاده شده است(شکل(۱)). چهار تقاطع از شهر قزوین که دارای مشخصات فیزیکی و ترافیکی متفاوت بودند برای جمع‌آوری داده‌ها انتخاب شدند.آماربرداری در ٤ روز کاری در ساعات ۹الی ۱۰(غیراوج) و ۱۲ الی ۱۳(اوج) انجام گرفت. تقاطع‌ها در دوحالت ساعت اوج وغیراوج ترافیک و همینطور در دو شرایط جوی بارانی و آفتابی مورد بررسی قرار گرفت. داده ها از چهار تقاطع شهدا (تقاطع ۳ فاز)، فلسطین(تقاطع ۳ فاز)، عدل(تقاطع ۲ فاز)، نظام وفا(تقاطع ۲ فاز) که دارای ویژگی هایی متفاوت هستند، در شهر قزوین بدست آمده است(شکل (۲)). برای بررسی رفتار یک جامعه، از آنجا که بررسی کل جامعه با توجه به محدودیت‌های زمان و بودجه امکان‌پذیر نیست، باید قسمتی از جامعه آماری مورد تحلیل و بررسی قرار گیرد. تخمین هر مدل آماری به تعداد درجه آزادی مطمئنی نیاز دارد.کافی نبودن تعداد نمونه آماری، باعث ایجاد نتایج ناسازگار، غیر قابل اطمینان می‌شود. حداقل تعداد نمونه آماری موردنیاز، با استفاده از رابطه (۱) قابل محاسبه است [Hensher, Rose and Greene, 2005]:

$$n = \frac{\frac{z^2pq}{d^2}}{1 + \frac{1}{n}(\frac{z^2pq}{d^2} - 1)} \qquad (۱)$$

که در آن، N تعداد جامعه آماری،n حجم نمونه، Z مقدار متغیر نرمال (واحد استاندارد) است. همچنینp مقدار صفت موجود در جامعه است که اگر در اختیار نباشد می‌توان براساس پیشنهاد کوکران، مقدار۰/۵در نظر گرفته شود. در این حالت، مقدار پراکنش به حداکثر مقدار خود می‌رسد. q نسبتی از جمعیت فاقد صفت معین (p–۱) است و d مقدار خطای مجاز که معمولاً ۵ درصد در نظرگرفته می‌شود.براساس رابطه (۱) و با درنظرگرفتن جمعیت ۳۸۱۵۹۸ نفری شهر قزوین برای جامعه آماری و سطح اطمینان ۹۵درصد، ۱/۹٦بوده و حداقل نمونه لازم برای انجام پژوهش، ۳۸٤ مشاهده است. در این تحقیق ۵۸۹ وسیله نقلیه به عنوان حجم نمونه انتخاب و در آن، وضعیت عبور و یا توقف پشت چراغ به عنوان متغیر وابسته و متغیر های مستقل شامل ٤ دسته ویژگی‌های زمان‌بندی(میزان زمان سپری شده از فاز قرمز)، شرایط فیزیکی(میزان طول عبور خودرو در تقاطع)، شرایط ترافیکی(وجود و یا عدم وجود عابرپیاده در سواره رو، سرعت متوسط در ابتدای فاز زرد و همینطور در فاصله ۲۰ متری از تقاطع، سرفاصله مکانی خودرو، فاصله خودرو از خط توقف در ابتدای فاز زرد) و ویژگی‌های جوی (میزان بارش باران) دسته‌بندی می‌شوند [Gates and Noyce, 2010; Huang, Fujita and Wisetjindawat, 2017; Hurwitz et al. 2010] . در مجموع افرادی که مورد بررسی قرار گرفتند ۵۰درصد رانندگان توقف و ۵۰درصد رانندگان عبور را انتخاب کردند و همینطور۵۳درصد در شرایط بارانی و٤۷درصد در شرایط آفتابی تصمیم به عبور گرفتند. هرچه میزان سرفاصله مکانی خودرو ها در فاز زرد افزایش یابد احتمال تخلف راننده کاهش می‌یابد. با توجه به داده های آماری این پژوهش، در سرفاصله مکانی کمتر از ۵ متر، وضعیت بارانی و آفتابی تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر تصمیم رانندگان مبنی بر عبور و یا توقف از تقاطع ندارد ولی در فاصله بین۵ تا ۱۰ متری در وضعیت جوی آفتابی سبب توقف تنها ۲۹ درصد از رانندگان می‌شود. در حالتی که در وضعیت جوی بارانی این تصمیم‌گیری مبنی بر توقف به ٦۱ درصد می‌رسد. نشانگر این است که وضعیت جوی بارانی در فاصله ۵ تا ۱۰متری تاثیر مثبت بر توقف رانندگان دارد. در جدول (۱) میزان همبستگی متغیرهای مورد استفاده دراین پژوهش ذکر گردیده و همچنین در جدول (۲) توزیع آماری تمامی متغیرها به تشریح ارائه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. تصاویر دوربین های نظارت تصویری مورد استفاده



شکل ۲. موقعیت تقاطع های انتخاب‌شده در شهر قزوین

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. میزان همبستگی متغیرهای مستقل

