Archive of SID

بررسی تأثیر موقعیت ایستگاه‌های تاکسی گردشی بر عملکرد ترافیکی معابر شهری

محمود احمدی‌نژاد[1]
افشین شریعت مهینی[2]
امیر راسخ[3]

تاریخ دریافت : ۱۳۸۸/۱۱/۰۹
تاریخ پذیرش : ۱۳۸۹/۰۲/۰۸

چکیده

تاکسی‌های گردشی در ایران، حرکات خاص و تغییر خط‌های ناگهانی به‌منظور سوار و پیاده‌کردن مسافر انجام می‌دهند. این وسایل‌نقلیه با مانور در طول معابر و توقف در هر نقطه دلخواه از مسیر باعث بی‌نظمی در جریان ترافیک و تحمیل تأخیر فراوان به دیگر وسایل‌نقلیه در حال حرکت در شبکه می‌شوند. اعمال مقررات در خصوص توقف تاکسی‌های گردشی منحصراً در ایستگاه تاکسی همواره مورد توجه بوده است و تعیین تأثیر این محدودیت بر بهبود پارامترهای جریان ترافیک بسیار حائز اهمیت است.

در این پژوهش، تاثیر موقعیت ایستگاه‌های تاکسی گردشی بر عملکرد یک معبر شهری با استفاده از شبیه‌سازی رایانه‌ای رفتار این وسیله‌نقلیه در نرم‌افزار vissim به‌دست آمده است. اطلاعات جریان ترافیک و رفتارهای تاکسی‌های گردشی یک معبر نمونه با آمارگیری و برداشت میدانی به‌دست آمده است و رفتار تاکسی در جریان ترافیک مختلط معبر مذکور در نرم‌افزار شبیه‌سازی شده است. با استفاده از مقایسه شاخص‌های عملکردی معبر شامل زمان سفر و تاخیر در سناریوهای مختلف موقعیت ایستگاه‌های تاکسی، میزان بهبود پارامترهای جریان ترافیک مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که توقف تاکسی‌های گردشی به‌ویژه در طول معابر یک و دوخطه تاثیر فراوانی بر عملکرد ترافیکی معبر موردنظر و افزایش زمان سفر و تاخیر وارده به وسایل‌نقلیه ترددکننده در آن معبر می‌گذارد.

کلیدواژه‌ها: *تاکسی گردشی، شبیه‌سازی، تاثیر ترافیکی، عملکرد معابر شهری*

[1]- استادیار دانشکده عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران

[2]- استادیار دانشکده عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران

[3]- دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی حمل و نقل، دانشگاه علم و صنعت ایران

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در بسیاری از شهرهای جهان، تاکسی به عنوان یک اصل مهم حمل‌ونقلی شناخته می‌شود که قسمت قابل توجه‌ای از جابجایی مسافران توسط این وسیله‌نقلیه صورت می‌گیرد. براساس سیاست دولت‌ها و نحوه مدیریت ترافیک‌شهری، تاکسی در شهرهای مختلف جهان کارکرد متفاوتی دارد. در بسیاری کشورها از تاکسی به‌عنوان یک وسیله حمل‌ونقل غیراشتراکی استفاده می‌شود، اما در برخی کشورها تاکسی‌ها به‌صورت اشتراکی و گردشی فعالیت کرده و به‌صورت عمومی به جابجایی مسافران در نقاط مختلف شهر می‌پردازند. استفاده از تاکسی به‌عنوان یک وسیله‌نقلیه‌عمومی که در سطح شبکه معابر تردد می‌نماید و مسافران را در غیر از مکان‌های تعیین‌شده سوار و پیاده می‌کند، باعث به‌وجود آمدن معضلات ترافیکی مهمی می‌گردد. اگر تاکسی‌ها تنها به اندازه یک وسیله‌نقلیه سواری بر جریان ترافیک تأثیر می‌گذاشتند، مسئله چندان مهمی رخ نمی‌داد، لیکن به‌دلیل رفتار خاص تاکسی‌های گردشی مثل سوار و پیاده‌کردن مسافران در کناره مسیر، تغییر خط‌های ناگهانی و مانورهای که توسط این وسیله‌نقلیه صورت می‌گیرد، تاکسی‌ها عملاً بیشتر از یک سواری شخصی با ابعاد و مشخصات مشابه خود بر جریان ترافیک تاثیر می‌گذارند. از این‌رو، جانمایی مناسب ایستگاه‌های تاکسی در سطح معابر و بررسی میزان تاثیر این جانمایی بر بهبود پارامترهای عملکردی مسیر، مسئله مهمی است که باید مورد توجه قرار گیرد.

برآورد تاثیر ترافیکی تاکسی همواره با بهره‌گیری از ضریب همسنگ این وسیله نقلیه انجام می‌شود، اما روش‌های موجود برای استخراج ضریب همسنگ وسایل‌نقلیه از یک سو عمدتاً برای وسایل‌نقلیه سنگین مناسب می‌باشند و از سوی دیگر تاکنون اثر وسایل‌نقلیه‌ای مانند تاکسی برروی سطح معابر را مورد بررسی قرار نداده‌اند. مسئله موردتوجه پیداکردن روشی برای تاثیرسنجی رفتارهای خاص تاکسی‌های گردشی در یک معبر شهری است.

