داده‌های NGSIM به‌عنوان ابزاری کارآمد در شبیه‌سازی جریان ترافیک و کاربرد آن در ایران

سید محمد قادر زرین‌کیا، کارشناسی ارشد راه و ترابری دانشگاه تربیت مدرس تهران
مصطفی آدرسی، کارشناس ارشد راه و ترابری از دانشگاه تربیت مدرس تهران
محمود صفارزاده، استاد راه و ترابری دانشگاه تربیت مدرس تهران
امیررضا ممدوحی، استاد راه و ترابری دانشگاه تربیت مدرس تهران

از صفحه۶۵ تا ۷۷
تاریخ دریافت:۹۰/۱/۱۷ تاریخ پذیرش:۹۰/۳/۱۰

چکیده
امروزه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز جریان ترافیک، ابزاری کارآمد برای مدیریت و کنترل اطلاعات ترافیکی، شبیه‌سازی حرکات و رفتار رانندگان است. ابزاری که هزینه‌های کار میدانی را کم کرده و قابلیت به‌روزرسانی نیز دارد؛ همچنین محققان و کارشناسان بخش حمل‌ونقل را در مطالعه و بررسی و حل مشکلات ترافیک یاری می‌کند. شبیه‌سازی مناسب ترافیک، نیازمند داده‌ها و اطلاعات خرد جریان ترافیک، چه از نظر کمی و چه از نظر کیفی، از وضع موجود ترافیک در معابر است. این داده‌ها به منظور کالیبره کردن شبیه ساز با وضع موجود استفاده می‌شود. زیرساخت‌های متعددی به منظور جمع‌آوری این‌گونه اطلاعات از سطح راه مورد نیاز است. متاسفانه عدم وجود زیرساخت‌های لازم، باعث شده تا استفاده از شبیه‌سازها در کشور به اندازه مطلوب نباشد. در این تحقیق به بررسی مشکلات عدم وجود چنین داده‌هایی در ایران و معرفی پروژه NGSIM پرداخته خواهد شد. همچنین مروری جامع بر کارایی و کاربرد وسیع شبیه‌سازی و داده‌های NGSIM در تحقیقات وسیع محققان حمل‌ونقل در سال‌های اخیر انجام شده‌است. در این تحقیق استفاده از داده‌های خرد جریان ترافیک گردآوری شده در پروژه NGSIM به دلیل عدم وجود این‌گونه داده‌ها در کشور، به منظور مطالعات حمل و نقلی و کالیبراسیون اولیه شبیه‌سازها، به عنوان راهکاری مناسب پیشنهاد شده است.

کلید واژه‌ها: مدیریت و کنترل اطلاعات ترافیکی / شبیه‌سازی جریان ترافیک / مدل شبیه‌سازی / داده‌های MISGN / حمل ونقل

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

در دو دهه اخیر، تراکم ترافیکی تبدیل به بحرانی‌ترین مسئله برای محققان و برنامه‌ریزان حمل‌ونقل شده‌است. به‌علاوه، نرخ رشد تراکم ترافیکی در نقاط مختلف جهان، مخاطره انگیز بوده است. این مسئله می‌تواند در زمینه‌های متفاوتی، بر زندگی مردم تأثیر سوئی داشته باشد[۱]. تراکم ترافیکی داخل شهری و اطراف مناطق شهری و بین‌شهری در جهان، یکی از مشکلات عمده بشر است. تراکم، اثرات مضری بر حمل و نقل، ایمنی و کیفیت هوا می‌گذارد. این عوامل، به طور مستقیم به‌دلیل تأخیر و تصادف، و به طور غیر مستقیم از طریق تأثیر بر آب و هوا و محیط، باعث خسارات اقتصادی می‌شوند.

تحقیقات سال ۲۰۰۱ سازمان فدرال بزرگراه‌های آمریکا[1]، نشان می‌دهد که ۳۲ درصد سفرهای روزانه در مناطق اصلی شهری آمریکا، در سال ۱۹۹۷ تحت شرایط تراکم ترافیکی انجام شده است. هزینه سالیانه هدر رفتن زمان و مصرف بیش از حد سوخت در طول زمان تراکم، حدود ۷۲ میلیون دلار و به عبارتی ۹۰۰ دلار برای هر راننده، برآورد شده است؛ که با گذشت زمان افزایش می‌یابد[۲].