		BARESH	Distance inter	CYCLE	PHASE	Effective green time
BARESH	Pearson Correlation	۱	۰/۰۱۵	-۰/۱۹۹	-۰/۰۴۷	-۰/۲۲۲
	Sig. (2-tailed)		۰/۶۱۱	۰/۰۰۰	۰/۱۰۳	۰/۰۰۰
Distance inter	Pearson Correlation	۰/۰۱۵	۱	۰/۶۶۷	۰/۹۴۹	۰/۰۲۸
	Sig. (2-tailed)	۰/۶۱۱		۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۳۲۶
CYCLE	Pearson Correlation	-۰/۱۹۹	-۰/۶۶۷	۱	۰/۵۸۴	۰/۶۵۷
	Sig. (2-tailed)	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰		۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
PHASE	Pearson Correlation	-۰/۰۴۷	-۰/۹۴۹	۰/۵۸۴	۱	-۰/۰۶
	Sig. (2-tailed)	۰/۱۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰		۰/۰۳۸
Effective green time	Pearson Correlation	-۰/۲۲۲	۰/۰۲۸	۰/۶۵۷	-۰,۰۶	۱
	Sig. (2-tailed)	۰/۰۰۰	۰/۳۲۶	۰/۰۰۰	۰/۰۳۸	
redtime	Pearson Correlation	-۰/۱۴۶	-۰/۸۴۴	۰/۹۲۱	۰/۷۵۸	۰/۳۴۱
	Sig. (2-tailed)	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
HEADWAY	Pearson Correlation	۰/۱۰۱	-۰/۰۱۹	-۰/۱۸	-۰/۰۲	-۰/۲۵۱
	Sig. (2-tailed)	۰/۰۰۰	۰/۵۰۴	۰/۰۰۰	۰/۴۹۴	۰/۰۰۰
Disyell	Pearson Correlation	۰/۱۴۴	۰/۰۸۷	-۰/۱۷۳	-۰/۱۵۴	-۰/۱۸۷
	Sig. (2-tailed)	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
speedyell	Pearson Correlation	۰/۰۱۶	-۰/۰۱۱	-۰/۲۷۷	۰/۰۰۲	-۰/۳۷۱
	Sig. (2-tailed)	۰/۵۸۳	۰/۶۹۹	۰/۰۰۰	۰/۹۳۴	۰/۰۰۰
SPEED20	Pearson Correlation	۰/۰۳۷	۰/۰۱۱	-۰/۲۹۵	-۰/۰۰۱	-۰/۳۷۳
	Sig. (2-tailed)	۰/۲۰۵	۰/۷۰۸	۰/۰۰۰	۰/۹۸۱	۰/۰۰۰
PED	Pearson Correlation	-۰/۱۷۳	۰/۱۱۳	۰/۲۳۱	-۰/۱۳۱	۰/۴۵۲
	Sig. (2-tailed)	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۱. میزان همبستگی متغیرهای مستقل

		redtime	HEADWAY	Disyell	speedyell	SPEED20	PED
BARESH	Pearson Correlation	-۰/۱۴۶	۰/۱۰۱	۰/۱۴۴	۰/۰۱۶	۰/۰۳۷	-۰/۱۷۳
	Sig. (2-tailed)	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۵۸۳	۰/۲۰۵	۰/۰۰۰
Distance inter	Pearson Correlation	۰/۸۴۴	-۰/۰۱۹	۰/۰۸۷	-۰/۰۱۱	۰/۰۱۱	۰/۱۱۳
	Sig. (2-tailed)	۰/۰۰۰	۰/۵۰۴	۰/۰۰۳	۰/۶۹۹	۰/۷۰۸	۰/۰۰۰
CYCLE	Pearson Correlation	۰/۹۲۱	-۰/۱۸۰	-۰/۱۷۳	-۰/۲۷۷	-۰/۲۹۵	۰/۲۳۱
	Sig. (2-tailed)	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
PHASE	Pearson Correlation	۰/۷۵۸	-۰/۰۲	-۰/۱۵۴	۰/۰۰۲	-۰/۰۰۱	-۰/۱۳۱
	Sig. (2-tailed)	۰/۰۰۰	۰/۴۹۴	۰/۰۰۰	۰/۹۳۴	۰/۹۸۱	۰/۰۰۰
Effective green time	Pearson Correlation	۰/۳۴۱	-۰/۲۵۱	-۰/۱۸۷	-۰/۳۷۱	-۰/۳۷۳	۰/۴۵۲
	Sig. (2-tailed)	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
redtime	Pearson Correlation	۱	-۰/۰۹	-۰/۱۱۳	-۰/۱۵۶	-۰/۱۷۴	۰/۰۸۱
	Sig. (2-tailed)		۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۵
HEADWAY	Pearson Correlation	-۰/۰۹	۱	۰/۲۹۲	۰/۳۲۱	۰/۳۶۴	-۰/۱۸۹
	Sig. (2-tailed)	۰/۰۰۲		۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
Disyell	Pearson Correlation	-۰/۱۱۳	۰/۲۹۲	۱	۰/۴۴۷	۰/۱۹۷	-۰/۰۱۴
	Sig. (2-tailed)	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰		۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۶۲۲
speedyell	Pearson Correlation	-۰/۱۵۶	۰/۳۲۱	۰/۴۴۷	۱	۰/۷۶۱	-۰/۱۶۵
	Sig. (2-tailed)	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰		۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
SPEED20	Pearson Correlation	-۰/۱۷۴	۰/۳۶۴	۰/۱۹۷	۰/۷۶۱	۱	-۰/۱۸۳
	Sig. (2-tailed)	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰		۰/۰۰۰
PED	Pearson Correlation	۰/۰۸۱	-۰/۱۸۹	-۰/۰۱۴	-۰/۱۶۵	-۰/۱۸۳	۱
	Sig. (2-tailed)	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۶۲۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	

www.SID.ir

Archive of SID

۳-۱ مدل‌سازی

در این مطالعه با توجه به ماهیت گسسته متغیر وابسته مورد مطالعه (عبور یا عدم عبور از فاز زرد و ابتدای فاز قرمز(۲ ثانیه ابتدایی)) از مدلسازی گسسته برای تحلیل استفاده شد. متغیر وابسته (Y) مورد مدل‌سازی در این بخش، خطرپذیر بودن یا نبودن رانندگان در عبور از ثانیه های چراغ زرد و ثانیه های آغازین چراغ قرمز(۲ثانیه ابتدایی) است. در ابتدا جهت مقایسه مدل باینری ساخته شد و باتوجه به اینکه یکی از وضعیت‌های راننده پشت چراغ زرد حالتی است که راننده می تواند توقف کند اما براساس نظرخود عبور و یا توقف را انتخاب می‌کند از مدل لوجیت ترکیبی استفاده گردید[Lum and Tan, 2003]. به عبارت دیگر در مدل‌سازی مدل لوجیت ترکیبی، برای رانندگانی که عبور می کنند، عدد ۱ به متغیر وابسته تعلق گرفت. این مدل یکی از انعطاف پذیرترین ساختارهای مدل‌های انتخاب گسسته است، که به کمک آن میتوان تقریباً هرساختار دیگری در مدل‌های مطلوبیت تصادفی را تخمین زد. توصیف بسیار خوبی از این مدل و ویژگی‌های آن درسال ۲۰۰۰ توسط مکفادن وترین[۱۴] ارائه شده است[McFadden and Train, 2000]. این مدل امکان تغییرات در سلیقه های تصادفی، استفاده ازانواع الگوهای جانشینی ونیز همبستگی در جزء مشاهده نشده درزمان رابرای مدل‌سازفراهم می‌آورد. همچنین برخلاف مدل لوجیت استانداردبه یک توزیع خاص محدود نبوده وتوانایی یافتن ناهمگونی دررفتارافرادوحتی منبع ناهمگونی رادارد. مدل لوجیت ترکیبی بسته به نظرمدلساز،براساس محدوده‌ی وسیعی ازویژگی های رفتاری قابل تخمین زدن وتفسیراست. تابع احتمال انتخاب یک مدل لوجیت ترکیبی در حقیقت یک انتگرال از تابع احتمال انتخاب مدل لوجیت استاندارد روی یک تابع چگالی از پارامترها است. در حالت کلی این تابع احتمال تعریفی به فرم رابطه‌ی (۲) دارد.

$$p_{ni} = \int L_{ni}(\beta) f(\beta) d(\beta) \qquad (۲)$$

دررابطه‌ی اخیر $L_{ni}(\beta)$تابع احتمال مدل لوجیت استانداردداست، و $f(\beta)$ تابع چگالی ازپارامتر βاست. دربیشترکاربردهای مدل لوجیت ترکیبی، $f(\beta)$ به صورت تابع پیوسته تعریف می‌گردد. در این پژوهش، بافرض تابع چگالیβ به صورت توزیع نرمال بامیانگین وهم پراکنش (W) تابع احتمال انتخاب لوجیت ترکیبی به صورت رابطه‌ی (۳) نوشته می‌شود.

$$p_{ni} = \int \frac{e^{\beta' x_{ni}}}{\sum_{j=1}^{j} e^{\beta' x_{nj}}} \emptyset\left(\frac{\beta}{b}, w\right) d(\beta) \qquad (۳)$$

که در آن $\phi(\frac{\beta}{b}, w)$ تابع چگالی توزیع نرمال بامیانگین b وهم-پراکنشW است، و در آن محقق با پرداخت مدل، مقدار b و W را تعیین می‌کند. توزیع نرمال،به عنوان پرکاربردترین توزیع مورداستفاده درمدل های لوجیت ترکیبی است[Bolduc, 1996; Hensher and Greene, 2002; McFadden and Train, 2000]. که در این مطالعه نیز از این توزیع استفاده شد. این توزیع حول میانگین، متقارن است وتابع چگالی آن به صورت رابطه‌ی(٤) نوشته می‌شود.

$$\emptyset(\beta) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\beta-\mu)^2}{2\sigma^2}} \qquad (٤)$$

که درآن $\beta \in (-\infty, +\infty)$ اســت.جهت کالیبره کردن ضــرایب متغیرهای وابســته در مدل از روش حداکثر درست نمایی استفاده می شــود. در روش حداکثر درســت نمایی احتمال وقوع پدیده های مشــاهده شــده حداکثر می شود. به بیان ریاضی ابتدا احتمال وقوع مشــاهدات با فرض اســتقلال وقوع، با استفاده از رابطه (٤) محاســبه می شود و سپس ضرایب به گونه ای کالیبره می‌شود که به این احتمال مقدار حداکثر تخصیص یابد.

$$l(\beta) = \prod_{i=1}^{n} \pi(x_i)^{y_i} (1 - \pi(x_i))^{1-y_i} \qquad (٥)$$

در این رابطهyi مشخص کننده‌i-مین مشاهده متغیر وابسته با مقدار ۰ یا ۱ است وyiاز یک تاn (تعداد مشاهدات) ادامه می‌یابد. برای حداکثر سازی رابطه (٤) و کالیبره کردن ضرایب مدل از حداکثر سازی لگاریتم احتمال که در رابطه (٥) نشان داده شده است، استفاده می شود[Lemeshow and Hosmer, 1982].

$$\sum_{i=1}^{n} \{y_i \ln(\pi(x_i)) + (1 - y_i) \ln(1 - \pi(x_i))\} \qquad (٦)$$

www.SID.ir

Archive of SID

به این ترتیب ضرایب متغیرهای مستقل مدل در تناظر با حداکثر مقدار لگاریتم احتمال وقوع مشاهدات که به اختصار با LL داده می شوند، محاسبه خواهند شد.

در جهت اعتبارسنجی مدل های لجستیک آزمون ذیل پیشنهاد می شود[Hensher, Rose and Greene, 2005]::

آزمون نسبت درست نمایی(تمایل): به منظور اعتباریابی کل مدل در مدل های دوگانه و چندگانه از این آزمون استفاده می شود. روش کار به این صورت است که باید مشخص شود میزان تفاوت L(β) از L(0) برای مدل موردنظر دارای معنی است یا نه. این آزمون با استفاده از توزیع مربع کای (χ۲) انجام می شود. به این منظور باید رابطه زیر برقرار باشد:

(۵)

$$-2[LL(0) - LL(\beta)] > \chi^2_{N,1-\alpha}$$

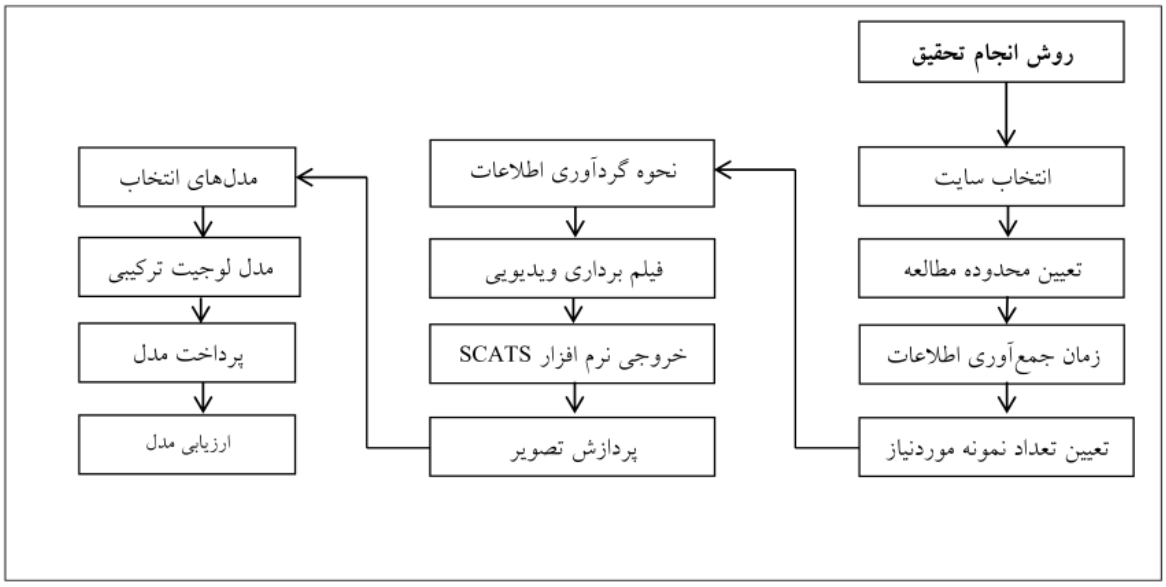
که در آن:

L(0)= لگاریتم تابع تمایل با فرض صفر بودن همه پارامترها

L(β)=لگاریتم تابع تمایل بعد از پرداخت مدل,

$\chi^2_{N,1-\alpha}$= آماره با توزیع χ^2_N با N درجه آزادی وبازه اطمینان α -۱

در شکل(۳) فلوچارت مراحل تحقیق به نمایش درآمده است.



شکل ۳. فلوچارت مراحل تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID

٤. بحث و نتایج

در فرایند ساخت مدل، با واردکردن متغیرهای مستقل مختلف به مدل و ارزیابی قابلیت توصیف مدل و سنجش سطح معناداری متغیرهای به کاررفته، مدل لوجیت ترکیبی و دوتایی نهایی متشکل از متغیرهای مشروح در جدول (۳) و(٤) با استفاده از نرم افزارNLOGIT ساخته شد. در فرآیند مدلسازی از هر دو روش پیشرو و پس گشت۲۰ استفاده شد[Bolduc, and Ben-AkiWand, 1996; Revelt and Train, 2000] .متغیرهای با سطح معناداری بیشتر از ۰/۰۵ از مدل کنار گذاشته شدند. ارزیابی قابلیت توصیف مدل با استفاده از شاخص های ρ_c^2و ρ_0^2 صورت گرفت. درجدول (۳) و(٤) علاوه بر گزارش متغیرهای به کاررفته در مدل، سطح معناداری و خطای استاندارد، شاخص های برازش مدل‌ها نیز گزارش شده است.تمامی ضرایب متغیرها در مدل از علامت و مقدارهای نسبی قابل انتظار برخوردار بودند ضرایب مثبت در ((U(1)) به معنی تأثیرگذاری مثبت در ریسک پذیری راننده و علامت منفی به معنی تأثیرگذاری مثبت در توقف راننده است و همچنین ضرایب مثبت در ((U(0)) به معنی تأثیرگذاری مثبت در توقف راننده و علامت منفی به معنی تأثیرگذاری مثبت در ریسک‌پذیری راننده است. شاخص‌های ρ_c^2و ρ_0^2 به‌ترتیب نشان‌دهنده‌ی خوبی برازش مدل کالیبره شده نسبت به مدل پایه (سهم مساوی گزینه‌ها) و مدل با ضرایب ثابت (سهم بازار) هستند که مقادیر آن‌هابه‌ترتیب برای مدل باینری برابر با ۰/۳۱۹۲و۰/۲٦۷، برای مدل ترکیبی برابربا ۰/۲۸۷۵ و۰/۲۸۳۳ است. شایان ذکر است که هرچه این مقادیر بیشتر و به‌سمت عدد ۱ میل نمایند، میزان برازندگی مدل بیشتر است. همانطور که مشاهده می شود میزان برازش مدل باضرایب پایه (ρ_c^2) در مدل لوجیت ترکیبی بیش‌از مدل باینری است، این امر به معنی دقت بالاتر مدل لوجت ترکیبی جهت ارزیابی رفتار رانندگان در برابر چراغ زرد است. همچنین آزمون نسبت درست‌نمایی برای مدل‌ها به منظور اعتباریابی کل مدل و همچنین مقایسه بین دو مدل استفاده می‌شود.آزمون نسبت درست‌نمایی نشان می‌دهدکه توضیح‌دهندگی مدل لوجیت ترکیبی نسبت به سهم مساوی (۲۳۸/۳٦۷۸در برابر مقدار بحرانی۲۰/۰۹۰۲) و سهم بازار (۲۳۲/۳۳۷٦در برابر مقدار بحرانی۲۰/۰۹۰۲)، در سطح اطمینان بیش از ۹۵ درصد، معنی‌دار است برای لوجیت باینری توضیح‌دهندگی مدل نسبت به سهم مساوی (۲۸۸/٦۰۱در برابر مقدار بحرانی۲۱/٦٦٦) و سهم بازار (۲۲۵/۰۱۹۳در برابر مقدار بحرانی۲۱/٦٦٦)، در سطح اطمینان بیش از ۹۹ درصد، معنی‌دار است. جهت ارائه شاخص درصد برآورد صحیح، پس از پرداخت مدل‌ها، احتمال انتخاب هر گزینه برای تمام مشاهدات محاسبه شده و گزینه‌ای که بیشترین احتمال داشته باشد به عنوان گزینه انتخابی مدل برای مشاهده مذکور در نظر گرفته می‌شود. درصد تطابق پیش‌بینی با مشاهدات را، درصد برآورد صحیح می‌نامند. نتایج این شاخص برای مدل لوجیت ترکیبی به ترتیب برای توقف ۷٤/۷۵٪ و عبور ٦۷/۳۹٪ بدست آمده است. با توجه به نتایج ارائه شده جدول (۳) برای مدل لوجیت ترکیبی تمامی متغیرهای توضیحی مدل در سطح اطمینان بیش از ۹۵ درصد، معنی‌دار هستند. تحلیل نتایج مدل ترکیبی نشان می‌دهد وجود عابرین‌پیاده (PED) در خیابان در هنگامی که چراغ زرد می شود باعث می شود که رانندگان محتاط‌تر عمل کرده و به عبارت دیگر برای حفاظت از عابرپیاده و به دلیل ریسک برخورد بیشتر، کمتر خطر کنند. این متغیر دارای علامت ضریب منفی در تابع ((U(1)) است. متغیر سرعت راننده در فاصله ۲۰ متری (speed20) از تقاطع در مدل معنادار و ضریب آن در تابع ((U(1)) دارای علامت مثبت است که نشان می‌دهد، رانندگانی که دارای سرعت بالاتری در فاصله ۲۰ متری از تقاطع هستند ریسک پذیرتر عمل می‌کنند. دلیل این موضوع می‌تواند این باشد که رانندگان با سرعت بالاتر در خیابان، عبور خود را تمام شده فرض می‌کنند و در انتخاب توقف در پشت چراغ دقت کافی را نمی‌کنند. این نتیجه با نتایج مرجع [and Han et al, 2011] مطابقت دارد. متغیر دیگر با اثر منفی در تابع ((U(0))، طول