در HCM 1965 اساس محاسبه ضرایب همسنگ سواری در جاده‌های دوخطه، کاهش نسبی سرعت می‌باشد که باید جایگزین وسیله نقلیه سنگین گردد تا کاهشی معادل با کاهش سرعت ناشی از آن وسیله را ایجاد کند. این روش به‌عنوان روش واکر شناخته می‌شود. در جاده‌های چندخطه نیز، ضریب همسنگ براساس تأخیر نسبی

www.SID.ir

Archive of SID

تعریف می‌گردد[۳]. در سال ۱۹۸۳، کناگین و مسر روش HCM 1965 در تعیین ضریب همسنگ برای جاده‌های چندخطه را تعمیم دادند. در این روش آنها ترکیبی از روش واکر و روش تأخیر نسبی را به کار بردند. آنها دریافتند که در جاده‌های چندخطه تنها مانع برای وسایل عبوری یا درحال سبقت، جریان ترافیک موافق می‌باشد[۵]. از دیگر روش‌های محاسبه ضریب همسنگ می‌توان به روش یاگار در سال ۱۹۸۴ اشاره کرد که بر مبنای نرخ کاهش سرعت می‌باشد[۴]. در این روش که براساس مشاهدات میدانی می‌باشد، یک رابطه مشخص بین سرعت و جریان کالیبره می‌شود که سرعت را براساس سرعت آزاد و تعداد وسایل‌نقلیه پیش‌بینی می‌کند. یکی از اصلی‌ترین تأثیرات وسایل‌نقلیه سنگین در جریان ترافیک آن است که در مقایسه با سواری‌ها فضای بیشتری از خیابان به آنها اختصاص یافته است. از این‌رو، روش سرفاصله مکانی که این موضوع در آن درنظر گرفته شده است، از مناسب‌ترین روش‌ها برای محاسبه ضریب همسنگ می‌باشد. در سال ۱۹۷۶، ورنر رابطه‌ای را در تعیین ضریب همسنگ در جاده‌های مسطح و در شرایط سطح سرویس پایین پیشنهاد کرد[۱]. سیگون نیز در سال ۱۹۸۲ روشی براساس سرفاصله مکانی برای محاسبه ضریب همسنگ ارائه کرد. در این روش ضریب همسنگ یک وسیله برابر با نسبت متوسط سرفاصله وسیله موردنظر بر متوسط سرفاصله سواری‌ها درنظر گرفته می‌شود[۲].

روش‌های دیگری نیز برای محاسبه ضریب همسنگ یک وسیله نقلیه در جریان ترافیک بر مبنای عوامل مختلفی چون چگالی، سرعت، سرفاصله زمانی و مکانی و ...ارائه شده است که پس از مطالعه تمامی روش‌ها به‌روشنی درمی‌یابیم که ابعاد وسایل‌نقلیه در کنار توانایی فیزیکی وسیله‌نقلیه از جمله مهم‌ترین عواملی هستند که در روش‌های مختلف استخراج ضریب همسنگ به آنها توجه شده است. این عوامل در کنار سرعت وسیله‌نقلیه، شرایط مسیر و ... مبنای اصلی به‌دست آمدن ضریب همسنگ انواع وسایل‌نقلیه می‌باشند.

تاکسی‌ها به عنوان یک وسیله‌نقلیه با ابعادی دقیقاً مشابه با سواری‌های موجود در شبکه فعالیت می‌کنند و از سوی دیگر توانایی و قابلیت حرکتی این وسیله‌نقلیه نیز تا حد زیادی به مشابه دیگر سواری‌های درحال حرکت در شبکه می‌باشد. باتوجه به عوامل یادشده مشخص می‌شود که تقریباً تنها عامل تأثیرگذار بر عملکرد ترافیکی

www.SID.ir

Archive of SID

خاص تاکسی‌ها، نوع منحصر به فرد حرکت این خودرو است که با هیچ یک از روش‌های یادشده تاثیرسنجی نمی‌شود. ارائه روشی مناسب برای برآورد تاثیرات حضور تاکسی گردشی در یک معبر منجر به تعیین میزان بهبود عملکرد معبر براساس جانمایی محل ایستگاه‌های تاکسی در آن خواهد بود. روش مورد استفاده در این پژوهش بر مبنای شبیه‌سازی ترافیکی تاکسی گردشی استوار است و به‌طور قابل ملاحظه‌ای بر رفتارهای خاص این وسیله‌نقلیه و مانورها و حرکات ناگهانی این وسیله تکیه دارد. از میان نرم‌افزارهای مختلف شبیه‌سازی ترافیکی ریزنگر، نرم‌افزار vissim به عنوان یک ابزار قدرتمند برگزیده شده است که قابلیت‌های فراوان آن در شبیه‌سازی ما را قادر به مدل‌کردن رفتارهای تاکسی‌های گردشی کرده است. همان طور که در ادامه نیز شرح داده شده است، از توانایی نرم‌افزار در شبیه‌سازی حمل‌ونقل عمومی بهره گرفته شده است تا با تغییرات انجام شده رفتار تاکسی گردشی مدل شود.

روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش ابتدا یک معبر نمونه که حضور تاکسی‌های گردشی در آن قابل توجه بوده است، انتخاب شده و سپس رفتارهای خاص تاکسی‌های گردشی طی بازدیدهای میدانی مشاهده شده است. براین‌اساس آمارگیری و اخذ اطلاعات جریان ترافیک و عملکرد تاکسی‌ها در آن معبر در دستورکار قرار گرفته است. پس از آن داده‌ها و آمارهای مزبور وارد نرم‌افزار شبیه‌سازی vissim شده و مانورها، حرکات خاص و رفتارهای تاکسی‌های گردشی مختلط با جریان ترافیک معبر شبیه‌سازی شده است. به منظور استفاده از قابلیت‌های حمل‌ونقل عمومی نرم‌افزار برای شبیه‌سازی رفتارهای تاکسی اقدامات خاصی صورت گرفته است و کالیبراسیون نرم‌افزار با استفاده از شاخص عملکردی زمان سفر وسایل‌نقلیه در معبر انجام شده است. پس از مدل‌سازی شرایط واقعی معبر در نرم‌افزار دوگزینه دیگر نیز مبتنی بر تغییر جانمایی محل ایستگاه‌های تاکسی در نرم‌افزار ساخته شده است. سپس پارامترهای عملکردی جریان ترافیک شامل زمان سفر و تاخیر با استفاده از نتایج حاصل از شبیه‌سازی سناریوهای سه‌گانه مذکور استخراج شده است. در پایان این نتایج باهم مقایسه شده و میزان بهبود حاصل‌شده در

www.SID.ir

Archive of SID

اثر جانمایی جدید ایستگاه‌های تاکسی در معبر موردنظر بررسی شده است. در ادامه هریک از این گام‌ها به تفکیک شرح داده شده است.

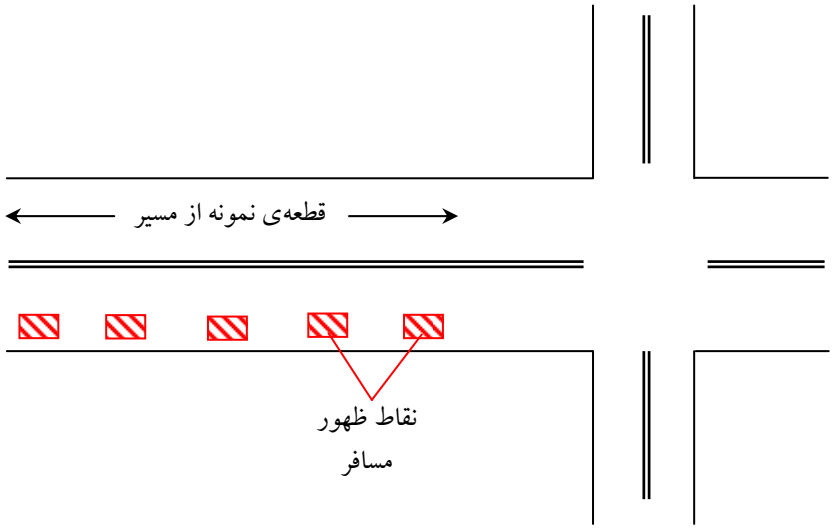
مبانی نظری و پیشینه مطالعات

برای برداشت خصوصیات جریان ترافیک و بررسی رفتارهای خاص تاکسی در یک معبر نمونه، آمارگیری قطعه‌ای از خیابان تهران‌پارس واقع در شرق تهران انجام شده است. این قطعه به طول ۶۰۰ متر مابین فلکه دوم و سوم تهران‌پارس قرار دارد و شامل ۳خط حرکتی در هر جهت است که یک خط آن دائماً در طول آمارگیری توسط خودروهای پارک شده اشغال بوده و لذا در شبیه‌سازی‌ها نیز در نظر گرفته نشده است. برداشت اطلاعات میدانی مربوط به مانورهای خاص این تاکسی‌های گردشی در طول معبر انجام شده است و با حضور در حاشیه‌ی مسیر و مشاهده‌ی رفتارها، حضور در داخل وسایل‌نقلیه درحال حرکت در جریان ترافیک و حضور در داخل تاکسی‌های گردشی فعال در آن معبر تمامی مانورها و عملکردهای ویژه این وسیله‌نقلیه ثبت شده است. براساس مشاهدات میدانی اولیه، مشخص شدکه فعالیت تاکسی‌های گردشی در طول مسیر، شامل سرعت کمتر به‌منظور جستجوی مسافر در خط سمت راست و مسدودکردن قسمتی از سواره‌رو از طریق توقف، جستجو و سوار و پیاده‌کردن مسافر در طول مسیر می‌باشد. پس از این بررسی‌ها، اقدام به برداشت آمارهای موردنیاز برای شبیه‌سازی رفتارهای مذکور در نرم‌افزار شده‌است. اطلاعات رفتارهای ترافیکی تاکسی‌های گردشی در معبر نمونه شامل مواردی چون تعداد تاکسی فعال در معبر، تعداد تاکسی پر در معبر، تعداد تاکسی خالی و دربستی در معبر، نقاط ظهور مسافر در معبر (موقعیت‌های تقاضا)، تعداد ظهور مسافر در هر موقعیت (میزان تقاضا)، درصد سوار و پیاده‌کردن مسافر در نقاط ظهور مسافر و تعداد تاکسی سوال‌کننده مقصد در نقاط ظهور مسافر در معبر نمونه بوده است. علاوه براین اطلاعات مهم دیگری نیز مانند احجام تردد معبر، ترکیب ترافیک، تعداد ورود و خروج خودروها به کوچه فرعی مهم معبر، زمان سفر وسایل‌نقلیه در طول مقطع موردنظر از معبر، سرعت‌های وسایل‌نقلیه، خصوصیات فیزیکی معبر و اطلاعات دیگر نیز به‌منظور تامین ورودی‌های نرم‌افزار

www.SID.ir

Archive of SID

vissim برداشت شده است. در شکل یک به‌صورت نمادین معبر مذکور به همراه نقاط احتمالی ظهور مسافر نمایش داده شده است.



