فصلنامه علمی مهندسی ترافیک
| JOURNAL OF TRAFFIC ENGINEERING |

توسعه مدل ارزیابی تاثیر اشتراک گذاری هوشمند خطوط وسایل نقلیه با سطح اشغال بالا در گلوگاه‌های ترافیکی و روند کاهش آلودگی هوا

سیدمحمد سیدحسینی، خشایار کاظم زاده
۱- استاد، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت، تهران
۲- کارشناس ارشد مهندسی حمل و نقل، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

چکیده

در این پژوهش، ارزیابی اشتراک گذاری هوشمند خطوط وسایل نقلیه با سطح اشغال بالا(HOV) مورد بررسی قرار گرفته است. برای نیل به این هدف ابتدا این خطوط در شرایط پایه (جریان پیوسته بدون وجود هیچ گلوگاهی) تحلیل گردیده است. مدل تحلیلی آلاینده‌ها تابعی از سرعت، حجم جریان و تاخیر در نظر گرفته شده است. توسعه مدل فوق برای شرایط گلوگاهی در نظر گرفته شده است. سه سناریو هم در شرایط پایه و هم گلوگاهی در نظر گرفته شده است که شامل اشتراک گذاری کل، اشتراک گذاری تا سه سرنشین و اشتراک گذاری بیش از سه سرنشین می‌باشد. در تمامی سناریوها نسبت میزان آلایندگی در شرایط عدم اشتراک گذاری، به حالات مختلف اشتراک گذاری بررسی شده است. در این مدل سه جانمایی ممکن برای گلوگاه در نظر گرفته شده است. با توجه به عدم وجود گلوگاه واقعی، پارامترهای مربوط به ترافیک گلوگاهی با استفاده از نرم افزار AIMSUNشبیه سازی شده است. تاثیر تغییر خط وسایل نقلیه نیز در دسترسی به خطHOVدر شبیه سازی نظر گرفته شده است. مدل ارزیابی کلی ارزیابی آلاینده‌ها با استفاده از مدل رگرسیون چند متغییره صورت گرفته است. نتایج حاصل از مدل ارزیابی نشان می‌دهد که در حالت پایه و همچنین گلوگاه در خط تندرو و کندرو سناریو دوم یعنی اشتراک گذاری تا سه سرنشین بهترین تاثیر در کاهش آلایندگی و همچنین در حالت گلوگاه در خط میانه، اشتراک گذاری کل وسایل نقلیه گزینه برتر می‌باشد.

کلید واژه: خطوط HOV، شبیه سازی، مدل ارزیابی رگرسیون چندگانه، گلوگاه

۱– مقدمه

سیستم حمل و نقل عمومی یکی از شاخص‌های اصلی پیشرفت در کلیه کشورهای صنعتی بشمار می‌آید.

سیستم اتوبوسرانی تندرو (BRT) یکی از سیستم‌های مهم حمل و نقلی در کشورهای صنعتی می‌باشد که با توجه به افزایش حجم ترافیک و آلودگی‌های مربوطه، استفاده از این سیستم‌ها، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. هدف اصلی از ایجاد این سیستم‌ها، تسهیل در جابجایی می‌باشد که در کنار این هدف کلان، با توجه به محدودیت‌های موجود، بحث‌های مربوط به دسترسی نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. این سیستم در مقایسه با سایر سیستم‌ها ، به طور کلی و مقایسه ای، هزینه سرمایه گذاری کمتری را نیاز دارد و طرح‌های آزمایشی در این سیستم‌ها قابلیت اجرایی بیشتری دارند.

همانطور که از نام خطوط وسایل نقلیه با سطح اشغال بالا (HOV) مشخص است، این خطوط تنها برای عبور خط وسایل نقلیه ویژه به کار گرفته می‌شوند و سایر وسایل نقلیه حق عبور استفاده از این مسیرها را ندارند. در این پژوهش ما قصد داریم تا بر خلاف این فرضیه مطلق عمل نماییم، یعنی استفاده مطلق از این خطوط را برهم زنیم، چراکه بر این اعتقادیم در بعضی از ساعت شبانه روز، با توجه به عدم تردد وسایل نقلیه با سطح اشغال بالا ، این خطوط بدون استفاده می‌باشند. این خطوط یک خط از بزرگراه را اشغال می‌نمایند و در صورت تخصیص صحیح آن‌ها، می‌توان از حداکثر ظرفیت بزرگراه استفاده نمود.

در سال ۲۰۰۷ Cassidy و همکارانش در مورد رابطه بین تراکم ترافیک و کاهش ظرفیت در سه گلوگاه ترافیکی پژوهشی انجام داده اند. گلوگاه‌های مورد پژوهش هر یک دارای ویژگی‌های

فصلنامه علمی مهندسی ترافیک
سال هجدهم / زمستان ۱۳۹۷ / شماره ۷۵

هندسی مشخص برای نشان دادن رابطه بین سرعت وسایل نقلیه و کاهش ظرفیت تخلیه جریان نشان داده شده اند. در هر کدام از گلوگاه‌ها، تراکم در جریان، معادل با افت ظرفیت در بزرگراه خواهد شد. برای ارزیابی عملکرد گلوگاه در این پژوهش ، الگوریتمی ساده استفاده شده است که شامل یک شناساگر جهت شمارش تعداد وسایل نقلیه در بالادست و پایین دست جریان ترافیک می‌باشد. پس از دریافت شمارش‌ها، اطلاعات برای استفاده نرمالیزه می‌شوند. از نتایج حاصل شده از این پژوهش می‌توان به این مورد اشاره نمود که حتی می‌توان افت ظرفیت در گلوگاه را پس از حذف آن در مسیر کوتاهی جبران نمود[۱].

در سال ۲۰۱۱ Coifman و همکارانش در ارتباط با توسعه گلوگاه‌های ترافیکی و همچنین تاثیر آن‌ها بر کاهش ظرفیت در بزرگراه‌ها پژوهشی انجام داده اند. بررسی این پژوهش نشان داده شده است که تاثیر کاهش یک خط در بزرگراه (ایجاد گلوگاه ترافیکی) تا چندین مایل از پایین دست را تحت تاثیر خود قرار می‌دهد[۲].

در بحث اشتراک گذاری خطوط در سطح جهانی تا کنون پژوهش‌های مختلفی صورت گرفته است. در سال ۲۰۱۲ Guler و همکارانش در ارتباط با اشتراک گذاری خطوط اتوبوس با وسایل نقلیه در گلوگاه‌های ترافیکی، پژوهش‌های گسترده‌ای انجام داده اند. هدف اصلی از این پژوهش اشتراک گذاری ظرفیت خطوط انحصاری اتوبوس با سایر وسایل نقلیه با الویت اصلی اتوبوس و همچنین تسهیل جریان ترافیک سایر وسایل نقلیه می‌باشد. فضای اصلی اختصاص داده شده به اتوبوس، برای مدت‌های طولانی به صورت انحصاری، تنها در اختیار اتوبوس‌ها برای حرکت در آن بوده است. این مسیر در صورت عدم عبور اتوبوس و یا سرفاصله‌های زمانی طولانی، باعث هدر رفتن یک خط می‌شود. جزئیات این استراتژی بر پایه این است که آیا گلوگاه از جریان پایین دست تاثیر می‌پذیرد یا نه. در این پژوهش، گلوگاه‌ها در دو حالت تحت بررسی قرار گرفته اند. به عنوان مثال در گلوگاه‌ها فعال که تحت جریان پایین دست قرار نمی گیرند، یک خط از HOV به وسایل نقلیه غیر عمومی اختصاص داده می‌شود. در این پژوهش معادلاتی برای ظرفیت گلوگاه در حالت عادی و در حالت اشتراک گذاری شده تعیین می‌گردد[۳].