با افزایش ترافیک بزرگراه‌ها و معابر شهری، به خصوص در ایران، تحقیقات بیش‌تری در زمینه سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل[2] آغاز شده است. واضح است که روش‌های قدیمی مانند ساختن بزرگراه‌های بیش‌تر یا عریض کردن آنها، بسیار هزینه‌بر و حتی در بعضی موارد غیر ممکن است. با در نظر گرفتن بزرگراه تهران-کرج و وجود کارخانجات فراوان و همچنین خط مترو در اطراف این بزرگراه، مشاهده می‌شود عریض کردن این بزرگراه تقریباً غیر ممکن است. خیابان ولیعصر(عج) تهران، نمونه‌ی بارز دیگری از یک خیابان با حجم ترافیک شدید در ساعات شلوغی است. با وجود اراضی با کاربری تجاری در اطراف این خیابان و بالا بودن قیمت زمین، می‌توان عملاً گزینه تعریض این خیابان را غیر ممکن دانست. همچنین می‌توان مثال‌های فراوان دیگری از تهران و حتی کلان شهرهای ایران ذکر کرد که به‌علت تراکم شدید جمعیتی در شهرها، گزینه تعریض و حتی ساخت بزرگراه‌های درون شهری برای

1. Federal Highway Administration (FHWA)
2. Intelligent Transportation Systems (ITS)

Archive of SID
www.SID.ir

تعدیل ترافیک و جوابگو بودن افزایش تقاضا را غیرممکن دانست. از این‌رو، تحقیقات در زمینه مدیریت و کنترل اطلاعات و ترافیک و سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل در ایران اگرچه دیر اما خوشبختانه آغاز شده‌است.

مؤثرترین روش در بهبود شرایط ترافیک، مدیریت اطلاعات و کنترل ترافیک است. درک بهتری از رفتار رانندگان در آزادراه‌ها، کمک شایان توجهی به محققان و کارشناسان، در مدیریت کنترل ترافیک می‌کند. فقدان درک عمیق از رفتار رانندگان، می‌تواند به‌شدت، توانایی مهندس ترافیک در ارزیابی طرح هندسی یا راهبرد عملیات ترافیکی را محدود کند. ارائه هرگونه مدلی، نیازمند برآورد از روی داده‌های واقعی و معتبر است و این داده‌ها باید از نقطه‌نظر رفتاری و آماری ارزیابی شوند[۳]. در ایران به دلیل عدم وجود داده‌های خرد جریان ترافیک که به دلیل عدم وجود زیرساخت‌های لازم است، مشکلات زیادی در زمینه استفاده از شبیه سازها را به همراه داشته است. همان‌گونه که همه صاحب نظران ترافیک مطلع هستند، به منظور استفاده از شبیه ساز ترافیک یا مطالعات ترافیکی، احتیاج به داده‌های خرد جریان ترافیک است که بر مبنای این داده‌ها، شبیه سازها قابلیت کالیبره شدن داشته و نتایج آن‌ها به واقعیت نزدیک می‌شود. همچنین در صورتی که لازم باشد در زمینه خاصی در کشور مطالعه خاصی صورت پذیرد، لازم است از داده‌های خرد جریان ترافیک که در رابطه با موضوع مورد بررسی به دست آمده است، استفاده شود. متأسفانه همان‌طور که ذکر شد، در ایران این بانک اطلاعاتی از داده‌های ترافیکی به منظور استفاده در مطالعات ترافیکی موجود نمی‌باشد. به همین دلیل در این تحقیق سعی شد تا با معرفی پایگاه اطلاعات خرد جریان ترافیکی NGSIM که در کشور آمریکا ایجاد شده است، تا حدودی نیاز به داده‌های معتبر خرد جریان ترافیک در کشور کاهش داده شود. از مزایای این بانک اطلاعاتی اعتبار جهانی این سری داده‌هاست. در صورتی که تحقیقی با استفاده از این داده‌ها پایه‌ریزی شود، اعتبار آن تحقیق افزایش یافته به گونه‌ای که قابل ارائه در مجامع علمی سراسر دنیاست. با توجه به تمام این مزایا، در این تحقیق تصمیم گرفته شد تا به منظور آشنایی محققان داخل کشور با این منبع اطلاعاتی با ارزش جریان ترافیک، مختصر توضیحی ارائه شود.