شکل شماره یک: نمایش نمادین محل ایستگاه‌های تاکسی‌های گردشی در طول معبر آمارگیری شده

مدل سازی و ساخت تقاطع نمونه در نرم‌افزار vissim

پس از ورود مشخصات فیزیکی معبر به نرم‌افزار، اطلاعات پایه‌ای نرم‌افزار برای آن تعریف شده است. این اطلاعات به‌طور خلاصه شامل مواردی چون شتاب، سرعت، ابعاد و خصوصیات عملکردی وسایل‌نقلیه، تعریف انواع وسایل‌نقلیه، تنظیم پارامترهای رفتاری رانندگان برای هر وسیله‌نقلیه و تخصیص آنها به مسیر، تعیین اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه زمان توقف تاکسی‌های گردشی در نرم‌افزار (Dwell time) و اطلاعات دیگر می‌باشد. لازم به ذکر است که مدل‌های رفتاری رانندگان مانند مدل پیروی خودروها[۱] به دنبال هم و مدل تغییر خط[۲] آنها برای تاکسی‌ها و وسایل‌نقلیه به‌طور مجزا تعریف شده است تا شرایط واقعی تاحد ممکن شبیه‌سازی شود.

۱- Car Following
۲- Lane Changing

www.SID.ir

Archive of SID

تعریف تاکسی‌های گردشی، ایستگاه‌ها و پارامترهای حمل‌ونقل عمومی معبر در نرم‌افزار vissim

به‌منظور ایجاد تاکسی‌های گردشی با مانورهای خاص و حرکات ویژه آنها در میان جریان ترافیک، معبرنمونه پروژه از قابلیت نرم‌افزار در مدل‌کردن حمل‌ونقل عمومی استفاده شده است. با استفاده از این قابلیت براساس درصد تاکسی فعال در معبر موردنظر، تعدادی تاکسی گردشی با عنوان حمل‌ونقل عمومی وارد شبکه می‌شود. مسیر حرکت تاکسی‌های گردشی در معبر مشخص‌شده و انواع رفتارهای خاص و مانورهای آنها نیز با استفاده از قابلیت‌های بخش حمل‌ونقل عمومی نرم‌افزار شبیه‌سازی شده است.

توانایی‌های عملکردی تاکسی‌های گردشی به غیر از چند مورد همانند یک وسیله‌نقلیه سواری درنظر گرفته شده است. این وسیله نقلیه از لحاظ ابعاد تقریباً مشابه سواری‌های فعال در شبکه می‌باشد و شتاب آن نیز مشابه آنها در نظر گرفته شده است. سرعت تاکسی‌های گردشی از جمله مهم‌ترین خصوصیاتی است که نوع رفتار خاص آنها تعریف می‌نماید. تاکسی‌های گردشی اکثراً با سرعت کمتر از وسایل‌نقلیه دیگر و در حاشیه سمت راست مسیر حرکت می‌کنند تا به جستجوی مسافر بپردازند. براساس مشاهدات توزیع سرعت ۷۰درصد تاکسی‌ها بین ۳۰ تا ۴۰کیلومتر بر ساعت و ۳۰درصد آنها بین ۲۰ تا ۳۰کیلومتر بر ساعت در نظر گرفته شده است.

نحوه تعریف انواع رفتارهای خاص تاکسی‌های گردشی در معبر

تاکسی‌های گردشی فعال، در جریان ترافیک رفتارهای خاص و منحصر به فردی دارند که برای شبیه‌سازی هر یک از این رفتارها روشی جداگانه در دستورکار قرار گرفته است. این موارد عبارت‌انداز:

۱. حرکت با سرعت کمتر از وسایل‌نقلیه دیگر؛
۲. مانور برای پرسیدن مقصد مسافران؛
۳. مانور و تغییر خط به منظور سوار کردن و پیاده‌کردن مسافر.

به منظور مدل‌نمودن رفتارهای یادشده خصوصیات مختلف مثل تعداد سرنشین در هنگام ورود به شبکه، مسیر حرکت، سوار یا پیاده‌کردن مسافر، مقدار زمان توقف در

www.SID.ir

Archive of SID

ایستگاه‌ها تعریف شده است. رویکرد اتخاذ شده برای شبیه‌سازی رفتارهای تاکسی‌های گردشی در این معبر در جدول یک آورده شده و در ادامه در مورد آنها توضیح داده شده است.