۲– تعریف مسأله و اهداف تحقیق

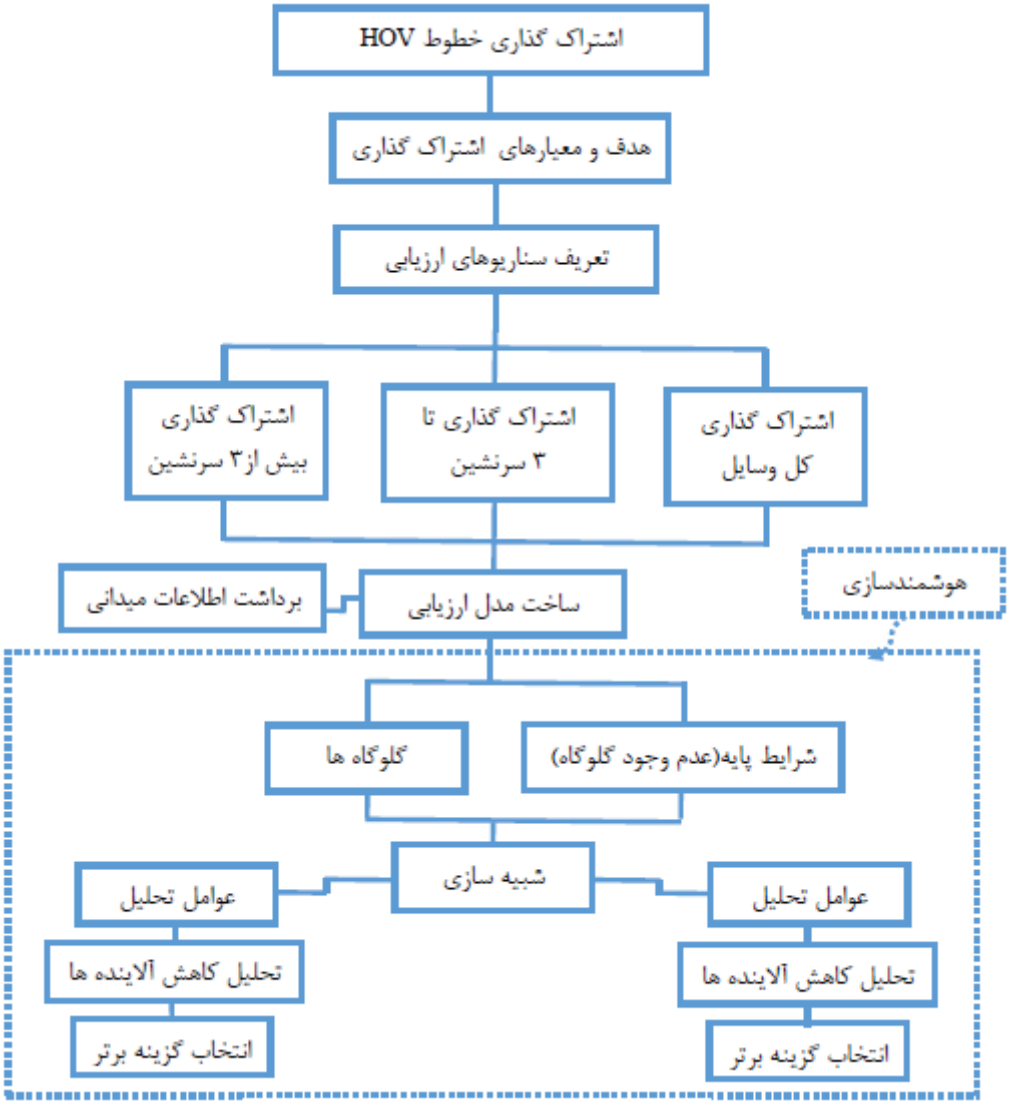
هدف اصلی از این پژوهش اشتراک گذاری هوشمند خطوط HOV می‌باشد. در حال حاضر خطوط HOV به طور گسترده در سطح شهر استفاده می‌شوند و معمولا در ساعات اوج تنها با در نظر گیری وضعیت ترافیکی خطوط عمومی GP به منظور تعادل حجم جریان به اشتراک گذاشته می‌شوند. اشتراک گذاری بدون برنامه و بدون در نظرگیری شرایط سایر خطوط، نه تنها برای خطوط GP مشکلات عدیده‌ای ایجاد می‌نماید، بلکه عمکرد اصلی خطوط HOV که حرکتی سریع و پیوسته (Uninterrupted) را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد. در این پژوهش هدف اصلی، حفظ عملکرد پایه‌ای خطوط HOV می‌باشد و با در نظر گیری این هدف مدل در بخش پیش بینی شده است.

در بخش اول که از آن به عنوان شرایط پایه در کلیه بخش‌های این پژوهش یاد شده است، جریان عادی در ترافیک و وضعیت معمول خطوط و بدون وجود هرگونه گلوگاه می‌باشد و سپس شرایط بعدی که با عنوان گلوگاه بررسی شده است، جریان ترافیک در گلوگاه‌ها توسعه داده شده است. وسایل نقلیه در حالت سکون احتراق ناقص (Incomplete Combustion) و در حال حرکت، احتراق کامل (Complete Combustion) دارند که بدیهی است احتراق کامل آلایندگی کمتر زیست محیطی ایجاد می‌نماید.

در این بخش سه سناریو جهت اشتراک گذاری در نظر گرفته شده است که شامل اشتراک گذاری کلیه وسایل نقلیه، اشتراک گذاری وسایل نقلیه تا سه سرنشین و اشتراک گذاری وسایل نقلیه بیش از سه سرنیشن می‌باشد. روش کار در فلوچارت ۲-۱ مشخص شده است.

۲–۱ اهدف و معیارهای اشتراک گذاری

از اشتراک گذاری خطوط اهداف گوناگونی دنبال می‌شود که در یک نگاه کلی، دو هدف اصلی اشتراک گذاری، کاهش آلایندگی هوا و تسهیل جریان ترافیک می‌باشد. همانطور که در ابتدای این فصل نیز ذکر گردید، اشتراک گذاری ابتدا در شرایط پایه در نظر گرفته می‌شود و سپس مدل مذکور برای گلوگاه‌های ترافیکی توسعه داده می‌شود. برای نیل به اهداف فوق، سه سناریو در نظر گرفته شده است که شامل اشتراک گذاری کلیه وسایل نقلیه،



شکل ۲- ۱- فلوچارت مراحل مختلف پژوهش

اشتراک گذاری خودروهای تا ۳ سرنشین و اشتراک گذاری بیش از ۳ سرنشین که هر سه سناریو هم برای شرایط پایه و هم برای گلوگاه‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲-۲ تعریف سناریوهای شبیه سازی

همانطور که در بخش‌های قبلی نیز ذکر گردید، سه سناریو اشتراک گذاری در نظر گرفته شده است. بدیهی است برای اشتراک گذاری سناریوهای گوناگونی قابل اجرا می‌باشد که در این پژوهش، پس از بررسی‌های میدانی اولیه و همچنین در نظرگیری سناریوهای مختلف در کشورهای توسعه یافته، سه سناریو به شرح ذیل در نظر گرفته شده است.