Archive of SID
www.SID.ir

مدل‌های شبیه‌سازی

برای مدیریت اطلاعات و کنترل ترافیک، دانستن وضعیت و شرایط ترافیک و راه‌ها از اهمیت بسزایی برخوردار است. اما انجام مطالعات میدانی و تهیه اطلاعات از هر منطقه، بسیار هزینه‌بر و در عمل غیر ممکن خواهد بود. همان‌طور که در گذشته با جمع‌آوری داده‌ها از مسیری مشخص، این اطلاعات را برای ارزیابی شرایط ترافیکی راه‌های دیگر، با شرایط نسبتاً متشابه هندسی و ترافیکی استفاده می‌کردند. با پیشرفت فناوری، روش‌ها و ابزارهای شبیه‌سازی برای ارزیابی و کنترل ترافیک شروع به گسترش کرد. در شبیه‌سازی ترافیک، لازم است رفتار رانندگان در شرایط مختلف ترافیکی و در راه‌هایی با شرایط متفاوت، شناسایی و به بهترین حالت منطبق بر واقعیت، مدل و شبیه‌سازی شوند. از این‌رو، مدل‌های شبیه‌سازی مختلف برای برآورد خصوصیات ترافیکی به وجود آمدند[۴].

مدل‌های شبیه‌سازی ترافیکی بر اساس سطح جزئیاتی که ارائه می‌کنند، می‌توانند به سه کلاس به اسامی مدل‌های ماکروسکوپیک، میکروسکوپیک و مزوسکوپیک طبقه‌بندی شوند[۵].

استنباط مدل‌های شبیه‌سازی ماکروسکوپیک از دینامیک سیال‌ها می‌باشد. در این مدل‌ها، شبیه‌سازی جریان ترافیک بر روی یک قسمت از جاده انجام می‌گیرد و تعاملات تک‌تک کاربرهای جاده در نظر گرفته نمی‌شود. بنابراین، این مدل‌ها پارامترهایی مثل حجم ترافیک، سرعت متوسط و چگالی را ارائه می‌کنند. مدل‌های شبیه‌سازی ماکروسکوپیک معمولاً برای تحلیل سطح‌سرویس، تقاضا و عرضه در طول برنامه‌ریزی منطقه‌ای یا شبکه‌های حمل‌ونقلی سطح گسترده به‌کار می‌روند[۶].

مدل‌های شبیه‌سازی میکروسکوپیک، رفتار تک‌تک خودروها در یک سیستم ترافیک را با استفاده از زیر مدل‌های تعقیب خودرو[1]، تغییر خط[2]، پذیرش گپ[3] و انتخاب مسیر[4]،

1. Car-following
2. Lane-changing
3. Gap acceptance
4. Route-choice

Archive of SID
www.SID.ir

شبیه‌سازی می‌کنند. زیر مدل‌های تعقیب خودرو، افزایش سرعت خودروها را از تعامل آن‌ها با سایر کاربرهای جاده و همچنین با اشیای جاده مشخص می‌کند. زیرمدل‌های تغییرخط، به راننده جهت حرکت از یک خط عبور، به بقیه خطوط عبور بر اساس شرایط ترافیکی حاکم و اهداف راننده کمک می‌کنند. زیر مدل‌های پذیرش گپ برای توصیف پیوند خودروها به جریان ترافیک یک مسیر، به‌کارمی‌روند. تشخیص مسیرهایی که راننده‌ها در مدل انجام می‌دهند، با استفاده از زیرمدل‌های انتخاب مسیر انجام می‌شوند. به مدل‌های شبیه‌سازی میکروسکوپیک[1]، مدل‌های شبیه‌سازی میکرو[2] نیز گفته می‌شود. پارامترهای این مدل‌ها شامل: سرفاصله مکانی، سرفاصله زمانی، سرعت‌های خودرو، افزایش سرعت‌ها و پارامترهای رفتاری راننده و ... می‌باشند. میانگین این پارامترها برای استنباط پارامترهای ماکروسکوپیک به‌کار می‌روند. به‌علاوه در مدل‌های شبیه‌سازی میکروسکوپیک، متغیرهای فضایی و زمانی هر خودرو دارای اهمیت فراوانی است و آن‌ها در نمودارهای زمان- مکان (نمودار خط سیر)، که به بررسی چگونگی حرکت خودروها و تعاملات آن‌ها با یکدیگر در جریان ترافیک کمک می‌کنند، گزارش می‌شوند[۴].