با توجه به این موضوع که ماهیت سوار و پیاده‌شدن مسافران در طول یک معبر شهری امری احتمالی و تابع اتفاقات است و به دلیل طول زیاد معبر به عنوان قطعه‌ای از شبکه، بر خلاف یک نقطه از شبکه مثل یک تقاطع، تعداد مسافر سوار و پیاده شده به تاکسی‌های گردشی قابل به برداشت دقیق نیست. با توجه به این موضوع آمارگیری به این صورت انجام شده است که با حرکت در طول مسیر معبر نمونه، محل‌های ظهور مسافران و نقاطی که مسافران در طول بازه آمارگیری منتظر تاکسی بوده‌اند، شناسایی‌شده و تقاضای مسافر نیز در این نقاط برداشت شده است. به جای تعیین تعداد مسافر پیاده‌شده در هر ایستگاه، احتمال پیاده‌کردن مسافر در هر ایستگاه به‌دست آمده است، زیرا تعداد مسافر پیاده‌شده در هر ایستگاه با توجه به این عدد و تعداد سرنشین تاکسی توسط نرم‌افزار تعیین می‌شود. به‌این منظور تعداد تاکسی‌های پیاده‌کننده در طول مسیر برداشت شده و با تقسیم این تعداد بر کل تاکسی‌های فعال معبر احتمال پیاده‌کردن مسافر توسط تاکسی‌های گردشی به‌دست آمده است. براین‌اساس در هر ایستگاه تعداد مسافران منتظر برای تاکسی بر اساس آمارها تعریف شده و احتمال این‌که چند درصد مسافران هر تاکسی گردشی در آن ایستگاه پیاده شوند نیز برای ایستگاه تعیین شده است. در نهایت و براساس مشاهدات، تاکسی‌های گردشی با متوسط ضریب سرنشین ۲ مسافر وارد معبر شده و درصورت وجود مسافر در ایستگاه‌های مسیر و ظرفیت خالی در تاکسی، مسافر را سوار می‌کنند و براساس احتمال پیاده‌شدن مسافر در هر ایستگاه نیز عمل پیاده‌کردن مسافر صورت می‌گیرد. درصورت عدم وجود تقاضای سوار یا پیاده‌شدن مسافر در ایستگاه، تاکسی وارد ایستگاه می‌شود و از آن‌جایی‌که در نرم‌افزار در طول ایستگاه نواحی کاهش سرعت تعریف شده است، تاکسی بدون سوار و پیاده‌کردن مسافر و با کم‌شدن سرعت از ایستگاه عبور می‌نماید. این حرکت سوال‌کردن مقصد توسط تاکسی‌های گردشی را مدل می‌نماید. احتمال پیاده‌کردن مسافر در هر ایستگاه معبر نمونه ۱۵درصد درنظر گرفته شده است،

www.SID.ir

Archive of SID

زیرا از میان ۱۷۰تاکسی فعال در طول معبر در بازه آمارگیری، ۲۵ تاکسی پیاده‌کننـده مشاهده شده است.

جدول یک: نحوه‌ی مدل کردن انواع رفتار تاکسی‌های گردشی در معبر نمونه‌ی پروژه

انواع رفتار تاکسی‌های گردشی	نحوه شبیه‌سازی هر رفتار در نرم‌افزار	آمار برداشت شده به‌منظور شبیه‌سازی هر رفتار
سوار و پیاده‌کردن مسافر	تعداد تاکسی فعال معبر تعیین شده و با متوسط دو سرنشین وارد معبر می‌شوند. این تاکسی‌ها در هر ایستگاه با توجه به وجود مسافر، او را سوار کرده و در صورت لزوم می‌توانند مسافر نیز پیاده کنند زیرا احتمال پیاده‌کردن مسافر نیز در هر ایستگاه در نرم‌افزار تعریف شده است.	۱- ضریب سرنشین تاکسی‌ها در معبر نمونه ۲- درصد تاکسی فعال معبر نمونه ۳- تعداد تاکسی پیاده کننده در طول معبر نمونه
پرسیدن مقصد مسافر	اگر تاکسی‌های فعال در معبر نمونه در رسیدن به ایستگاه مسافری نداشته باشند که سوار یا پیاده کنند، سرعتشان با توجه به نواحی کاهش سرعت تعریف شده در هر ایستگاه کم شده و بدون سوارکردن مسافر ایستگاه را رها می‌کنند و حالت پرسیدن مقصد مدل می‌شود.	-
سرعت کمتر تاکسی‌های گردشی‌نسبت به‌وسایل‌نقلیه دیگر	از طریق تعریف تابع توزیع سرعت خاص برای تاکسی‌های گردشی در نرم‌افزار	۱- سرعت متوسط تاکسی‌های گردشی

تعریف ایستگاه‌های تاکسی‌های گردشی و جانمایی محل آنها برای معبر نمونه در نرم‌افزار

محل ایستگاه‌های تاکسی‌های‌گردشی در نرم‌افزار براساس شرایط واقعی برداشت شده در آمارگیری تعیین شده است. تمامی نقاط معبر که در طی آمارگیری مسافری در آنها

www.SID.ir

Archive of SID

منتظر تاکسی بوده‌است، برداشت و تقاضای مسافر آنها ثبت شده است. سپس این نقاط و مسافران منتظر در آنها به‌عنوان ایستگاه در طول مسیر در نرم‌افزار قرار داده شده‌اند.