۲-۲-۱ سناریو اول- اشتراک گذاری مجاز کلیه وسایل نقلیه

در این سناریو در زمان‌های اشتراک گذاری، کلیه وسایل نقلیه خطوط عمومی (GP) حق تردد از این خطوط را دارند. در این سیستم پس از اطلاع رسانی ساعات مجاز اشتراک گذاری، وسایل نقلیه از محل‌های دسترسی به این خطوط هدایت می‌شوند و تا زمان ممنوعیت ورود در این مسیر، حق تردد در این بخش را دارند

۲-۲-۲ سناریو دوم- اشتراک گذاری مجاز وسایل نقلیه تا سه سرنشین

در این سناریو در زمان‌های اشتراک گذاری، کلیه وسایل نقلیه خطوط عمومی (GP) حق تردد از این خطوط را ندارند. در این

سیستم پس از اطلاع رسانی ساعات مجاز اشتراک گذاری، تنها وسایل نقلیه تا سه سرنشین حق تردد در خطوط HOV را دارند و تا زمان ممنوعیت ورود در این مسیر، حق تردد در این بخش را دارند. مهمترین رویکرد این سناریو ترغیب غیر مستقیم به سیستم همپیمایی می‌باشد و می‌توان انتظار کاهش در تردد خودروهای تک سرنشین با این سیستم را داشت.

۲-۲-۳ سناریو سوم- اشتراک گذاری مجاز وسایل نقلیه بیش از سه سرنشین

سناریو دوم یکی از سناریوهای محبوب در کشورهای اروپایی می‌باشد که معمولا در تابلوهای هشدار دهنده در سیستم‌های بزرگراهی نشان داده می‌شود، با توجه به نوع سیاست گذاری و سایر شرایط در نظر گرفته شده، تعداد سرنشین‌هایی که بیش از آن مجاز به عبور از خطوط ویژه می‌باشند تعیین می‌شود. این سناریو بسیار کارا می‌باشد چراکه علاوه بر ترغیب به هم پیمایی، تا حد زیادی به کاهش آلاینده‌های زیست محیطی کمک خواهد شد

۲-۳ برداشت داده‌ها

برداشت داده‌ها یکی از اساسی ترین بخش‌های پژوهش به شمار می‌آید، چراکه صحت مدل ارائه شده براساس داده‌های برداشت شده می‌باشد. اطلاعات مورد نیز برای این پژوهش به دو قسمت تقسیم می‌شود که در این بخش به آن پرداخته می‌شود.

۲-۳-۱ اطلاعات ترافیکی مورد نیاز

اطلاعات ترافیکی یکی از مهمترین اطلاعات مورد نیاز در این بخش از پژوهش به شمار می‌آید. اطلاعات ترافیکی برای مقطع مدل در نظر گرفته شده به صورت دستی برداشت شده است. برای افزایش صحت اطلاعات، سه نفر به طور همزمان مقطع مدل، برداشت اطلاعات نموده اند که تا حد ممکن خطای برداشت اطلاعات به حداقل برسد. در این بخش یک نفر در بالای پل به صورت همزمان با فیلمبرداری و دو نفر در حاشیه بزرگراه برداشت اطلاعات می‌نمودند. اطلاعات برداشت شده به صورت دستی (اطلاعات استخراج شده به وسیله فیلم برداری) به طور کامل مقایسه و کنترل شده است و موارد مستخرج از اطلاعات به شرح زیر می‌باشد:

الف) مشخص شدن نوع وسایل نقلیه و تعیین سرعت متوسط

ب) شمارش تعداد سرنشین‌های وسایل نقلیه

پ) شمارش تعداد عبوری در زمان برداشت اطلاعات

شکل۲- ۲- خط فرضی محاسبه سرعت

۲-۳-۲ اطلاعات آلاینده‌ها

اطلاعات استفاده شده در این بخش با استفاده از گزارش‌های دفتر سوخت، احتراق و آلایندگی دانشگاه صنعتی شریف و همچنین شرکت ملی نفت ایران، شرکت بهینه سازی مصرف سوخت استفاده شده است. این اطلاعات آخرین آزمایش انجام شده توسط این مرکز در زمستان سال ۱۳۹۳ می‌باشد که به عنوان روزترین نتایج در ارتباط با ضرایب انتشار آلاینده‌ها در کشور به شمار می‌آید. استفاده از ضرایب انتشار آلاینده‌ها معمولا برای استفاده در محاسبه میزان آلاینده‌های منابع متحرک به شمار می‌آید. در این گزارش که حاصل جامع آماری گسترده‌ای از خودروها در شهر تهران می‌باشد مدل‌های گوناگونی ارائه شده است. یکی از بهترین مدل‌ها که با توجه به شرایط مدل در نظر گرفته شده در این پژوهش بهترین کارایی را دارد، مدل‌های انتشار بر اساس سرعت متوسط (Average Speed Emission Factors Model) می‌باشد. این مدل در ارتباط با پارامترهای جریان ترافیکی و بحث‌های مقایسه‌ای انتشار آلاینده‌ها در سرعت متفاوت بسیار کارا می‌باشد. علیرغم سایر مدل‌های انتشار آلاینده‌ها که مصرف سوخت، نوع سیستم خودرو و سایر پارامترهای غیر ترافیکی در آن دارای تاثیر می‌باشد، این مدل با توجه به سرعت متوسط وسایل نقلیه در جریان ترافیک توسعه داده شده است. فرمول کلی محاسبه آلاینده‌ها به شکل زیر می‌باشد:

$$\text{Emission Factor / Fuel Consumption} = \frac{a + bV + cV^2 + dV^3}{V}$$

۲-۴ محدودیت‌ها و فرضیات اطلاعات و مدل

بدیهی است، با توجه به نوع و روش جمع آوری اطلاعات، هر پژوهشی دارای محدودیت‌هایی می‌باشد که برخی از این محدودیت‌ها در این پژوهش به شرح ذیل می‌باشد:

الف) ثابت‌های فرمول انتشار آلاینده‌ها با توجه به نوع سوخت بنزینی و گاز در خودروها متفاوت می‌باشد که با توجه به عدم امکان تعیین نسبت خودروهای گازسوز به بنزینی و براساس پرسشنامه‌های آماری، مقادیر مربوط به اکثر خودروهای سیستم بنزینی می‌باشد.

ب) سرعت در نظر گرفته شده وسایل نقلیه با توجه به زون تعیین شده برای مطالعه در نظر گرفته شده است که بدیهی است نتایج براساس سرعت‌های در نظر گرفته شده در این محدوده می‌باشد.

پ) جریان در نظر گرفته شده فارغ از تاثیرات پایین دست و بالادست می‌باشد.

ت) از میزان آلایندگی اتوبوس‌ها در خطوط HOV صرفه نظر شده است.

ث) وسایل نقلیه یکسان فرض شده اند و از ضریب تصحیح وسایل نقلیه استفاده نشده است.