مدل‌های شبیه‌سازی میکرو نسبت به مدل‌های شبیه‌سازی ماکرو، دارای جزئیات بیش‌تری هستند و بنابراین می‌توانند جهت ارزیابی تأثیرات سطح بهبودهای پیشنهاد شده بر تسهیلات جاده‌ای، در درجه بالاتری از دقت مورد استفاده قرار گیرند. با این وجود، به‌علت طبیعت و گستردگی اطلاعاتی که مدل‌های میکروسکوپیک شبیه‌سازی می‌کنند، آن‌ها در مقایسه با مدل‌های ماکروسکوپیک به آهستگی اجرا می‌شوند؛ از این‌رو، آن‌ها محاسبه‌بر[3] هستند. با توجه به هدف و با سبک‌وسنگین‌کردن[4]، انتخاب مدل‌های میکروسکوپیک از مدل‌های ماکروسکوپیک صورت می‌گیرد. محدودیت اصلی استفاده از مدل‌های میکروسکوپیک، پرداخت بسیاری از پارامترهای توصیفی در رفتار رانندگی در این مدل‌ها می‌باشد[۶].

1. Microscopic simulation models
2. Micro simulation models
3. Computational-intensive
4. Trade off

Archive of SID
www.SID.ir

۷۰
فصلنامه
علمی- ترویجی راهور
سال هشتم- شماره ۱۴

در مرحلـه برنامه‌ریـزی و کاربرد حمل‌ونقل، شبیه‌سـازی خرد ترافیک به سـرعت رشـد کرده‌است. دو عدد از کلیدی‌ترین و وسیع‌ترین خدمات ارائه شده توسط شبیه‌سازی خرد که ارزش شگرفی به تلاش‌ها در این زمینه بخشیده، عبارت‌اند از:

- اثر متقابل مطالعه و شبیه‌سازی محلی (ترافیک در نزدیک‌ترین محل) و سراسری (زمان‌های سفر در مسیرهای مختلف) بر رفتار سفر هر فرد به خصوص در جاده نظارت می‌کند؛ که شـامل اثرات ابزار کنترل ترافیک و نوع جاده و اثر نهایی آن بر شـرایط ترافیک می‌شود.
- نتیجه پیش‌بینی شرایط ترافیک بر اثر شرایط اصلاحی پیشنهادی بر روش‌ها و اجزای کنترل ترافیک، و همچنین درستی تخمین عناصر کلیدی اجرایی استفاده‌شده در برآورد این روش‌ها.

مدل‌هـای رفتـاری رانندگان در سیسـتم‌های شبیه‌سـازی خرد، برای آزمایـش و ارزیابی زیرساختارهای طراحی، عملیات و کنترل در محیط مجازی، صرفه‌جویی اقتصادی و مقایسه انعطاف‌پذیری آن در مقایسـه با آزمایش و کاربرد در محیط واقعی اسـت. در این سیستم، هر خودرو به حرکت درمی‌آید و برخورد دوجانبه بین خودروها، مورد بررسی قرار می‌گیرد. اگر حرکت خودروهای شخصی غیرواقعی باشد، صحت کل شبیه‌سازی زیر سؤال می‌رود.

به‌عنـوان یـک نتیجه، تعـدادی از شبیه‌سـازهای خـرد ترافیک از جملـه AIMSUN، PARAMICS، VISSIM، MITSIM و... در سـال‌های اخیر توسـعه داده شـده‌اند. توانایی این شبیه‌سازها در تکرار کردن صحیح ترافیک واقعی جهان، یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین کننده در ارزش آنها، در ارزیابی روش‌های مدیریت و کنترل ترافیک است[۱].