کالیبراسیون نرم‌افزار

یکی از مهم‌ترین مراحل یک شبیه‌سازی رایانه‌ای، کالیبره‌کردن نرم‌افزار شبیه‌ساز با شرایط واقعی است. برای آن‌که اطمینان حاصل شود که مدل شبیه‌سازی‌شده به‌خوبی قادر است تا عملکرد ترافیکی پروژه را همانندسازی کند، نیاز داریم تا مدل مذکور را کالیبره کنیم. به‌منظور کالیبراسیون نرم‌افزار vissim برای معبر آمارگیری‌شده در پروژه ابتدا سعی شده است تا یک سری پارامترهای کلی شبکه واقعی مانند: ورود و خروج خودروها از کوچه فرعی مهم معبر، تعداد خطوط حرکتی، تنظیم توابع سرعت، تنظیم توابع شتاب و اندازه خودروها و اطلاعات دیگر شرایط واقعی تا حدممکن بر شبیه‌سازی نیز حاکم باشد. سپس به‌منظورکالیبراسیون معبر از شاخص عملکردی زمان سفر متوسط در طول معبر موردمطالعه استفاده شده است. با این هدف آمارگیری زمان سفر با استفاده از یک خودروی شناور در طول دوره آمارگیری در دستورکار قرار گرفته است. متوسط زمان سفرهای برداشت شده در ۴ بازه ۱۵ دقیقه‌ای آمارگیری مشخص شده است و با متوسط زمان سفر ثبت‌شده در نتایج شبیه‌سازی یک‌ساعته معبر مذکور و در همان ۴بازه مقایسه شده است. تغییر پارامترهای موثر بر زمان سفر تا جایی انجام شده است که برازش خطی مقادیر حاصل از شبیه‌سازی و آمارهای برداشت شده در این ۴نقطه تا حدممکن حول یک خط قرار گیرند و در این حالت ضریب رگرسیون برابر ۰/۷۵ شده‌است.

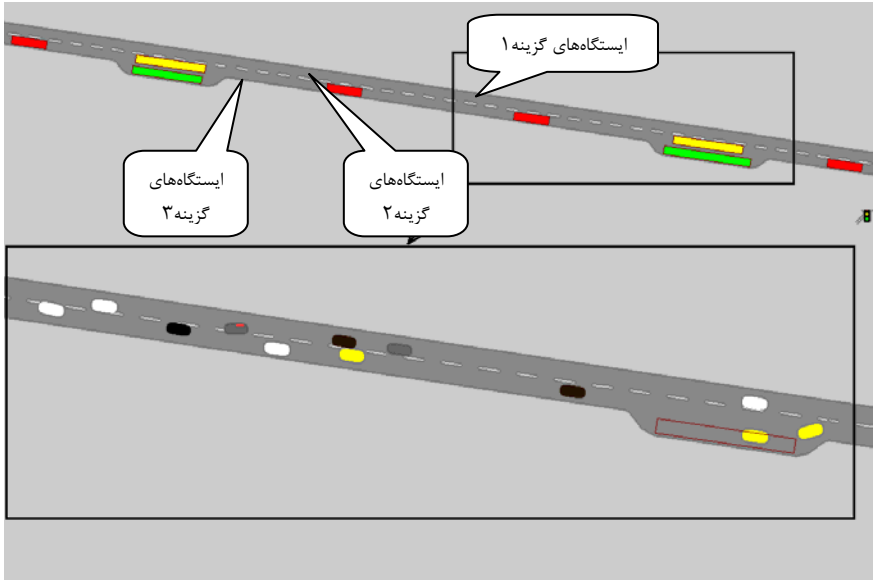
سناریوهای مختلف درنظر گرفته‌شده برای جانمایی ایستگاه‌های تاکسی در معبر نمونه

به‌منظور بررسی تاثیر ناشی از تغییر جانمایی ایستگاه‌های تاکسی در معبر، ۳سناریوی مختلف درنظر گرفته شده که شبیه‌سازی آنها در نرم‌افزار انجام و مقایسه نتایج حاصل از آنها صورت گرفته است. در حالت اول همان‌طور که پیش‌تر شرح داده شد، پس از شناسایی نقاط متعدد توقف تاکسی در طول مسیر، ایستگاه‌هایی در این نقاط قرار داده

www.SID.ir

Archive of SID

شده است. این حالت دقیقاً منطبق بر واقعیت بوده و تاکسی‌ها تقریباً در هر نقطه‌ای از طول مسیر اجازه مانور و توقف دارند. در حالت دوم ایستگاه‌های یادشده به دو نقطه در طول مسیر محدود شده‌اند و فرض شده است که تاکسی‌های گردشی حق توقف در هر نقطه‌ای از مسیر را ندارند و می‌بایست تنها در ایستگاه‌های تاکسی توقف نمایند. سناریوی سوم مبتنی بر احداث همان ایستگاه‌های تاکسی گزینه‌ی دوم لیکن در خارج از سطح سواره‌رو می‌باشد و سوار و پیاده‌کردن مسافر توسط تاکسی‌ها تداخلی در جریان ترافیک به‌وجود نمی‌آورد. جانمایی محل ایستگاه تاکسی در این ۳حالت در شکل دو نمایش داده شده است.



شکل دو: جانمایی محل ایستگاه‌های تاکسی گردشی در سناریوهای ۳ گانه شبیه‌سازی شده در مسیر و قطعه‌ای از مسیر – در حین شبیه‌سازی وسایل‌نقلیه در گزینه سوم

یافته‌های پژوهش

پس از ساخت معبر مورد آزمایش پروژه در نرم‌افزار vissim و تخصیص داده‌های آمارگیری شده واقعی به این معبر، شبیه‌سازی در بازه زمانی یک ساعته انجام شده است. شبیه‌سازی معبر مذکور یک بار دیگر با محدودکردن ایستگاه‌های تاکسی طول مسیر به دو نقطه و تخصیص تمام تقاضای مسافر به آن دو ایستگاه انجام شده است. در پایان شبیه‌سازی برای بار سوم با انتقال ایستگاه‌های مذکور به خارج از سطح سواره‌رو

www.SID.ir

Archive of SID

صورت گرفته است. پارامترهای عملکردی زمان سفر و تاخیر معبر به عنوان نتایج حاصل از شبیه‌سازی برای هر گزینه مطرح شده به‌دست آمده است.