www.SID.ir

Archive of SID

عبوری در داخل تقاطع برای راننده (Ditsance inter) است که هرچه طول عبوری در تقاطع افزایش یابد باعث پذیرش خطر بیشتری شده است. پارامتر تصادفی در این مدل فاصله از تقاطع وقتی چراغ زرد می‌شود (disyell) است. زمانی‌که چراغ زرد می‌شود احتمال تصادفی بودن و یا عدم اطمینان در انتخاب عبور و یا توقف افزایش می‌یابد. نتایج این مدل ناحیه تردیدرا تصریح می‌کند و همینطور این موضوع را می افزاید که فاصله بلاتکلیفی برای رانندگان دارای یک ضریب تصادفی متناسب با سلیقه فرد است و نشان داد که ضریب متغیر فاصله از چراغ زرد (disyell) دارای یک توزیع نرمال است و بین رانندگان این ضریب تغییر می کند. علامت پارامتر تصادفی در انتخاب تخلف ((U(1)) منفی است که به این معنا است هرچه فاصله راننده از تقاطع بیشتر باشد احتمال تخلف راننده کاهش می‌یابد. هرچه فاصله خودرو از تقاطع هنگامی که چراغ زرد می‌شود بیشتر باشد، مسافت بیشتری برای تصمیم گیری رانندگان وجود دارد که محتاط‌تر عمل کنند ویا با افزایش سرعت، خود را در معرض خطر قرار دهند. به عبارت دیگر هرچه فاصله خودرو از تقاطع در هنگام چراغ زردکمتر باشد تمایل راننده را به تخلف افزایش می‌دهد.

بررسی اثر سرعت خودرو از زمانی‌که چراغ زرد (speedyell) را مشاهده می‌کند تابه خط ایست می‌رسد، نشان می‌دهد که خودروهایی که دارای سرعت بالاتری در این زمان هستند، خطرپذیری بیشتری دارند. سرعت بالاتر نشان از ریسک‌پذیری بالاتر و کاهش زمان عکس‌العمل راننده است. زمان انتظاررانده (Waiting time) هم متغیر دیگری با علامت ضریب منفی در تابع ((U(0)) است که در افزایش احتمال خطرپذیری رانندگان تأثیر مثبت دارد. زمان انتظار بالاتر سبب کاهش تحمل راننده و افزایش تمایل راننده به تخلف است.

با توجه به مدل مشاهده می‌شود، متغیر سرفاصله مکانی خودروها (headway)، نقش مهم و معناداری دارد و دارای علامت منفی در تابع ((U(1)) است. لازم به ذکر است که هرچه سرفاصله مکانی

خودروها بیشتر باشد، احتمال برخورد با خودروی جلویی کاهش می‌یابد، همین امر باعث افزایش سرعت و درنتیجه افزایش ریسک‌پذیری راننده می‌گردد. متغیر فوق حاکی از آن است که هرچقدر سرفاصله مکانی خودرو کمتر باشد، تمایل راننده به خطر و پذیرش تخلف کمتر می‌شود

.

جدول ۳. توابع مطلوبیت گزینه های موجود در مدل لوجیت ترکیبی

متغیر		مدل لوجیت ترکیبی
توابع مطلوبیت	U(1)= انتخاب تخلف عبور از چراغ زرد و یا ثانیه ابتدایی فاز قرمز(۲ ثانیه ابتدایی)	U(1)=a1*disyell+a2*speed20+a3*headway+a4*ped
	U(0)= انتخاب توقف	U(0)=a5+a6* Dittance inter +a7* Waiting time+a8*speedyell