در ایـران نیز اسـتفاده از شبیه‌سـازی جریان ترافیک، برای مدیریـت و کنترل ترافیک آغاز شده‌است. برای شبیه‌سازی معابر، همان‌طور که ذکر شد، نیاز به اطلاعات و داده‌های مناسب و منطبق بر واقعیت است تا بتوان ترافیک را کنترل کرد. داده‌هایی که به صورت کمی و کیفی شـرایط بزرگراه‌ها و معابر ایران را توصیف کند. اما متأسـفانه هنوز اقدامی در این جهت در ایران انجام نشده‌اسـت. لذا دسـت محققان و کارشناسـان ایرانی در شبیه‌سازی خرد جریان ترافیک، بسته است. از این‌رو، در سال‌های اخیر استفاده از داده‌های NGSIM که داده‌های معتبری برای آزادراه‌های آمریکاست، در میان محققان برای شبیه‌سازی جریان ترافیک رواج

Archive of SID

www.SID.ir

پیدا کرده‌است. این داده‌ها اگرچه مربوط به کشور دیگری است و هرگونه تحقیق و کار بر روی آن، شـرایط و رفتار ترافیک را در آن کشـور نشـان می‌دهد، اما می‌توان با لحاظ کردن شرایط خـاص ترافیـک در ایران، ایـن داده‌ها را به‌نحوی کالیبره کرده و برای آزادراه‌ها و معابر ایران تعمیم داد. تأثیر مهم دیگر این داده‌ها برای محققان ایرانی، معتبر بودن این داده‌ها برای تمامی ارگان‌ها، سازمان‌های علمی و محققان سراسر دنیا در زمینه حمل‌ونقل و شبیه‌سازی است. در نتیجه اعتبار خاصی به تحقیقات می‌بخشد و نتایج آن را نیز در سراسر دنیا معتبر می‌سازد.

داده‌های NGSIM

اداره مرکـزی بزرگراه‌هـای آمریکا، واحد حمل و نقل، در راسـتای بهبود کیفیت و اجرای ابزارهای شبیه‌سـازی، ترفیع اسـتفاده از شبیه‌سازی برای تحقیقات و کاربردها، و دستیابی به نتایج معتبر وسیع‌تری از اعتبار سازی‌های شبیه‌سازی، پروژه انجمن شبیه‌سازی نسل بعدی[1] را راه‌اندازی کرده است. قابلیت دسترسی به جزئیات داده‌های NGSIM، فرصت‌های مناسبی را برای تجزیه و تحلیل‌های تجربی و پشـتیبانی یافته‌ها با ابزار کالیبره کردن و اعتبار سـنجی توسط ابزارهای شبیه‌سازی خرد ترافیک، به وجود آورده‌است[۴].

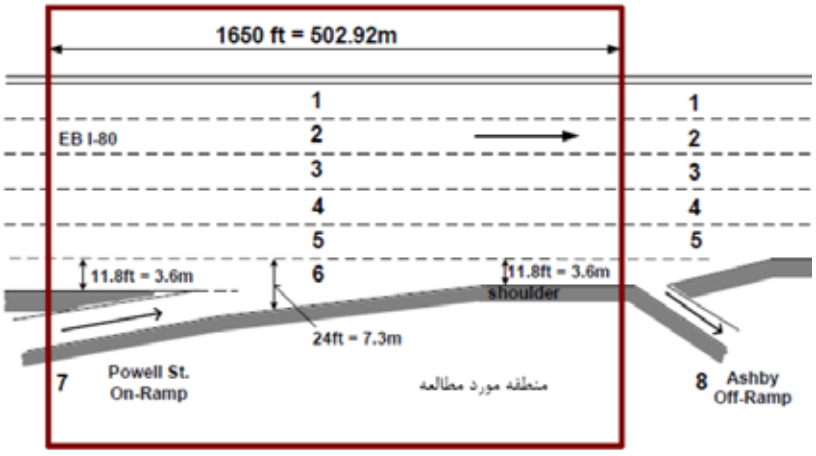
I-۸۰ ۳-۲

به‌عنـوان قسـمتی از برنامـه، اولین مجموعه اطلاعات در آزمایشـگاه بزرگـراه برکلی[2] در Emeryville جمع‌آوری شده‌اسـت. BHL به عنوان بخشـی از I-۸۰ در سانفرانسیسکو است. اولین مجموعه داده‌ها در دسامبر سال ۲۰۰۳ توسط ۶ دوربین که در بالای برج ۹۷ متری PPPt[3] نصب شده‌بود، در یک مقطع ۹۰۰ متری، در بازه زمانی ۳۰ دقیقه‌ای، اطلاعات مربوط بـه ۴۷۳۳ خودرو ضبط شـد[۷]. در ادامه، در ۱۳ آوریـل ۲۰۰۵، مجموعه داده‌های جدیدی ایجاد شـد. اطلاعات موجود، مسـیرهای حرکتی خودروها را در بخشی از بزرگراه بین ایالتی