در جدول دو نتایج استخراج پارامترهای عملکرد ترافیکی معبر براساس سناریوهای مختلف فوق‌الذکر ارائه شده است. وقتی که تاکسی‌ها اجازه دارند در هر نقطه‌ای از طول مسیر مسافر سوار کنند، جریان ترافیک ترددکننده در معبر تا حد زیادی متاثر از این توقف‌ها خواهد شد. از یک سو این توقف‌ها یک خط عبوری معبر را برای مدت‌زمانی برابر با ایستادن، سوار یا پیاده‌کردن مسافر و حرکت دوباره تاکسی‌ها اشغال می‌نماید و از سوی دیگر وسایل‌نقلیه پشت سر این تاکسی‌ها ممکن است فرصت و موقعیت مناسب برای تغییرخط و سبقت‌گیری را نداشته و ناچار به تحمل برای به‌وجود آمدن فضای مناسب سبقت‌گیری باشند. در این حالت اگر هم به تغییر خط اقدام نمایند، علاوه بر خط سمت راست مسیر که توسط تاکسی‌ها اشغال شده است، یک خط دیگر نیز به اشغال موقت وسیله نقلیه تغییرخط‌دهنده درخواهد آمد.

بر طبق گزینه دوم شبیه‌سازی، همان‌طورکه در جدول دو ملاحظه می‌گردد با محدودشدن توقف تاکسی‌های گردشی تنها در ایستگاه تاکسی، زمان سفر و تاخیر اعمال شده به خودروهای ترددکننده در مسیر کمتر می‌گردد. طبیعی است که محدودبودن نقاط توقف تاکسی‌ها در طول مسیر، اگر چه به‌دلیل قرارگرفتن در سطح سواره‌رو باز هم در جریان ترافیک تداخل ایجاد می‌کند، لیکن مشخص‌بودن محل ایستگاه‌ها به وسایل‌نقلیه دیگر اجازه می‌دهد تا تاکسی‌های متوقف در ایستگاه را مشاهده کنند و در خصوص تغییرخط و سبقت‌گیری از آنها اقدام کنند. در این حالت وسایل‌نقلیه‌ای که مجبور به توقف پشت سر تاکسی‌ها شده‌اند نیز موقعیت بهتری برای تغییر خط در سمت چپ خود دارند و در صورت تغییر خط با احتمال کمتری با وسایل‌نقلیه پشت‌سر خود در خط سبقت دچار تداخل می‌گردند. زیرا وسایل‌نقلیه عقبی به‌دلیل آگاهی از توقف تاکسی‌ها، فضای بیشتری را با ترمزگیری در اختیار وسیله سبقت‌گیرنده قرار می‌دهند. در شرایط واقعی و عدم محدودیت توقف تاکسی‌ها، تغییر خط این وسایل‌نقلیه اغلب ناگهانی، بدون تصمیم قبلی و بلافاصله پس از ظهور مسافر صورت می‌گیرد و گاهی اجازه هرگونه عکس‌العملی را از وسایل‌نقلیه پشت سر سلب

www.SID.ir

Archive of SID

می‌کند. حتی برخی اوقات تاکسی‌ها اقدام به کاهش سرعت و پرسش مقصد افرادی می‌نمایند که قصد عبور عرضی از خیابان داشته و تصمیم به سوار شدن به تاکسی را نیز ندارند. علاوه بر این تعدادی از توقف‌های بیهوده در طول مسیرکه به منظور پرسش مقصد مسافران صورت می‌گرفته نیز حذف شده و تاکسی در همان توقف در ایستگاه تاکسی به احتمال بیشتری مسافر موردنظر خود را از میان تمامی مسافران منتظر پیدا خواهد کرد. اگرچه تمامی بهبودهای یادشده در نرم‌افزار مدل نشده است لیکن باز هم با اجرای این گزینه تا ۳۵درصد در شاخص عملکردی کل تاخیرهای اعمال‌شده به وسایل‌نقلیه تردد‌کننده در معبر بهبود مشاهده می‌شود. همچنین در این گزینه در مجموع زمان سفر تمامی وسایل‌نقلیه تردد‌کننده در تقاطع در طول بازه آمارگیری نیز به میزان ۱۱درصد نسبت به شرایط واقعی بهبود حاصل شده است.