	نوع متغیر	ضریب	سطح معناداری
constant	مقدار ثابت	٤/٧٢٥٩٢	۰/۰۰۰
disyell	پیوسته	-۰/۱۳٦٥۲	۰/۰۰۰۰
speed20	پیوسته	۰/۳۹٥٥۳	۰/۰۰۰
headway	پیوسته	-۳/۳۲٥٥٤	۰/۰۰٦۳
ped	دوگانه	-۰/٥۳۱۷٦	۰/۰۳۸٦
Distance inter	پیوسته	-۰/۰۷٤۰۲	۰/۰۰٤٦
Waiting time	پیوسته	-۱/۲٥۲۹۲	۰/۰۰۰٤

www.SID.ir

Archive of SID

speedyell	پیوسته	-۰/۲٦٤۲۹	۰/۰۰۲
cycle	پیوسته	-	-
redtime	پیوسته	-	-
Baresh	پیوسته	-	-
NS(disyell)	پارامتر تصادفی	۰/۰٤۲	۰/۰۰۷٤
LL (β)	لگاریتم احتمال (ضرایب مدل)		-۲۹۵/۳۱۸۱
ρ_0^2			۰/۲۸۷۵
ρ_c^2			۰/۲۸۳۳

جدول ٤. توابع مطلوبیت گزینه های موجود در مدل لوجیت دوگانه

متغیر	مدل لوجیت دوگانه	
توابع مطلوبیت	U(1)= انتخاب تخلف عبور از چراغ زرد و یا ثانیه ابتدایی فاز قرمز(۲ ثانیه ابتدایی)	U(1)=a1*disyell+a2*speed20 +a3*ped +a4* Dittance inter +a5*Waitingtime+a6*speedyell+a7*Baresh+a8*cycle+a9*redtime+a10
	U(0)= انتخاب توقف	

	نوع متغیر	ضریب	سطح معناداری
constant	مقدار ثابت	-۱/۷٤٤	۰/۰۰۰
disyell	پیوسته	-۰/۰۲۸۲٦	۰/۰۰۰
speed20	پیوسته	۰/۱۰۲	۰/۰۰۰
headway	پیوسته	-	-
ped	دوگانه	-۰/۱۷۵	۰/۰۰۱۸
Distance inter	پیوسته	۰/۰۲۵۸	۰/۰۰۰۱
Waiting time	پیوسته	۰/۲٤٦	۰/۰۰۲۷
speedyell	پیوسته	۰/۰٤۳۱	۰/۰۰۹۸
cycle	پیوسته	۰/۰۰۳٦	۰/۰۱۰۳
redtime	پیوسته	-۰/۲۲۱٤	۰/۰۰۰
Baresh	پیوسته	۰/۰۱۱۷	۰/۰۳۹٤
NS(disyell)	پارامتر تصادفی	-	-
LL (β)	لگاریتم احتمال (ضرایب مدل)		-۳۰۷/٦۳۱۱
ρ_0^2			۰/۳۱۹۲
ρ_c^2			۰/۲٦۷

www.SID.ir

Archive of SID

٦. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این پژوهش تأثیر عوامل فیزیکی ، ترافیکی و محیطی بر رفتار رانندگان در تقاطع های چراغدار مورد بررسی قرار گرفت. یکی از نوآوری های این پژوهش بررسی تأثیرگذاری سلیقه رانندگان در عبور و یاتوقف دربرابر چراغ راهنمایی است. نتایج این مقاله حاکی از آن است که میزان تأثیرگذاری متغیر فاصله از تقاطع در هنگام چراغ زرد برای هر راننده در عبور ویا توقف مقدار ثابتی نمی باشد و باتوجه به سلیقه فرد تغییر می کند. همچنین این پژوهش دریافت که مدل لوجیت ترکیبی دقت بالاتری نسبت به مدل لوجیت باینری در جهت ارزیابی رفتار رانندگان دارد. با بررسی نتایج این مقاله، می توان شناخت بیشتری نسبت به ماهیت رفتار رانندگان در تقاطع های چراغدار داشت و برنامه های کنترلی و نظارتی بیشتردر جهت کاهش تخلفات ارائه داد. نتایج نشان داد که میزان زمان انتظار راننده در پشت چراغ قرمز، طول سیکل چراغ راهنمایی و سرعت خودرو در افزایش ریسک راننده در عبور از تقاطع تأثیرگذار است. درنتیجه این مطالعه بیان می کند زمان‌بندی چراغهای راهنمایی و سرعت راننده در هنگام رسیدن به تقاطع تأثیرگذاری قابل ملاحظه ای در عبور رانندگان از فاز زرد دارد. مسئولان و کارشناسان با آموزش به رانندگان و اعمال قانون سرعت در تقاطع‌ها در کاهش سرعت و با درنظر گرفتن مؤلفه صبر رانندگان در زمان بندی چراغ ها می توانند ریسک‌پذیری رانندگان را کاهش دهند.

به طور کلی، مهمترین نتایج بدست آمده از این مطالعه را می‌توان به صورت ذیل برشمرد:

۱–سرعت خودرو در لحظه شروع فاز زرد تأثیر منفی بر رفتار رانندگان دارد. زیرا با افزایش سرعت میزان زمان برای راننده در تصمیم‌گیری کاهش محسوسی پیدا می‌کند و همین طور راننده در پایان زمان باقی مانده از فاز زرد، تصمیم خود مبنی بر عبوررا گرفته و با دیدن تغییر فاز به قرمز معمولاً تغییری در تصمیم خود ایجاد نمی کند، این نتیجه مطابق پژوهش‌های پاپینو والمنتری است[Elmitiny et al. 2010; Papaioannou, 2007].

۲–با توجه به نتایج حاصل از مدل لوجیت ترکیبی، مهمترین و تأثیرگذارترین عامل در ریسک‌پذیری راننده سرفاصله مکانی خودروها است.

۳–میزان زمان انتظار راننده (زمان قرمز چراغ) تأثیرگذاری قابل توجهی در عبور از چراغ قرمز و زرد دارد. درنتیجه هرچه زمان انتظار افزایش پیدا کند احتمال تخلف راننده افزایش خواهد یافت.

٤–زمانیکه چراغ زرد می‌شود احتمال تصادفی بودن و یا عدم اطمینان در انتخاب عبور و یا توقف افزایش می‌یابد. یکی از اهداف این پژوهش ازابتدا بررسی تأثیرگذاری فاصله خودرو از تقاطع در هنگام شروع فاز زرد چراغ (disyell) است. نتایج مدل نشان داد که فاصله خودرو (disyell) برای رانندگان دارای یک ضریب تصادفی متناسب با سلیقه فرد است و نشان داد که ضریب آن دارای یک توزیع نرمال است وبین رانندگان این ضریب تغییر می‌کند. علامت پارامتر تصادفی در انتخاب عبور ((U(1)) مانندیگر پژوهش ها [Konecni, Ebbeson and Konecni, 1976; Stimpson, Zador and Tarnoff, 1980] منفی است که به این معنا است که هرچه فاصله راننده از تقاطع بیشتر باشد احتمال تخلف راننده کاهش می‌یابد. هرچه فاصله خودرو ازتقاطع هنگامی که چراغ زرد می‌شود بیشتر باشد، مسافت بیشتری برای تصمیم گیری رانندگان وجود دارد که محتاط تر عمل کنند ویا با افزایش سرعت، خود را در معرض خطر قرار دهند به عبارت دیگر هرچه فاصله خودرو از تقاطع در هنگام چراغ زردکمتر باشد تمایل عبور راننده را به تخلف در جهت جلوگیری از ماندن در پشت چراغ افزایش می‌دهد.

۷. پی‌نوشت‌ها

1-Dilemma zone
2-Lum
3-Sydney Coordinated Adaptive Traffic System
4-Konecni
5-El-Shawarby
6-papaioannou
7-Elmitiny
8-long
9-yang
10-Gates

www.SID.ir

Archive of SID

11-Caird
12-Kim
13-Setti
14-McFadden & Train

۸. مراجع

-Bolduc, D. and Ben-AkiWand, M. (1996) "Multinomial probit with a logit Kernel and a general parametric specification of the covariatice structure", Massachusetts Institute of Technology: Cambridge Mass.

-Caird, J. K., Chisholm, S., Edwards, C. J. and Creaser, J. I. (2007) "The effect of yellow light onset time on older and younger drivers' perception response time (PRT) and intersection behavior", Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Vol.10, No. 5, pp 383-396.

-Elmitiny, N., Yan, X., Radwan, E., Russo, C. and Nashar, D. (2010) "Classification analysis of driver's stop/go decision and red-light running violation", Accident Analysis & Prevention, Vol.42, No. 1, pp. 101-111.

-El-Shawarby, I., Rakha, H. A., Inman, V. W. and Davis, G. W.(2007) "Age and gender impact on driver behavior at the onset of a yellow phase on high-speed signalized intersection approaches ", in Transportation Research Board 86th Annual Meeting.

-Gates, T. and Noyce, D. (2010) "Dilemma zone driver behavior as a function of vehicle type, time of day, and platooning", Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2149, pp. 84-93.

-Gates, T., Noyce, D., Laracuente, L. and Nordheim, E. (2007) "Analysis of driver behavior in dilemma zones at signalized intersections", Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No.2030,pp. 29-39.

-Gazis, D., Herman, R. and Maradudin, A. (1960) "The problem of the amber signal light in traffic flow", Operations Research, Vol.8, No. 1. pp. 112-132.

-Haque, M. M., Ohlhauser, A. D., Washington, S. and Boyle, L. N. (2016) "Decisions and actions of distracted drivers at the onset of yellow lights", Accident Analysis & Prevention, Vol.96, pp. 290-299.

-Hensher, D. A., Rose, J. M. and Greene, W. H. (2005) "Applied choice analysis: a primer", New York: Cambridge University Press.

-Huang, M., Fujita, M. and Wisetjindawat, W. (2017) "Countdown timers, video surveillance and drivers' stop/go behavior: Winter versus summer", Accident Analysis & Prevention, Vol.98, pp. 185-197.

-Hurwitz, D. S., Knodler Jr, M. A., & Nyquist, B. (2010) "Evaluation of driver behavior in type II dilemma zones at high-speed signalized intersections", Journal of Transportation Engineering, Vol.137, No. 4, pp. 277-286.

-Jahangiri, A., Rakha, H. and Dingus, T. A. (2016) "Red-light running violation prediction using observational and simulator data", Accident Analysis & Prevention, Vol.96, pp. 316-328.

-Kim, S., Son, Y.-J., Chiu, Y.-C., Jeffers, M. A. B. and Yang, C. D. (2015) "Impact of road environment on drivers' behaviors in dilemma zone: Application of agent-based simulation", Accident Analysis & Prevention, Vol. 96, pp. 329-340.

-Konecni, V., Ebbeson, E. B. and Konecni, D. K. (1976) "Decision processes and risk taking in traffic: Driver response to the onset of yellow light", Journal of Applied Psychology, Vol. 61, N. 3, pp.359.

-Lemeshow, S. and Hosmer, D. W. (1982) "A review of goodness of fit statistics for use in the development of logistic regression models", American Journal of Epidemiology, Vol.115,No. 1, pp. 92-106.

-Long, K., Han, L. D. and Yang, Q. (2011) "Effects of countdown timers on driver behavior

www.SID.ir

Archive of SID

300-307.

-Setti, J. R., Rakha, H. A. and El-Shawarby, I. (2006) "Analysis of brake perception-reaction times on high-speed signalized intersection approaches", Paper presented at the 2006 IEEE intelligent transportation systems conference.

-Sharma, A., Burnett, N. and Bullock, D. M. (2010) "Impact of inclement weather on dilemma zone boundaries", Paper presented at the Transportation Research Board 89th Annual Meeting.

-Stimpson ,W., Zador, P. L. and Tarnoff, P. (1980) " Influence of the time duration of yellow traffic signals on driver response", ITE Journal, Vol.50, No.11, pp. 22-29.

-Wang, X., Yu, R. and Zhong, C. (2016) "A field investigation of red-light-running in Shanghai", China. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Vol. 37, pp. 144-153.

-Yan, X., Radwan, E., Klee, H. and Guo, D. (2005) "Driver behavior during yellow change interval", Proceedings of DSC North America, Orlando.

-Yang, Z., Tian, X., Wang, W., Zhou, X. and Liang, H. (2014) "Research on driver behavior in yellow interval at signalized intersections", Mathematical Problems in Engineering, Volume 2014, Article ID 518782, 8 pages

after the yellow onset at Chinese intersections", Traffic Injury Prevention, Vol.12, No. 5, pp. 538-544.

-Lum, K. and Tan, Y. (2003) "Driver response at a signalized T-intersection during an amber blackout", Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Vol.6, No. 3, pp.183-195.

-McFadden, D. and Train, K. (2000) "Mixed MNL models for discrete response", Journal of Applied Econometrics, Vol.15, No. 5, pp. 447-470.

-Papaioannou, P. (2007) "Driver behaviour, dilemma zone and safety effects at urban signalised intersections in Greece", Accident Analysis & Prevention, Vol.39, No. 1, pp. 147-158.

-Retting, R. A., Williams, A. F., Farmer, C. M. and Feldman, A. F. (1999) "Evaluation of red light camera enforcement in Oxnard", Accident Analysis & Prevention, Vol.31, No. 3, pp. 169-174.

-Revelt, D. and Train, K. (2000) "Customer-specific taste parameters and mixed logit: Households' choice of electricity supplier", California: Department of Economics, UCB.

-Savolainen, P. T. (2016) "Examining driver behavior at the onset of yellow in a traffic simulator environment: comparisons between random parameters and latent class logit model", Accident Analysis & Prevention, Vol. 96, pp.

www.SID.ir

Archive of SID

Modeling for Driver's Dilemma Behavior in Choosing Pass/Stop After Yellow Time with Mixed Logit Models (Case study of Qazvin)

A. abdolrazaghi, MSc. Grad., Faculty of Engineering, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

B. Mirbaha, Assistant Professor, Faculty of Engineering, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

A. A. Rassafi, Associate Professor, Faculty of Engineering, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

E-mail:mirbaha@eng.Ikiu.ac.ir

Abstract

At the onset of the yellow phase, drivers often come across a dilemma situation where they are unable to stop comfortably before the stop line or clear the intersection (without excessive acceleration) prior to the onset of the red signal phase. yellow time is designed to inform drivers about passing time and preventing extreme changes in cars' speed in timing of intersections with traffic lights. However, studies have confirmed that drivers face high level of uncertainty during yellow time. drivers visually sample their surroundings while driving so they are able to change their behavior based on other vehicles' movements, the roadway environment and traffic signal data. This implies that drivers' behaviors are affected by surrounding factors such as other vehicles' headway or intersection conditions. In the dilemma zone, drivers' decisions are influenced not only by their own condition (e.g., distance to the stop line, speed, red time)but also by the surrounding environment at an intersection. The primary goal of the research described here was to develop a comprehensive knowledge of the stopping characteristics of dilemma zone drivers at signalized intersections. Physical, traffic, timing and phasing of intersections and weather conditions are assessed factors. The research performed here involved macroscopic evaluation of driver behavior; thus, characteristics of individual drivers were not investigated as it was not feasible to determine information such as age, experience, route familiarity, and sex of each driver. This study investigates actual data of traffic cameras and central smart program in four intersections in Qazvin in which traffic lights are set up. Peak, normal sunny and rainy conditions and drivers' behavior in yellow and red times are studied using binary and mixed logit model. A field study was performed using a video-based data collection system to record several attributes related to the behavior of the last vehicle to go through and the first vehicle to stop in each lane during each yellow interval. The researchers concluded that a driver's decision to stop or go through when presented with a yellow indication is complex but can be predicted reasonably well based on several factors. Pedestrians in streets and headway are the most effective factors on drivers' pauses in yellow or red phase. High speed of cars and also waiting time (red phaseare the most influential factors on drivers motion in yellow or red phases. The results of model show binary logit model has a higher accuracy than the combined logit model for assessing driver behavior.

Keywords: Violation, driver behavior, mixed logit

www.SID.ir

Archive of SID

علیرضاعبدالرزاقی، بابک میربهاء، امیرعباس رصافی



علیرضـا عبدالرزاقی، در سـال ۱۳۹۳ درجه کارشناسی در رشته مهندسی عمران- عمران را از دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره) ، در سـال ۱۳۹۵درجه کارشـناسـی ارشـد در رشـته مهندسـی عمران – مهندسی و برنامه‌ریزی حمل و نقل را از همان دانشـــگاه اخذ کرد. زمینه های پژوهشـــی مورد علاقه ایشـــان مدلهای رفتاری رانندگان و عابرین پیاده، تحلیل تقاضاو شبیه سازی ترافیکی بوده و در حال حاضر به عنوان مسئول مطالعات در مرکز کنترل ترافیک شهرداری قزوین مشغول به کار است.



بابک میربهاء، درجه کارشناسی در رشته عمران را در سال ۱۳۸۲ از دانشگاه آزاد اسلامی – واحد تهران مرکز و درجه کارشناسی ارشد در رشته عمران – راه و ترابری را در سال ۱۳۸٤ از دانشگاه تربیت مدرس اخذ نمود. در سال ۱۳۹۲ موفق به کسب درجه دکتری در رشته عمران – راه و ترابری از دانشگاه تربیت مدرس گردید. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان مدلسازی رفتاری در ایمنی راه، سیستمهای حمل و نقل هوشمند و ترافیک بوده و در حال حاضر استادیار دانشگاه بین المللی امام خمینی است.



امیرعباس رصافی، در سال ۱۳۷۰ درجه کارشناسی در رشته مهندسی عمران-عمران را از دانشگاه صنعتی شریف، در سال ۱۳۷٦درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران – مهندسی و برنامه‌ریزی حمل و نقل را از همان دانشگاه اخذ کرد و در سال ۱۳۸۳ موفق به کسب درجه دکتری در رشته مهندسی عمران – مهندسی و برنامه‌ریزی حمل و نقل از همان دانشگاه شد. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان توسعه پایدار و محیط زیست، تحلیل تصمیم، و مدلسازی تقاضا بوده و در حال حاضر دانشیار گروه حمل و نقل در دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره) است.

www.SID.ir