1. Next Generation Simulation (NGSIM).
2. Berkeley Highway Laboratoty (BHL).
3. Pacific Park Plaza tower

Archive of SID
www.SID.ir

۸۰ (I ۸۰) کـه در سـه فاصله زمانی ۴:۰۰ تـا ۴:۱۵، ۵:۰۰ تا ۵:۱۵ و ۵:۱۵ تا ۵:۳۰ جمع آوری شده‌اسـت، را نشـان می‌دهد. بازه زمانی ۴:۰۰ تا ۴:۱۵ مربوط به حالت انتقال[1] و بازه زمانی ۵:۰۰ تا ۵:۳۰ مربوط به حالت تراکم ترافیکی است. از این داده‌ها می‌توان پارامترهایی تحت عنوان جریان و سـرعت خودروها، تعداد تغییر خط‌ها، فاصله زمانی و مکانی خودروها و... را در بازه‌های زمانی گسسـته با فاصله ۰/۱ ثانیه به‌دسـت آورد. فیلم‌های به‌دسـت آمده از این دوربین‌ها، سـپس توسـط نرم‌افزارهای مربوطه تحلیل شده و اطلاعات مربوط به هر خودرو با بازه زمانی ۰/۱ ثانیه از این تصاویر استخراج می‌شود. این اطلاعات، با جزئیات مختصاتی مربوط به موقعیت هر خودرو در زمان‌های مختلف، قابل تفکیک است. شکل (۱)، شماتیکی از محل جمع‌آوری اطلاعات را نشان می‌دهد.



شکل ۱. شماتیکی از منطقه مورد مطالعه در پروژه NGSIM [۸]

طـول ایـن منطقه، تقریباً ۵۰۰ متر با یک رمپ ورودی در خیابان Powell می‌باشـد. رمپ خروجی خیابان Ashby در پایین دست و خارج از منطقه مورد مطالعه قرار دارد. شماره‌گذاری خطوط، بدین صورت اسـت که شـماره خط کناری در سـمت چپ (خط خودرو با ظرفیت زیاد (HOV)، ۱ می‌باشد و این شماره‌گذاری با حرکت به سمت راست افزایش می‌یابد؛ که در انتها، شـماره آخرین خط در سـمت راست، ۶ می‌باشد. اطلاعات ویدئویی با استفاده از ۷

1. Transit

www.SID.ir

دوربین، جمع‌آوری می‌شـود. دوربین ۱ در جنوبی‌ترین و ۷ در شـمالی‌ترین نقطه منطقه مورد مطالعه، مطابق شـکل (۲)، قرار دارند. فیلمبرداری از منطقه، در پایان هر بازه زمانی متوقف می‌شود؛ اما برای این که داده‌های مربوط به خودروهایی که در این مدت در منطقه بوده‌اند و هنوز خارج نشده‌اند، کامل باشد، تصویربرداری از این خودروها تا زمانی که از منطقه خارج شوند، ادامه پیدا می‌کند. همچنین مشخصاتی که این داده‌های اولیه از مسیر حرکت خودروها ارائه می‌دهند، محدود و به صورت ماتریسـی متشـکل از تعداد مشاهدات، با بازه زمانی ۰/۱ ثانیه در سطر و ۱۸ متغیر مختلف در ستون است که در جدول (۱) آمده است[۴].

شکل ۲. محل قرارگیری دوربین‌ها در نزدیکی بزرگراه [۲]

Archive of SID
www.SID.ir

جدول شماره ۱. داده‌های اولیه استخراج شده از تصاویر ویدئویی [۴]

شماره ستون	عنوان	توضیحات
۱	شماره خودرو	هر خودرو در این منطقه با یک شماره مشخص شده است
۲	شماره عکس	شماره عکس مورد نظر، با بازه ۰,۱ ثانیه که از تصاویر ویدئویی گرفته شده است
۳	تعداد نهایی عکس	تعداد نهایی عکس‌هایی که خودرو مورد نظر در آن ظاهر و تجزیه و تحلیل شده است
۴	زمان نهایی	میلی ثانیه، زمان برآورد شده از ۱ جون ۱۹۷۰
۵	X محلی	مختصات X محلی از مرکز جلوی خودرو، متناظر با سمت چپ منطقه و در جهت حرکت خودروها (واحد فوت)
۶	Y محلی	مختصات X محلی از مرکز جلوی خودرو، متناظر با لبه ورودی منطقه و در جهت حرکت خودروها (واحد فوت)
۷	X جهانی	واحد فوت
۸	Y جهانی	واحد فوت
۹	طول خودرو	واحد فوت
۱۰	عرض خودرو	واحد فوت
۱۱	نوع خودرو	۱=موتورسیکلت، ۲=خودرو سواری، ۳=خودرو سنگین
۱۲	سرعت خودرو	سرعت لحظه‌ای خودرو، (واحد مجذور ثانیه/فوت)
۱۳	شتاب خودرو	شتاب لحظه‌ای خودرو، (واحد مجذور ثانیه/فوت)
۱۴	مشخصات خط	خطی که خودرو مورد نظر در آن قرار دارد، ۱ چپ‌ترین و ۶ در سمت راست مسیر
۱۵	خودرو جلویی	شماره خودرو جلویی در همان خط خودرو مورد نظر
۱۶	خودرو عقبی	شماره خودرو عقبی در همان خط خودرو مورد نظر
۱۷	فاصله مکانی	فاصله بین مرکز جلو خودرو با مرکز جلو خودرو جلویی(شکل ۳-۳)
۱۸	فاصله زمانی (Headway)	زمانی که طول می‌کشد تا مرکز جلو خودرو از همان نقطه‌ای که در همان لحظه، مرکز جلو خودرو عقبی از آن می‌گذرد.

۳-۲ US-۱۰۱

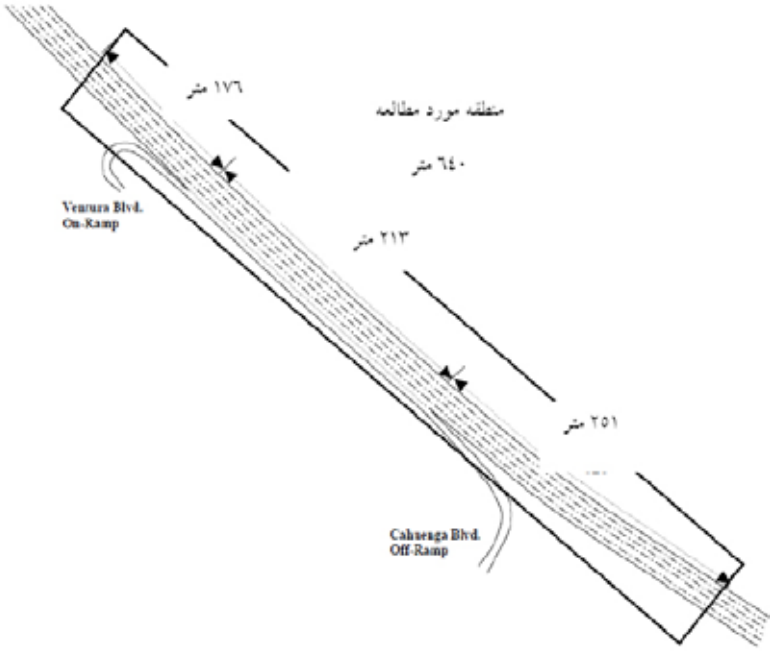
در جون ۲۰۰۵، مجموعه داده‌های مشابهی توسط ۸ دوربین نصب شده در بالای ساختمان ۱۵۴ متری UCP[1] در کنار بزرگراه Hollywood، US-۱۰۱، از یک مقطع ۶۴۰ متری، شامل ۶۱۰۱ خودرو در بازه‌های زمانی ۱۵ دقیقه، جمع‌آوری شد. شماتیکی از منطقه، در شکل (۳) نشان داده شده‌است. این منطقه شامل ۵ خط و یک خط مستقیم بین دو رمپ ورودی و

1. Universal City Plaza

Archive of SID
www.SID.ir

۷۵
فصلنامه
علمی- ترویجی راهور
سال هشتم- شماره ۱۴

خروجی در بالا و پایین دست و در داخل منطقه مورد مطالعه است. همه این مجموعه داده‌ها، برای دریافت از طریق اینترنت، آزادانه در دسترس می‌باشند[۹].



شکل ۳. شماتیکی از منطقه مورد مطالع در آزادراه US-۱۰۱ در پروژه NGSIM [۹]

نتیجه‌گیری

پروژه NGSIM، فرصت‌های مناسبی را برای تجزیه و تحلیل رفتار رانندگان در آزادراه، در اختیار محققان و کارشناسان ترافیک قرار داده‌است. فرصت‌های معتبری که به نتایج تحقیقات محققان اعتبار خاصی بخشیده‌است. وجود بیش از ۳۰ مقاله معتبر بین‌المللی، از سال ۲۰۰۷ تا ۲۰۰۹ که از داده‌های NGSIM برای اهداف مختلف خود استفاده کرده‌اند، نشان از اعتبار و صحت این داده‌ها دارد[۱۰]. این داده‌ها همان‌طور که ذکر شد، مشخصات

Archive
www.SID.ir

و خصوصیات مسیرهای حرکتی خودروها را در منطقه مورد نظر به‌صوری کمی و کیفی نشان می‌دهند. داده‌هایی که فرصت‌های مناسب و معتبری را برای محققان داخل و خارج کشور برای تجزیه و تحلیل‌های ترافیکی مهیا کرده‌است. به‌دلیل عدم وجود چنین مجموعه داده‌هایی مربوط به آزادراه در ایران، محققان و کارشناسان داخل کشور، می‌توانند از این داده‌ها برای انجام مطالعات خود در زمینه رفتار رانندگان در آزادراه‌ها استفاده کنند. داده‌های معتبری که به‌راحتی در دسترس و قابل دریافت از طریق اینترنت است. همچنین با یک برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری بخش داخلی و با همکاری کارشناسان و محققان حمل‌ونقل، سنجش از دور و... می‌توان چنین پایگاه داده‌ای را برای آزادراه‌های ایران به‌دست آورد؛ تا محققان داخلی بتوانند مطالعات خود را بر روی خصوصیات رفتاری رانندگان داخل کشور انجام دهند.

منابع

Ramanujam, V.,(2007). “Lane changing models for arterial traffic”, MSc thesis, Department of Civil and Environmental Engineering, MIT.

Toledo, T., (2003). “Integrated driving behavior modeling”, Ph.D Dissertation, Department of Civil and Environmental Engineering, MIT.

Ahmed, K.I., “Modeling drivers’ acceleration and lane changing behaviors”, Ph.D Dissertation, Department of Civil and Environmental Engineering, MIT, 1999.

زرین‌کیا، سید محمد قادر، (۱۳۸۹). مدل‌های رفتاری تغییر خط رانندگان در آزادراه‌ها، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

(1965) “Highway Capacity Manual”, highway Research Board Special Report 87, Transportation Research Board, Washington DC.

علوی، صابر، (۱۳۸۹). بررسی و مقایسه مدل‌های تغییر خط در شبیه‌سازی خرد ترافیک، نهمین کنفرانس مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک، تهران: پژوهشکده حمل و نقل.

Thiemann, C., Treiber, M., Kesting, A.,(2008) “Estimating acceleration and lane-chang-

Archive of SID
www.SID.ir

ing dynamic based on NGSIM trajectory data", Transportation Research Board of the National Academies, Washington D. C .

Choudhury, C., Rao, A., Lee, G., (2006). "Modeling Cooperative Lane-changing and Forced Merging Behavior", ITS program, Massachusetts Institute of Technology, MIT.

Zhang L., Kovvali Vijay, "Freeway gap acceptance behaviors based on vehicle Trajectory analysis", Annual Meeting, Transportation Research Board, No. 07-2739.

Punzo V., et.al., (2009). "Estimation of vehicle trajectories from observed discrete position and NGSIM data", Annual Meeting, Transportation Research Board, Washington, D.C.

Archive of SID

www.SID.ir