ج) تغییرات سرعت ناشی از اشتراک گذاری در جانمایی گلوگاه‌ها، براساس مدل تغییر خط در نرم افزار شبیه سازی شده است.

چ) گلوگاه در نظر گرفته شده در مدل توسعه یافته، با فرض مسدود کردن کل مسیر می‌باشد.

۲-۵ ساخت مدل ارزیابی اشتراک گذاری

پس از در نظر گیری کلیه موارد فوق، مهمترین بخش این پژوهش، ارائه مدل ارزیابی می‌باشد. در این بخش می‌توان با توجه به شرایط پایه و همچنین شرایط توسعه یافته روند کاهش آلایندگی را تشخیص داد. با توجه به موارد بررسی شده، اولویت‌های گوناگونی برای انتخاب گزینه برتر می‌باشد که در این پژوهش، رویکرد اصلی با توجه به کاهش آلایندگی تعیین شده است. در این مدل ۴ حالت کلی که در هر حالت سه سناریو بررسی می‌شود و در کل ۱۲ حالت مورد بررسی قرار می‌گیرد. ۳ حالت اولیه برای شرایط پایه می‌باشد و ۹ حالت بعدی با توجه به جانمایی گلوگاه می‌باشد. لازم به ذکر است پس از در نظر گیری هم پوشانی زمانبندی خطوط HOV و در نظر گیری ساعات اوج وسایل نقلیه، سناریوهای ذیل در نظر گرفته شده است و در کلیه سناریوها، اولیت اصلی حرکت با اتوبوس می‌باشد

در این پژوهش از مدل انتشار بر اساس سرعت متوسط استفاده شده است. در صورتی که بخواهیم به طور ساده روش کار را بیان کنیم، سرعت وسایل نقلیه در حالت اشباع مورد محاسبه قرار می‌گیرد و طبق فرمول، میزان آلاینده‌ها محاسبه می‌شود؛ سپس میزان انتقال به خط HOV مورد محاسبه قرار می‌گیرد. میزان کاهش حجم به واسط افزایش سرعت وسایل نقلیه در پی اشتراک گذاری، میزان نهایی کاهش آلایندگی در هر سناریو را نشان می‌دهد. مدل کلی ارزیابی پس از شبیه سازی و نیز به صورت پارامتری جهت تغییر متغیرها به وسیله مدل رگرسیون قابل ارائه می‌باشد. پس از بررسی مدل‌های گوناگون رگرسیونی، مدل چند متغیره خطی، بهترین میزان همبستگی جهت ارزیابی را نتیجه داده است.

یکی از مهمترین ابزارهای مدل سازی در مهندسی حمل و نقل و ترافیک، روش رگرسیون می‌باشد. روش رگرسیون چندگانه برای تحلیل همبستگی و روابط بین متغیرهای مستقل و وابسته مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این بخش از مدل سازی، پس از تحلیل نتایج، تست‌های آماری T-test، F-test و همچنین ANOVA برای اطلاعات انجام می‌شود.

Y= میزان آلایندگی مقطع

X۱= سرعت خودروهای عبوری

X۲= حجم ترافیک

X۳= تاخیر جریان

Y=ax۱+bx۲+cx۳ معادله ارزیابی آلایندگی

$$E(Y) = E\,a\,X1 + E\,b\,X2 + E\,c\,X3$$

$$EY = a\,E\,(X1) + b\,E\,(X2) + c\,E\,(X3)$$

با توجه به معادله فوق می‌توان وضعیت آلاینده‌ها را در شرایط پایه بررسی نمود و سه سناریو در نظر گرفته شده در این بخش را باهم مقایسه نمود و گزینه برتر از نظر کاهش آلاینده‌ها را نیز تعیین نمود. نکته قابل توجه این است که پس از بررسی آلاینده‌ها در این بخش، مدل فوق برای گلوگاه‌های ترافیکی (انسداد یک خط در هر یک از سه خط) توسعه می‌آید و گزینه‌های در نظر گرفته شده اولیه نیز، به صورت مجدد در این بخش برای گلوگاه‌ها تعریف و تعیین می‌گردد.

همانطور که از نام پژوهش نیز مشخص است، پس از ارائه مدل در شرایط پایه نیاز به توسعه آن در شرایط گلوگاهی می‌باشیم. با توجه به جانمایی خط HOV در مطالعه موردی، حالات گوناگون ایجاد گلوگاه به شرح زیر می‌باشد:

پس از محاسبه آلاینده در حالت اولیه، بدون اشتراک گذاری وسایل نقلیه و مقایسه آن با سه سناریوها در چهار حالت که شامل یک شرایط پایه و سه شرایط گلوگاهی، گزینه برتر در هر حالت به نسبت کاهش آلاینده‌ها تعیین می‌شود.

$$E_{\text{Emission Reduction}} = ۱۰۰^{*} \left(\frac{E۱ - E۲}{E۱}\right)$$

$E_{\text{Emission Reduction}}$: میزان کاهش آلایندگی سناریو

$E_{۱}$: میزان آلاینده‌ها در شرایط عدم اشتراک گذاری (CO-CO۲-NOx)

$E_{۲}$: میزان آلاینده‌ها در شرایط اشتراک گذاری (CO-CO۲-NOx)

نگاهی کلی به سناریوهای اشتراک گذاری در حالت توسعه یافته در شکل ۲-۳ می‌باشد.

۳-تحلیل و ارزیابی

در این پژوهش رویکرد اصلی در مدل سازی اشتراک گذاری براساس ارزیابی میزان کاهش آلایندگی در جریان ترافیک می‌باشد. علیرغم تعیین رویکرد اصلی بررسی آلاینده‌ها در این پژوهش، با توجه به ساده سازی در بخش‌ها و فرضیات سیستم، نه تنها بحث کاهش آلاینده‌ها در سرلوحه محاسبات قرار گرفته است، بلکه تسهیل در جریان ترافیک و رویکرد عملی سیستم نیز مورد بررسی قرار گرفته است. در هر بخش از سناریوها در ابتدا، وضعیت ترافیکی سیستم، سرعت مورد نظر و تاخیرات احتمالی مورد بررسی قرار گرفته است و پس از آن شرایط تئوری و تبدیل آن به مدلی عملی برای اشتراک گذاری مورد بررسی قرار گرفته است. نکته قابل توجه در بخش نتایج این است که سناریوها چه در شرایط پایه و چه مدل توسعه یافته در بخش گلوگاهی به صورت مجزا مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است و پس از آن، نیز نتایج به طور کلی در بخشی یکپارچه مورد تحلیل قرار گرفته است. در یک تقسیم بندی کلی تجزیه و تحلیل داده‌ها به شرح شکل ۳-۱ می‌باشد .

در اشکال ۳-۲ الی ۳-۵ شبیه سازی داده‌ها در نرم افزار ایمسان نشان داده شده است.

۳-۱ نمونه معادلات تحلیل داده‌ها

در این بخش به صورت نمونه، معادلات حاصل از ارزیابی آلاینده‌ها در شرایط پایه نشان داده شده است:

الف) عدم اشتراک گذاری وسایل نقلیه در شرایط پایه

$$E(Y) = ۸۰۰ * (۱۳۳۲.۳۰) + ۵ * (-۹۴۳۶۷.۸) + ۰.۰۲۳ * (۳۷.۸۲۳۶) = ۵۹۴,۰۰۳ \text{ gr/km} \quad (۱-۳)$$

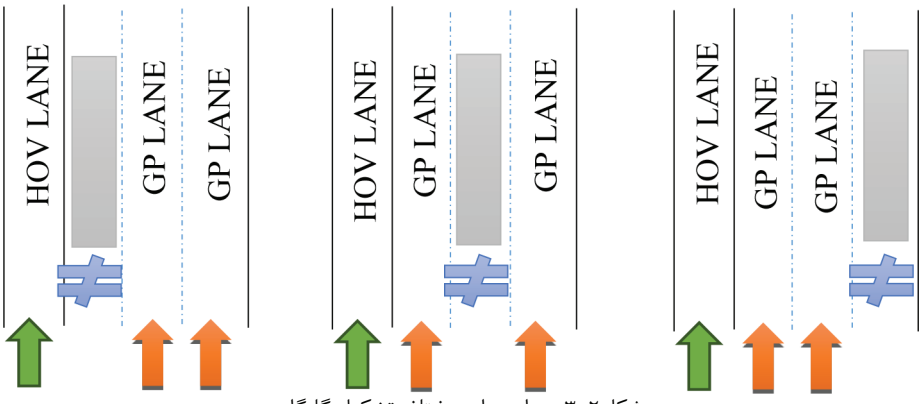
ب) اشتراک گذاری کل وسایل نقلیه در شرایط پایه

$$E(Y) = ۷۲۰ * (۱۴۷.۵۲) + ۴۵.۶ * (-۷۸.۱۶۳) + ۰.۰۱۲ * (۴۲.۸۴۵۴) = ۱۰۲,۷۰۵ \text{ gr/km} \quad (۲-۳)$$

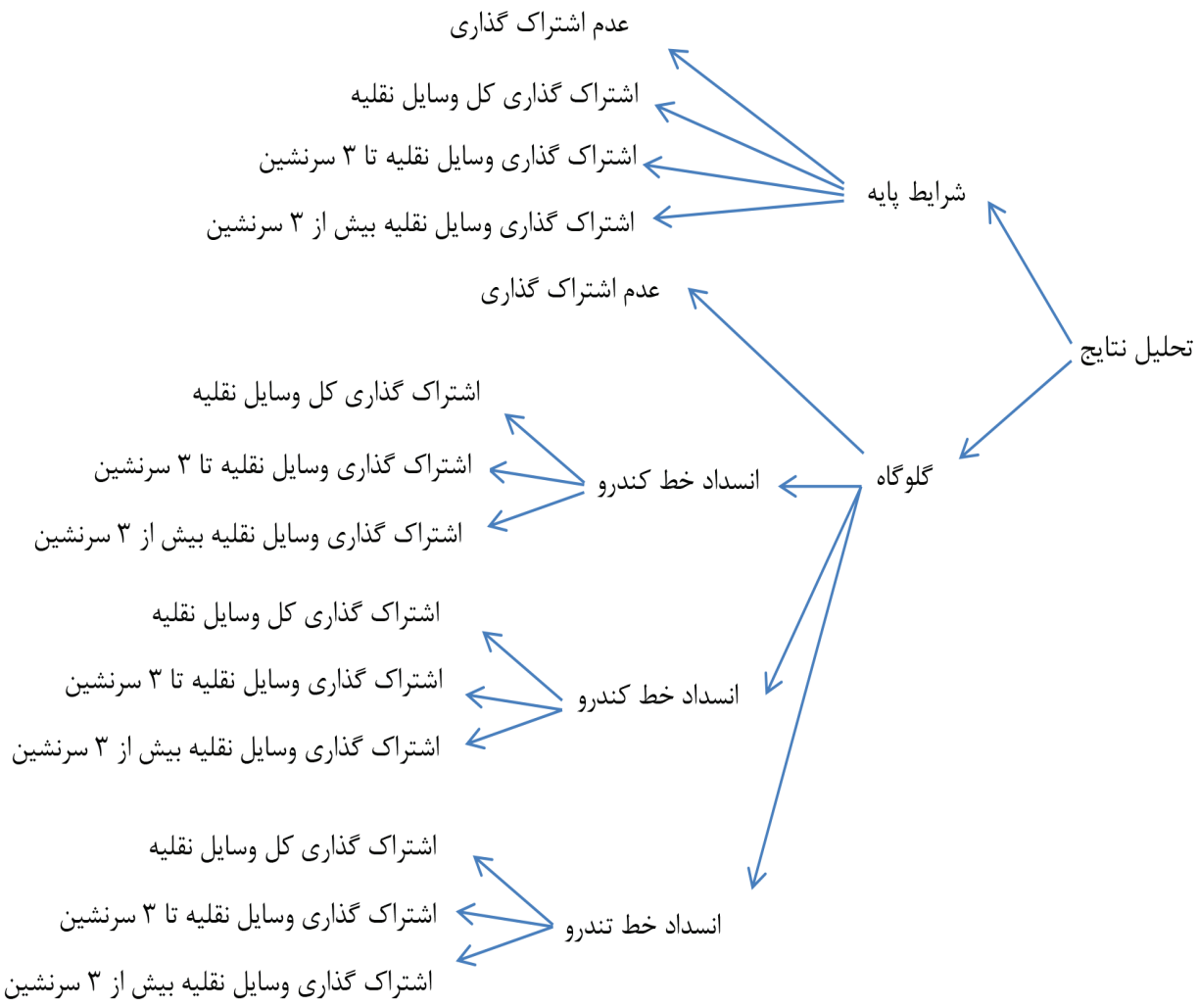
پ) اشتراک گذاری وسایل نقلیه تا سه سرنشین در شرایط پایه

$$E(Y) = ۷۲۰ * (۱۴۰.۲۶۱۷) + ۴۵.۶ * (۱.۵۲۹) + ۰.۰۲۲ * (-۱۸.۸۶۳۷) = ۶۱,۹۱۳ \text{ gr/km} \quad (۳-۳)$$

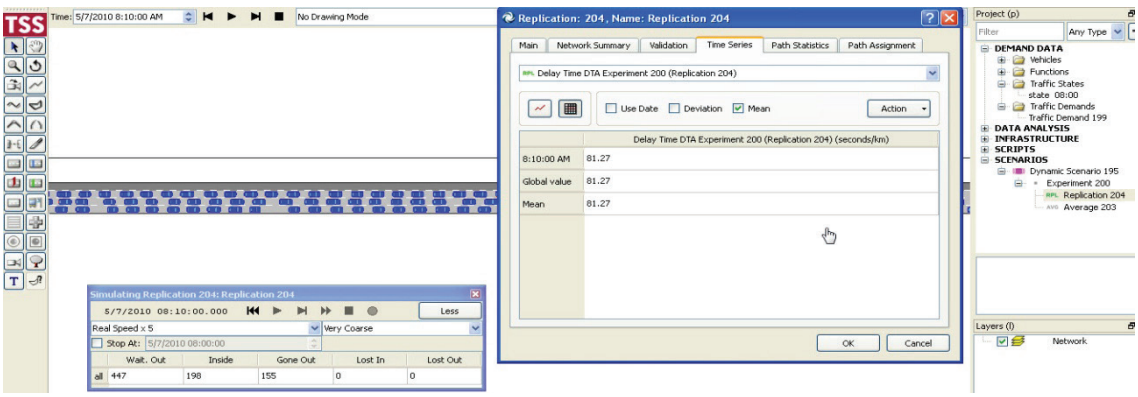
در این بخش میزان آلایندگی وسایل نقلیه که مجاز به اشتراک نمی باشند محاسبه و به کل میزان آلایندگی سیستم افزوده می‌شود:



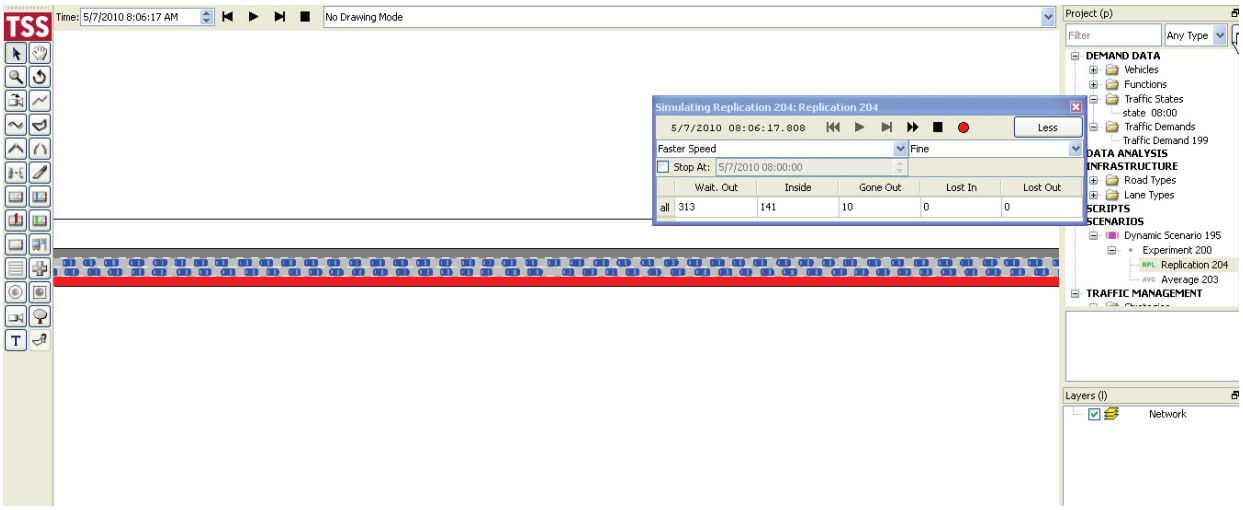
شکل ۲- ۳- سناریوهای مختلف تشکیل گلوگاه



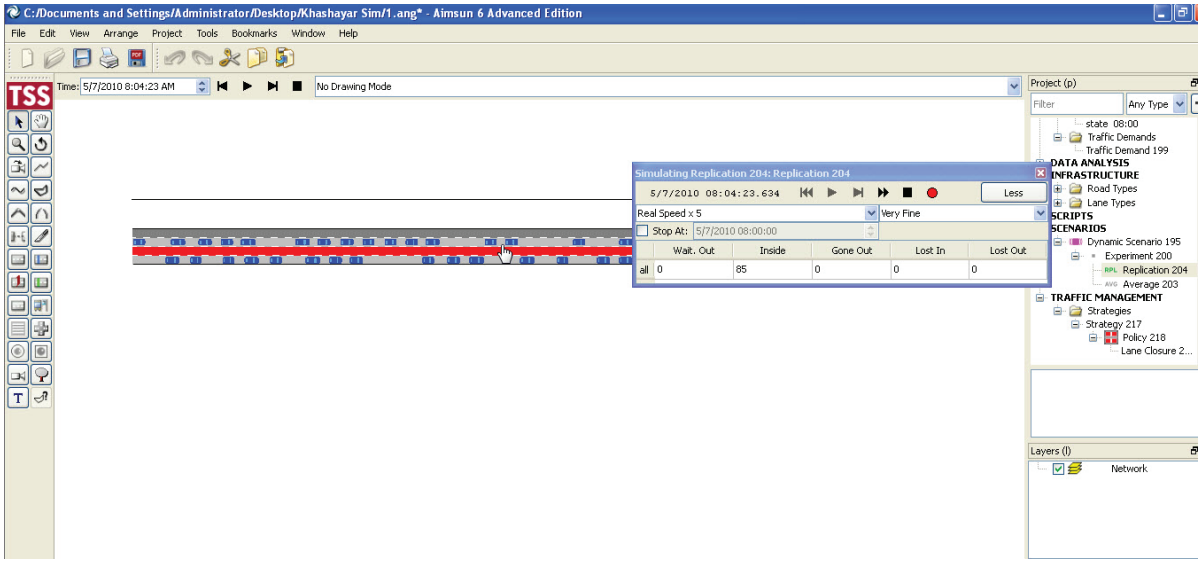
۳-۱ مراحل تجزیه و تحلیل داده ها در پژوهش



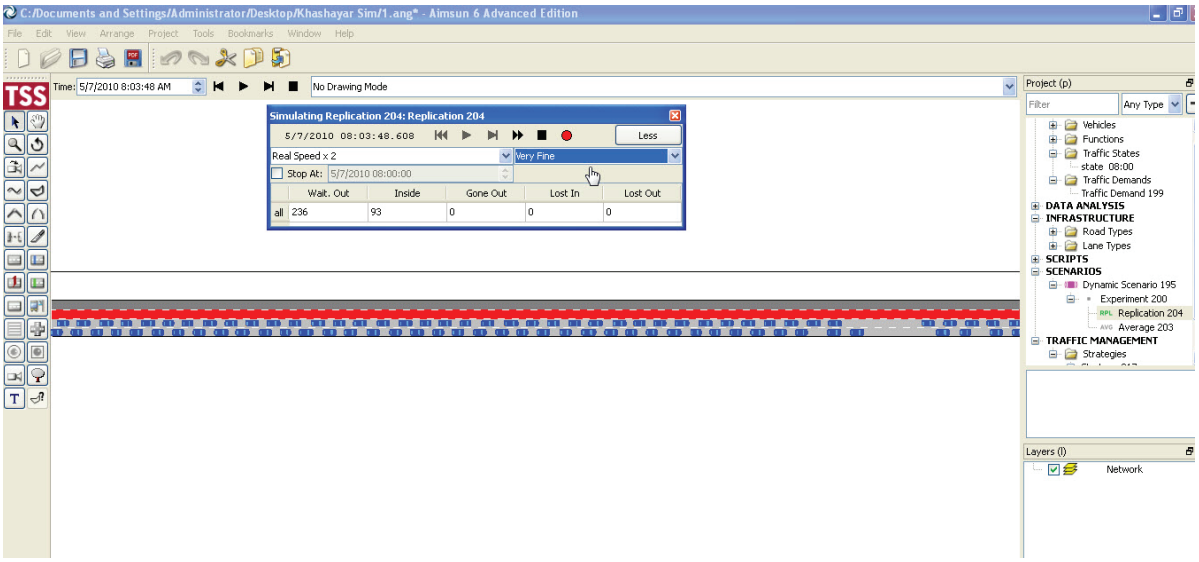
شکل ۳- ۲- شبیه سازی در شرایط پایه



شکل۳- ۳- شبیه سازی انسداد در خط کندرو



شکل۳- ۴- شبیه سازی انسداد در خط میانه



شکل۳- ۵- شبیه سازی انسداد در خط تندرو

$$E(Y) = ۸۰ * (۱۴۷.۵۲) + ۴۵ * (-۷۸.۱۶۳) + ۰.۰۲۲ * (-۱۸.۸۶۳۷) = ۸,۲۸۵ \text{ gr/km} \quad (۳-۵)$$

$$E(Y)_{TOTAL} = ۶۱,۹۱۳+۸,۲۸۵ = ۷۰,۱۹۸ \text{ gr/km} \quad (۳-۴)$$

ت) اشتراک گذاری وسایل نقلیه بیش از سه سرنشین در شرایط پایه

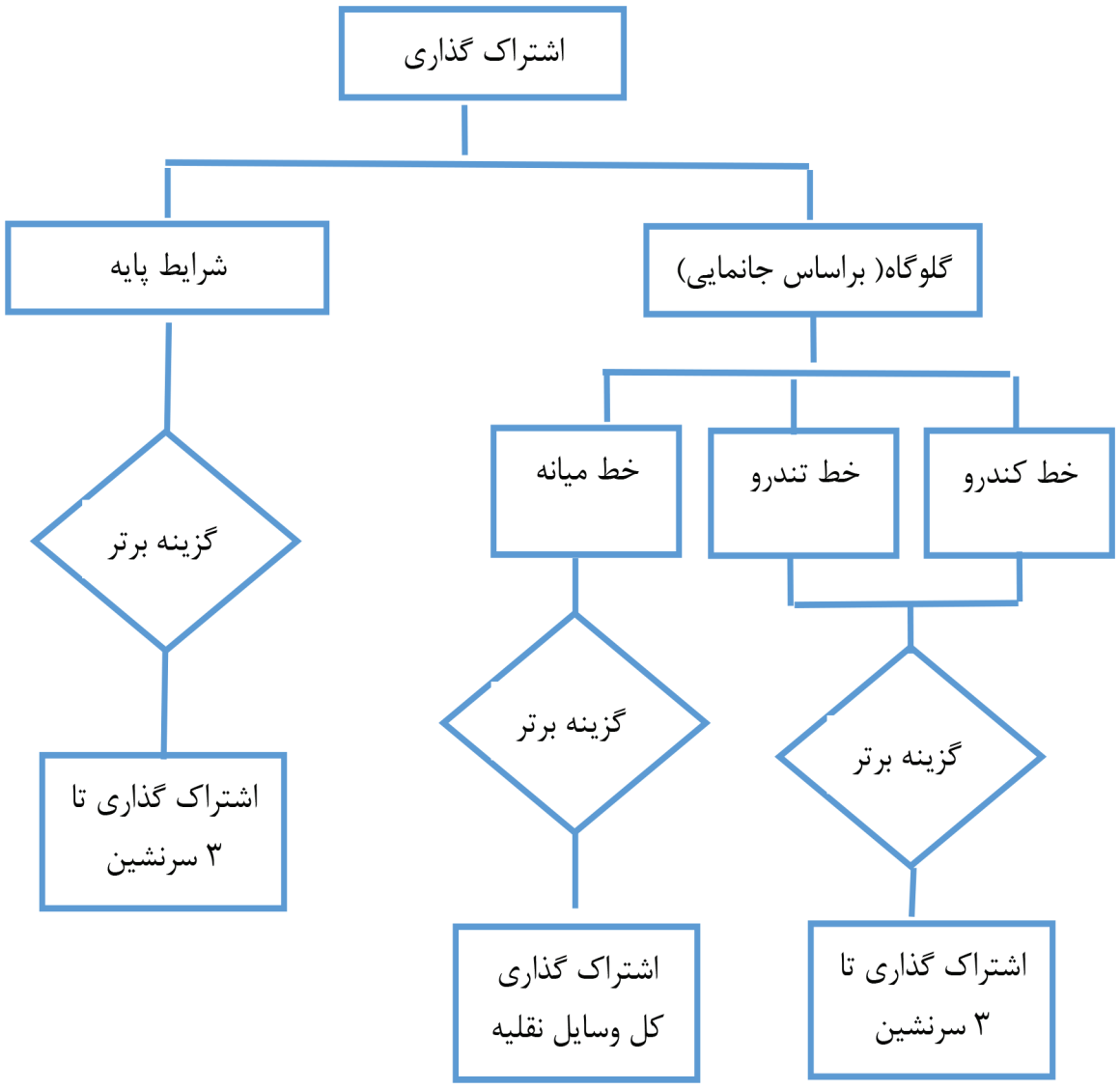
$$E(Y) = ۲۱۱ * (۱۴۰.۸۳۶) + ۵۱.۸ * (-۱۰.۸۵۹) + ۰.۰۱۴ * (-۵.۱۲۸۴) = ۲۹,۱۵۴ \text{ gr/km} \quad (۳-۶)$$

در این بخش میزان آلایندگی وسایل نقلیه که مجاز به اشتراک نمی باشند محاسبه و به کل میزان آلایندگی سیستم افزوده می‌شود:

$$E(Y) = ۵۸۹ * (۱۴۷.۵۲) + ۴۵ * (-۷۸.۱۶۳) + ۰.۰۱۴ * (-۵.۱۲۸۴) = ۸۳,۳۷۸ \text{ gr/km} \quad (۳-۷)$$

$$E(Y)_{TOTAL} = ۲۹,۱۵۴+۸۳,۳۷۸ = ۱۱۲,۵۳۲ \text{ gr/km} \quad (۳-۸)$$

با توجه به نتایج حاصل از شبیه سازی و ارزیابی آماری معادلات بدست آمده در حالت پایه و توسعه یافته، فلوچارت ۳-۶، سناریوهای برتر در شرایط گوناگون را نشان می‌دهد:



شکل ۳-۶- نتایج حاصل از مطالعه موردی

نتایج بدست آمده، حاصل از در نظرگیری مطالعه موردی تعیین شده در این پژوهش می‌باشد. بزرگراه‌ها و خیابان‌های اصلی مختلفی در سطح شهر از خطوط HOV بهره می‌گیرند. یکی از نکات مهم تصمیم گیری انتخاب این خط به عنوان مطالعه موردی، پیوسته بودن جریان در آن می‌باشد که در ادامه کلیه تحلیل‌های صورت گرفته براساس پیوستگی جریان می‌باشد. در این مقطع از بزرگراه امام علی که حدود ۵۰۰ متر طول از آن (حد فاصل ایستگاه سبلان و حیدری-جریان جنوب به شمال) در نظر گرفته شده است، جریان به صورت پیوسته برقرار است.

۴- نتیجه گیری و پیشنهادات

ارزیابی اشتراک گذاری هوشمند وسایل نقلیه با سطح اشغال بالا (HOV) به طور تخصصی در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته است. برای دستیابی به این هدف، یک مدل پایه خطوط در شرایط عادی جریان (پیوسته و بدون وجود گلوگاه) تحلیل شده است. مدل تحلیلی آلاینده‌ها تابعی از سرعت، حجم جریان، و تاخیر در نظر گرفته شده است. سعی شده است با انتخاب پارامترهای مذکور بتوان بیشترین پوشش از عوامل موثر در اشتراک گذاری در نظر گرفت. توسعه مدل فوق براساس جانمایی ایجاد گلوگاه در جریان ترافیک در نظر گرفته شده است. سه سناریو هم در شرایط پایه و هم در شرایط توسعه یافته در نظر گرفته شده است که شامل اشتراک گذاری کل وسایل نقلیه، اشتراک گذاری وسایل نقلیه تا سه سرنشین و اشتراک گذاری وسایل نقلیه بیش از سه سرنشین می‌باشد. در تمامی سناریوها نسبت میزان آلایندگی در شرایط عدم اشتراک گذاری به حالات مختلف اشتراک گذاری بررسی شده است. در این مدل سه جانمایی کلی برای گلوگاه در نظر گرفته شده است. با توجه عدم امکان جانمایی در گلوگاه در جریان، پارامترهای حاصل از ایجاد گلوگاه در جریان ترافیکی شبیه سازی شده است. برای شبیه سازی جریان در حالات مختلف از نرم افزار AIMSUN استفاده شده است. تاثیر تغییر خط وسایل نقلیه در هنگام اشتراک گذاری به خطوط HOV نیز در شبیه سازی در نظر گرفته شده است. پس از مشخص شدن توزیع داده‌ها و تبعیت آن از توزیع نرمال و همچنین بررسی مدل‌های مختلف رگرسیونی، مدل رگرسیون چندگانه برای ارزیابی داده‌ها در نظر گرفته شده است. نتایج حاصل از مطالعه موردی نشان می‌دهد که سناریوی اشتراک گذاری تا سه سرنشین هم در شرایط پایه و هم در زمان جانمایی گلوگاه در خطوط تندرو و کندرو گزینه برتر می‌باشد. همچنین اشتراک گذاری کل وسایل نقلیه در زمان جانمایی گلوگاه در خط میانه، گزینه برتر می‌باشد. بدیهی است هر پژوهشی دارای نقاط قوت و ضعفی می‌باشد. در این پژوهش تا حد امکان کلیه جوانب امر در بحث اشتراک گذاری با محوریت کاهش آلایندگی هوا مورد بحث قرار گرفته است. برای تحقیقات آتی در نظرگیری موارد ذیل پیشنهاد می‌گردد:

الف) مدل سازی جریان غیر پیوسته در اشتراک گذاری خطوط HOV

ب) بررسی معادلات احتمالی تعداد سرنشین وسایل نقلیه در سیاست گذاری‌های مختلف

پ) تبین سناریوهای متفاوت در بازه‌های زمانی متفاوت در جریان ترافیک

ت) مقایسه‌ای جریان پیوسته و ناپیوسته جریان ترافیک به طور همزمان در حالت اشتراک گذاری

ث) در نظر گیری تاثیر جریان بالادست و پایین دست در حجم اشتراک گذاری

۵- مراجع

[1] Liping Xia, Yaping Shao, (2005) Modelling of traffic flow and air pollution emission, Environmental Modelling & Software 20-1175–1188

[2] Chris Hoff, (1998) Application of a Multi-Level Logit Function HOV/SOV Forecasting Procedure in the Greater Vancouver Transportation Model, 13th

[3] Sharon Shewmake, (2012) Can Carpooling Clear the Road and Clean the Air? Evidence from the Literature on the Impact of HOV Lanes on VMT and Air Pollution. Journal of Planning Literature, 27(4) 363-374

[4] Jose Rodriguez, Kazuya Kawamura, Amir Samimi, (2008) FREQ Simulation and Ramp Meter/HOV Bypass Optimization for the Northwest Study Area,w-0037

[5] Joy Dahlgren, (1998) High occupancy vehicle lanes: not always more effective than general purpose lanes. Trmspn Res.-A, Vol. 32, No. 2, pp. 99-114

[6] Kanok Boriboonsomsin, Matthew Barth. (2007)

H¨ark¨onen, H. Korhonen1, T. Hussein, M. Ketzel, J. Kukkonen, (2007) Evaluation and modelling of the size fractionated aerosol particle number concentration measurements nearby a major road in Helsinki – Part I: Modelling results within the LIPIKA project, Atmospheric Chemistry and Physics /7/4065

[11] Michael S. Townes, (2004) Predicting Air Quality Effects of Traffic-Flow Improvements, Transportation Research Board Executive Committee Subcommittee for NCHRP

[۱۲] بنی طالبی، احسان . ریحانیان، مسعود . حسینی، وحید. (۱۳۹۳). تحلیل نتایج آزمون‌های همراه برای ناوگان منتخب خودروهای سواری و تاکسی شهر تهران، پروژه ممیزی مصرف سوخت و انتشار آلایندگی ناوگان حمل ونقل شهر تهران)به سفارش شرکت بهینه سازی مصرف سوخت(، گزارش فنی، هسته پژوهشی سوخت، احتراق و آلایندگی، دانشگاه صنعتی شریف.

Evaluating Air Quality Benefits of Freeway High Occupancy Vehicle (HOV) Lanes in Southern California. Journal Transportation Research Record, 12(1)

[7] Kanok Boriboonsomsin, (2014) The Effectiveness of High Occupancy Vehicle (HOV) Lanes, CA14-2329

[8] Karolien Vermeiren , Els Verachtert , Peter Kasaija , Maarten Loopmans , Jean Poesen , (2015) Who could benefit from a bus rapid transit system in cities from developing countries? A case study from Kampala, Uganda, Journal of Transport Geography 47, 13–22

[9] Koohong Chung, Jittichai Rudjanakanoknad, Michael J. Cassidy. (2007) Relation between traffic density and capacity drop at three freeway bottlenecks. Transportation Research Part B 41. 82–95

[10] M. A. Pohjola1, L. Pirjola, A. Karppinen1, J.

The Development of Evaluation Model in Intelligence Sharing Effect of HOV Lane in Bottleneck and the Process of Air Pollution Reduction)

Seyedmohammad Seyedhosseini [1], Khashayar Kazemzadeh[2]
1- Professor, Industrial Engineering department, Iran University of science and technology
2- M.Sc Transportation Engineering, Tehran Science & Research Branch, Islamic Azad University

Abstract
In this research, the intelligence sharing effect of high occupancy vehicle had been evaluated. To achieve this aim, firstly, HOV lane in base condition with uninterrupted flow and without any bottlenecks had been analyzed. The proposed model had been considered as a function of speed, volume and delay of traffic flow. The development of evaluation model was considered for bottleneck conditions. In this thesis, three different scenarios for base condition and bottleneck determined which were consisted of sharing all vehicles, sharing vehicles up to three passengers and sharing vehicles with more than three passengers. In all scenarios, the portion of air pollution in unshared HOV lane with sharing strategies was compared. Regarding uncertainty the location of bottleneck, three possible location in highways had been considered. Since there was no actual bottleneck data in case study, the initial parameters of bottleneck had been simulated in AIMSUN software program. In these models, the effect of lane changing due to access to HOV lane had been calculated. The multiple regression model was used to evaluation air pollution reduction. The result of evaluation model shown that in base condition and where bottleneck was located on first lane and third lane, the second scenario which was about sharing vehicles up to three passengers was the best approach with orientation toward air pollution reduction. When the bottleneck was on the mid lane, the first scenario which was about sharing all vehicles was the best scenario.)

Keywords: HOV Lane- Multiple Regression Evaluation Model Bottleneck – simulation