پس از گزینه دوم که باز هم ایستگاه‌های تاکسی در سطح سواره‌رو قرار گرفته بود، گزینه سوم شبیه‌سازی شده است که به طور طبیعی انتظار می‌رود باتوجه به حذف کامل تداخل میان تاکسی‌های متوقف در ایستگاه و وسایل‌نقلیه تردد‌کننده در مسیر، بهبود چشم‌گیرتری در پارامترهای عملکردی حاصل از شبیه‌سازی این گزینه مشاهده گردد. انتقال ایستگاه‌های تاکسی به خارج از سطح سواره‌رو علاوه‌براین که تداخل توقف تاکسی‌ها با حرکت دیگر خودروها حذف می‌نماید، به مسافران اجازه می‌دهد با آسایش بیشتری سوار به تاکسی و از آن پیاده شوند و در صورت امکان تاکسی لحظاتی را نیز به انتظار رسیدن مسافر در ایستگاه سپری کند. همان‌طورکه نتایج حاصل از شبیه‌سازی این گزینه نیز نشان می‌دهد، میزان بهبود در شاخص‌های عملکردی حاصل‌شده از شبیه‌سازی به حدود ۵۰درصد در مجموع تاخیرهای اعمالی به کل وسایل‌نقلیه رسیده است. همچنین در این گزینه مقدار بهبود حاصل شده در شاخص عملکردی زمان سفر کل وسایل‌نقلیه نیز برابر با ۱۵درصد نسبت به شرایط واقعی معبر است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول دو: پارامترهای عملکردی زمان سفر و تاخیر حاصل از شبیه‌سازی سناریوهای سه‌گانه معبر نمونه در نرم‌افزار vissim

ردیف	گزینه شبیه سازی	زمان سفر کل خودروها (ساعت)	میزان بهبود زمان سفر نسبت به شرایط واقعی(درصد)	مجموع تاخیر اعمال شده به کل خودروها در بازه شبیه سازی(ساعت)	میزان بهبود تاخیر نسبت به شرایط واقعی(درصد)
۱	اول: شرایط واقعی- مجاز بودن توقف تاکسی گردشی در هر نقطه از مسیر	۳.۳۵	-	۲۸.۵۶	-
۲	دوم: توقف منحصراً در ایستگاه تاکسی داخل سواره‌رو مجاز بودن توقف تاکسی‌های گردشی فقط در ۲ ایستگاه معین‌شده در طول مسیر	۲.۱۹	۱۱	۲۵.۳۳	۳۵
۳	سوم: توقف منحصراً در ایستگاه تاکسی خارج سطح سواره‌رو مجاز بودن توقف تاکسی‌های گردشی فقط در ۲ ایستگاه معین‌شده در خارج سطح سواره‌روی مسیر	۱.۷۲	۱۵	۲۴.۳۴	۴۹

نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش ارائه یک روش برای بررسی تاثیر ترافیکی تاکسی‌های گردشی در معابر شهری بوده است و به این منظور مطالعه موردی برروی یک معبر شهری تهران انجام شده است. روش مورد استفاده مبتنی بر شبیه‌سازی رفتارهای تاکسی در ترافیک مختلط معبر و در نرم‌افزار vissim است و روش ارائه شده توانایی دارد تا به نحو قابل ملاحظه‌ای هر معبر دیگر را پس از جمع‌آوری داده‌های میدانی مرتبط با مسیر و رفتارهای خاص تاکسی‌ها در آن مورد مطالعه قرار دهد. نتایج نشان داده است که اعمال قوانین محدودکننده برای عدم‌توقف تاکسی‌ها در حریم طول مسیر و محدودکردن توقف تاکسی‌ها منحصراً در ایستگاه‌های تاکسی، تا حد زیادی بر بهبود عملکرد ترافیکی معبر تاثیر دارد. ازطرفی درصورتی‌که امکان احداث توقف‌گاه تاکسی در خارج سطح سواره‌رو وجود داشته باشد، بهبودهای بسیار بیشتری در عملکرد معابر شهری با فعالیت فراوان تاکسی‌های گردشی مشاهده می‌شود. با شبیه‌سازی معبر در

www.SID.ir

Archive of SID

گزینه دوم و محدودکردن توقف تاکسی فقط در ایستگاه‌های مربوطه، تا میزان ۳۵درصد بهبود در عملکرد معبر و پارامتر مجموع تاخیر اعمالی به کل وسایل‌نقلیه نسبت به حالت واقعی مشاهده شده است و زمانی که این ایستگاه‌ها خارج سطح سواره‌رو احداث شده‌اند این بهبود به حدود ۵۰درصد افزایش پیدا کرده است که اهمیت بسیار زیاد تاثیرات ترافیکی منفی مانورهای تاکسی‌های گردشی بر عملکرد معابر شهری را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که داشتن برآورد مناسب‌تری از آثار عملکرد تاکسی‌های گردشی نیازمند برداشت‌های میدانی وسیع‌تری خواهد بود.

منابع

[1] A. Werner, , and J. Morrall, “Passenger Car Equivalencies of Trucks, Buses, and Recreational Vehicles for Two-Lane Rural Highways”, In Transportation Research Record 615, TRB, National Research Council, Washington, DC., 1976, pp. 10-17.

[2] E. Seguin, K. Crowley, and W. Zweig, “Passenger Car Equivalents on Urban Freeways”, In Report DTFH61-80-C-00106, FHWA, U.S. Department of Transportation, 1982 .

[3] Highway Capacity Manual. TRB, National Research Council, Washington, DC.2000.

[4] M. Van Aerde, and S. Yagar, “Capacity, Speed, and Platooning Vehicle Equivalents for Two-Lane Rural Highways”, In Transportation Research Record 971, TRB, National Research Council, Washington, DC., 1984, pp. 58-67.

[5] W. Cunagin, and C. Messer, “Passenger Car Equivalents for Rural Highways”, In Transportation Research Record 905 TRB, National Research Council, Washington, DC., 1983, pp. 61-68.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir