

الله
محمد
الكرمين



دانشکده مهندسی عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی راه و ترابری

تعیین چرخه رانندگی به منظور تخمین آلاینده‌های هوا در راه‌های درون شهری: مطالعه موردی

شهر مشهد

نگارنده: محمد امین پوراسماعیلی

استاد راهنما :

دکتر ایمان آقایان

استاد مشاور:

مهندس سید علی تقی‌زاده

بهمن ۹۵

ب

دانشکده : مهندسی عمران

گروه : راه و ترابری

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای محمد امین پوراسماعیلی به شماره دانشجویی: ۹۳۰۴۵۷۴

تحت عنوان: تعیین چرخه رانندگی به منظور تخمین آلاینده‌های هوا در راه‌های درون شهری:

مطالعه موردی شهر مشهد

در تاریخ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد
مورد ارزیابی و با درجه مورد پذیرش قرار گرفت.

امضاء	اساتید مشاور	امضاء	اساتید راهنما
	نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی :
	نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی :

امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء	اساتید داور
	نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی :
			نام و نام خانوادگی :
			نام و نام خانوادگی :
			نام و نام خانوادگی :

تقدیم بہ:

بر پدرم کہ عالمزبہ من آموخت تا چگونہ در عرصہ زندگی، ایستادگی را تجربہ نمایم
و بر مادرم، دریای بی کران فداکاری و عشق کہ وجودم برایش ہمرنج بود و وجودش برایم ہمہ مہر
بہچنین از خانوادہ عزیزم کہ با کرمای وجودشان و حمایتہای بی دریغشان تمام سختی ہا را برایم آسان نمودند.

از استاد راہنمای کرامیم جناب آقای دکتر ایمان آقاییان و بہچنین استاد مشاورم جناب آقای مهندس سید علی تقی زادہ بسیار سپاسگزارم چرا کہ بدون راہنمایی

بانی شان تاہین این پایان نامہ بسیار مشکل می نمود. از سازمان پایش محیط زیست شہرداری مشهد کہ با راہنمایی و در اختیار گذاشتن امکانات کمال، ہمکاری را نمودند

تشکر می کنم. از دکتر قاسم زادہ طهرانی، دکتر گلیمان، دکتر علوی و دکتر واقعی کہ با راہنمایی و کمک بی دریغشان کمک بزرگی بہ انجام پایان نامہ من کردند تشکر

می کنم. چہنین از مهندس کشتیان، مهندس کربیی و مهندس نباتی، کمال تشکر را دارم.

محمد امین پور اسماعیلی

تعهد نامه

اینجانب محمد امین پوراسماعیلی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران-راه و ترابری دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه تعیین چرخه رانندگی به منظور تخمین آلاینده‌های هوا در راه‌های درون شهری: مطالعه موردی شهر مشهد تحت راهنمایی جناب دکتر ایمان آقایان متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

یکی از مهمترین پارامترهای تاثیرگذار در نشر آلاینده‌های هوا چرخه رانندگی است. چرخه رانندگی الگوی حرکت وسیله نقلیه در معابر شهری است، که توسط نمودارهای سرعت-زمان معرفی می‌شود. الگوی رانندگی شهر مشهد بدلیل تفاوت در فرهنگ استفاده از خودرو متفاوت است، رفتار رانندگان تاثیر زیادی بر روی چرخه رانندگی می‌گذارد و این تاثیر می‌تواند در پیش‌بینی نشر آلاینده‌ها متفاوت باشد. در این پایان‌نامه به جای استفاده از نرم افزارهای ترافیکی الگوی رانندگی خودروهای شهری به صورت میدانی به دست آمد. ابتدا داده‌های سرعت-زمان خودرو در دو هفته در ساعات اوج ترافیک صبح و بعدازظهر و یک زمان غیر اوج ترافیک در دو مسیر متفاوت به وسیله GPS برداشت شد. سپس ریزسفرها برای کل داده‌های سرعت-زمان بدست آمد و چرخه رانندگی با ترکیب تصادفی ریزسفرها ایجاد شد. میزان خطای چرخه رانندگی ایجاد شده حدود ۲ درصد بدست آمد، که نشان دهنده دقت بالای استفاده از این روش است. پس از ایجاد چرخه رانندگی، انتشارات خروجی از آگروز خودرو توسط مدل IVE برآورد شد. به منظور تصحیح انتشارات بدست آمده از مدل IVE، میزان انتشارات میدانی خودرو بدست آمد. سپس برای هر یک از فاکتورهای انتشار، ضرایب تصحیح به مدل IVE اضافه شد. نتایج حاصل از ایجاد چرخه رانندگی نشان داد در مجموع سرعت متوسط شهر مشهد با چرخه‌های اروپا و آمریکا تفاوت قابل توجهی دارد، درصد زمان توقف در شهر مشهد به چرخه‌رانندگی اروپا نزدیک است و با چرخه‌رانندگی آمریکا متفاوت است. نتایج حاصل از مدل IVE نشان داد که مونوکسید کربن خروجی از خودرو بیشترین سهم را در میان انتشارات معیار دارا می‌باشد. همچنین آمونیاک و بنزن بیشترین سهم در میان گازهای سمی خروجی از آگروز خودرو را دارا می‌باشند. و دی اکسید کربن بیشترین سهم را در میان گازهای گرمایش جهانی دارد. با مقایسه فاکتورهای انتشار خروجی از آگروز خودرو در شهر مشهد با پکن، پونه و مکزیک مشخص شد که در چرخه رانندگی مشهد مونوکسید کربن بیشترین سهم آلاینده خروجی از میان سه منطقه دیگر دارا می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: چرخه رانندگی، الگوی رانندگی، ریزسفر، سرعت متوسط، راه شریانی، آلودگی

هوا، فاکتور انتشار، مدل IVE.

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه	۱
۱- مقدمه	۲
۱-۱- ضرورت انجام تحقیق	۳
۱-۲- کارهای انجام شده در این پایان نامه	۴
۱-۳- اهداف پایان نامه	۵
۱-۴- نوآوری	۵
۱-۵- ساختار تحقیق	۶
فصل دوم: معرفی و مروری بر کارهای گذشته	۷
۱-۲- مقدمه	۸
۲-۲- چرخه رانندگی	۸
۱-۲-۲- پارامترهای تاثیر گذار در چرخه رانندگی	۱۰
۳-۲- آلاینده‌های هوا	۱۱
۱-۳-۲- انتشارات بخش حمل و نقل	۱۲
۱-۱-۳-۲- راهکارهای کاهش انتشارات خودرو	۱۲
۲-۳-۲- بررسی گازهای خروجی از اگزوز خودرو	۱۳
۴-۲- مروری بر کارهای گذشته	۱۵
فصل سوم: ایجاد چرخه رانندگی	۳۵

۳۶	۱-۳- مقدمه
۳۶	۲-۳- انتخاب مسیرها
۳۷	۳-۳- جمع آوری اطلاعات
۳۹	۱-۳-۳- فیلتر کردن داده‌های GPS
۴۱	۴-۳- ایجاد چرخه رانندگی
۴۵	فصل چهارم: برآورد فاکتورهای انتشار
۴۶	۱-۴- مقدمه
۴۷	۲-۴- برآورد فاکتور انتشار با استفاده از مدل IVE
۴۷	۱-۲-۴- رفتار رانندگی
۴۸	۲-۲-۴- الگوی استارت خودرو
۵۰	۳-۲-۴- متغیرهای محیط‌زیستی
۵۰	۴-۲-۴- ویژگی‌های سوخت
۵۰	۳-۴- توزیع ناوگان حمل‌ونقل
۵۱	۴-۴- برآورد میزان انتشارات به صورت میدانی و بدست آوردن ضرایب تعدیل در IVE
۵۵	۱-۴-۴- برآورد میزان جریان خروجی اگزوز بر اساس دور موتور
۵۷	فصل پنجم: بررسی نتایج
۵۸	۱-۵- مقدمه
۵۸	۲-۵- نتایج ایجاد چرخه رانندگی

۵-۳- نتایج حاصل از فاکتورهای انتشار..... ۶۲

۵-۳-۱- فاکتورهای انتشار بدست آمده از مدل IVE..... ۶۳

فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات ۶۹

۶- مقدمه ۷۰

۶-۱- نتیجه گیری..... ۷۰

۶-۲- پیشنهادات..... ۷۱

منابع ۷۲

پیوست الف ۷۷

پیوست ب ۷۹

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱ ساختار کلی کارهای انجام شده در این تحقیق..... ۶
- شکل ۱-۲ چرخه رانندگی..... ۱۰
- شکل ۲-۲ چرخه رانندگی سیدنی..... ۱۵
- شکل ۳-۲ چرخه رانندگی هنگ کنگ..... ۱۶
- شکل ۴-۲ چرخه‌های رانندگی سه شهر تایوان..... ۱۸
- شکل ۵-۲ چرخه رانندگی شهری برای خودروها با توان بالا..... ۱۸
- شکل ۶-۲ چرخه رانندگی شهری برای خودروها با توان پایین..... ۱۹
- شکل ۷-۲ چرخه رانندگی شهری هنگ کنگ..... ۲۰
- شکل ۸-۲ چرخه رانندگی حومه هنگ کنگ..... ۲۰
- شکل ۹-۲ چرخه رانندگی بزرگراه‌های هنگ کنگ..... ۲۰
- شکل ۱۰-۲ چرخه رانندگی حساس به شیب برای مناطق نظامی..... ۲۳
- شکل ۱۱-۲ چرخه رانندگی بدست آمده با تکرار مارکوف..... ۲۴
- شکل ۱۲-۲ مقایسه چرخه رانندگی سنگاپور با چرخه رانندگی اروپا..... ۲۶
- شکل ۱۳-۲ چرخه رانندگی موتورسیکلت خوان کین..... ۲۷
- شکل ۱-۳ مسیر شماره یک (میدان آزادی - ملک آباد - میدان بسیج)..... ۳۷
- شکل ۲-۳ مسیر شماره دو (میدان آزادی - سجاد - میدان بسیج)..... ۳۸
- شکل ۳-۳ ساختار ایجاد چرخه رانندگی..... ۴۳
- شکل ۱-۴ دستگاه AVL..... ۵۲
- شکل ۲-۴ اتصال دستگاه AVL به اگزوز..... ۵۲
- شکل ۳-۴ ثبت داده‌های سرعت و انتشارات گازها..... ۵۳

- شکل ۴-۴ تغییرات دبی در مقابل RPM ۵۶
- شکل ۵-۱ توزیع فراوانی سرعت-شتاب داده‌ها ۵۹
- شکل ۵-۲ چرخه رانندگی خودروهای سواری شهر مشهد ۶۰
- شکل ۵-۳ انتشارات میدانی ۶۳
- شکل ۵-۴ درصد رانندگی در دسته‌های مختلف ۶۳
- شکل ۵-۵ درصد رانندگی در دسته‌های با تنش پایین ۶۴
- شکل ۵-۶ درصد آلاینده‌های معیار شهر مشهد ۶۵
- شکل ۵-۷ انتشارات گازهای سمی آگروز خودرو ۶۶
- شکل ۵-۸ انتشارات مربوط به گرمایش جهانی ۶۶
- شکل ۵-۹ مقایسه درصد رانندگی در دسته‌های مختلف ۶۷
- شکل ۵-۱۰ مقایسه میزان انتشارات آلاینده‌های معیار ۶۸

فهرست جدول

- جدول ۴-۱ مقادیر جدا کننده سرعت براساس سرعت و VSP مختلف..... ۴۸
- جدول ۴-۲ دسته بندی VSP و حالت های تنش..... ۴۹
- جدول ۴-۳ مشخصات خودروی مورد استفاده..... ۵۱
- جدول ۴-۴ ضرایب تعدیل هم ارز..... ۵۵
- جدول ۵-۱ توزیع نرمال داده ها..... ۵۹
- جدول ۵-۲ مقدار درصد خطا برای هر پارامتر..... ۶۰
- جدول ۵-۳ مقایسه چرخه رانندگی مشهد با دیگر چرخه های رانندگی استاندارد..... ۶۲
- جدول الف-۱ داده های سرعت انتشار برداشت شده..... ۷۸

فصل اول

مقدمه

مقدمه

بررسی آمارهای سازمان بهداشت جهانی^۱ (WHO) نشان می‌دهد که سالانه حدود ۷ میلیون نفر اثر آلودگی هوا دچار مرگ زودرس می‌شوند [WHO, 2005]. بطور کلی می‌توان گفت تاثیر هر آلاینده بر سلامت انسان به غلظت و مدت زمان تولید آلاینده بستگی دارد. سازمان حفاظت محیط زیست ایران به منظور محاسبه استاندارد کوتاه مدت آلاینده‌ها، از استانداردهای آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده آمریکا^۲ (EPA) استفاده می‌کند. بخش حمل و نقل بزرگترین سهم را در تولید گاز منوکسید کربن در شهرهای بزرگ به خود اختصاص می‌دهد. بطوریکه میزان منوکسید کربن با افزایش تعداد وسایل نقلیه در مناطق شهری افزایش می‌یابد. مقدار تولید منوکسید کربن در جهان توسط سازمان بهداشت جهانی به طور تقریبی معادل ۲۶۰۰ میلیون تن در سال برآورد گردیده است. که ۶۰ درصد از این مقدار توسط فعالیت‌های انسانی تولید می‌شود. بنا به گزارش مرکز پایش آلاینده‌های زیست محیطی شهر مشهد براساس شاخص کیفیت هوا^۳ (AQI) در ۶ ماه دوم سال کیفیت هوا به طور قابل توجهی نسبت به ۶ ماه اول سال ناسالم تر است. به طوری که در ۶ ماه دوم سال ۳۶ روز کیفیت هوا ناسالم گزارش شده است. براساس گزارش ساعتی ایستگاه‌های سنجش آلاینده هوا با شروع ساعت اوج ترافیک صبح (ساعت ۷ صبح) و ساعت اوج ترافیک بعد از ظهر (ساعت ۱۶ بعد از ظهر) میزان غلظت آلاینده‌های هوا رشد قابل توجهی دارد و با اتمام ساعت اوج ترافیک صبح (ساعت ۹ صبح) و ساعت اوج ترافیک بعد از ظهر (ساعت ۱۸)، میزان غلظت آلاینده‌ها کاهش می‌یابد. بدین ترتیب فعالیت خودروها نقش بسزایی در کیفیت هوای شهر مشهد ایفا می‌کند. همچنین می‌توان با بهبود شرایط ترافیکی، میزان آلاینده‌های تولید شده توسط خودرو را کنترل کرد [گزارش مرکز پایش آلاینده‌های زیست محیطی شهر مشهد، ۱۳۹۴].

¹ World Health Organization

² Environmental Protection Agency

³ Air Quality Index

پارامترهای متعددی از قبیل سرعت، طرح هندسی معابر، حجم، جریان و چرخه رانندگی در نشر آلاینده‌های هوا تاثیر می‌گذارند. چرخه رانندگی یک الگوی استاندارد حرکت وسایل نقلیه در هر منطقه یا شهر است، که با استفاده از نمودار سرعت-زمان معرفی می‌شود. چرخه رانندگی استاندارد محدوده وسیعی از استفاده کنندگان را شامل می‌شود: مهندسين ترافیک به منظور شبیه سازی ترافیک، کنترل ترافیک و محاسبه تاخیرها از چرخه رانندگی استفاده می‌کنند. همچنین مهندسين خودرو به منظور طراحی خودرو و ارزیابی عملکرد خودروها از چرخه رانندگی استفاده می‌کنند [جئونگ وهمکاران^۱، ۲۰۱۶]. مهندسين محیط زیست نیز براساس تغییرات سرعت و شتاب وسیله نقلیه میزان آلاینده‌های تولیدی در معابر شهری را محاسبه می‌کنند.

۱-۱- ضرورت انجام تحقیق

مشهد مقدس به عنوان دومین کلانشهر ایران و با ۲۸۵ کیلومتر مربع مساحت ترافیکی، یکی از شهرهایی است که بررسی و ارزیابی شرایط ترافیک در آن از اهمیت بالایی برخوردار است. یک الگوی سرعت-زمان برای خودرو می‌تواند جهت تحلیل پارامترهای اصلی ترافیکی و همچنین تخمین میزان آلاینده‌ها مورد استفاده قرار گیرد [نوترامن و سوپاچارت^۲، ۲۰۰۹]. استفاده از روش‌های میدانی به جای استفاده از نرم افزارهای شبیه‌سازی ترافیکی می‌تواند نتایج واقعی‌تری با توجه به فرهنگ استفاده از خودرو و شرایط رانندگی در شهر مشهد ارائه دهد. امروزه یکی از مهم‌ترین چالش‌های حمل‌ونقل در کلانشهرها مسئله آلودگی هوا است. در سال ۹۴ بالغ بر ۱۷۴۵ نفر بر اثر بیماری‌های تنفسی و آلودگی هوا در شهر مشهد جان خود را از دست دادند^۳. اما تا کنون به منظور تخمین آلاینده‌های تولید شده توسط ناوگان حمل‌ونقل شهر مشهد برآوردی صورت نگرفته است. به همین منظور یک برآورد دقیق از میزان آلاینده‌های تولید شده براساس ترافیک شهری و تغییرات سرعت-زمان وسیله

¹ Jeong et al

² Nutramon and Supachart

³ <https://news.mashhad.ir>

نقلیه می تواند به منظور برنامه ریزی و مدیریت حمل و نقل با در نظر گرفتن معیارهای محیط زیستی کمک کند.

۱-۲- کارهای انجام شده در این پایان نامه

در این مقاله از یک خودروی شخصی سواری به منظور جمع آوری داده‌ها استفاده شده است. داده‌های سرعت-زمان به صورت ثانیه به ثانیه در مسیرهای تعیین شده توسط GPS ثبت می‌گردند. پس از تجزیه و تحلیل داده‌های سرعت-زمان و بررسی پارامترهای بدست آمده از کل داده‌ها با استفاده از یک روش تصادفی مبتنی بر ترکیب ریزسفرها چرخه رانندگی ایجاد می‌گردد. سپس چرخه رانندگی ایجاد شده با چرخه‌های رانندگی آمریکا و اروپا مقایسه می‌گردد. پس از ایجاد چرخه رانندگی مقادیر سرعت-زمان بدست آمده به صورت تنش موتور^۱ و توان خاص خودرو^۲ (VSP) به مدل IVE^۳ وارد می‌شوند. سپس با وارد کردن شرایط جوی موجود، نوع سوخت و نوع خودروی مورد استفاده مقادیر فاکتورهای انتشار خودرو بدست می‌آیند. به منظور تعدیل فاکتورهای انتشار یک خودروی سواری انتخاب می‌شود و در یک مسیر معین حرکت کرده و مقادیر سرعت-زمان و میزان آلاینده‌های تولید شده توسط خودرو ثبت می‌گردد. پس از برآورد فاکتورهای انتشار میدانی^۴ این فاکتورها با فاکتورهای انتشار بدست آمده در مدل IVE مقایسه می‌شود. سپس مقادیر ضریب تعدیل برای هر فاکتور انتشار در IVE وارد می‌گردد. و آلاینده‌های معیار، گازهای سمی و گازهای مربوط به گرمایش جهانی^۵ تولید شده توسط مدل IVE محاسبه می‌گردد. پس از برآورد فاکتورهای انتشار، توزیع تنش موتور و توان خاص خودرو در هر دسته با برآورد صورت گرفته در مکزیک، پونه و پکن با شهر مشهد

¹ Engine stress

² Vehicle Specific Power

³ International Vehicle Emissions

⁴ On-board

⁵ Global Warming

مقایسه می‌گردد. در نهایت میزان انتشار مونوکسید کربن، اکسید نیتروژن و ترکیبات آلی فرار^۱ در این سه شهر با شهر مشهد مقایسه می‌گردد.

۱-۳- اهداف پایان‌نامه

اهداف این پایان‌نامه به ترتیب عبارتست از:

- ۱- ایجاد چرخه رانندگی خودروهای شخصی راه‌های شریانی شهر مشهد.
- ۲- مقایسه چرخه رانندگی شهر مشهد با چرخه‌های رانندگی استاندارد اروپا و آمریکا.
- ۳- برآورد میزان فاکتورهای انتشار مونوکسید کربن، اکسیدهای نیتروژن، مواد آلی فرار، گازهای سمی، دی‌اکسید کربن، متان و دی‌نیتروژن اکسید در مدل IVE.
- ۴- برآورد فاکتورهای انتشار مونوکسید کربن، اکسیدهای نیتروژن، هیدروکربن‌ها و دی‌اکسید کربن به صورت میدانی.
- ۵- بدست آوردن ضرایب تعدیل با مقایسه روش آن-بورد و مدل IVE.
- ۶- مقایسه فاکتورهای انتشار شهر مشهد با مکزیک، پکن و پونه.

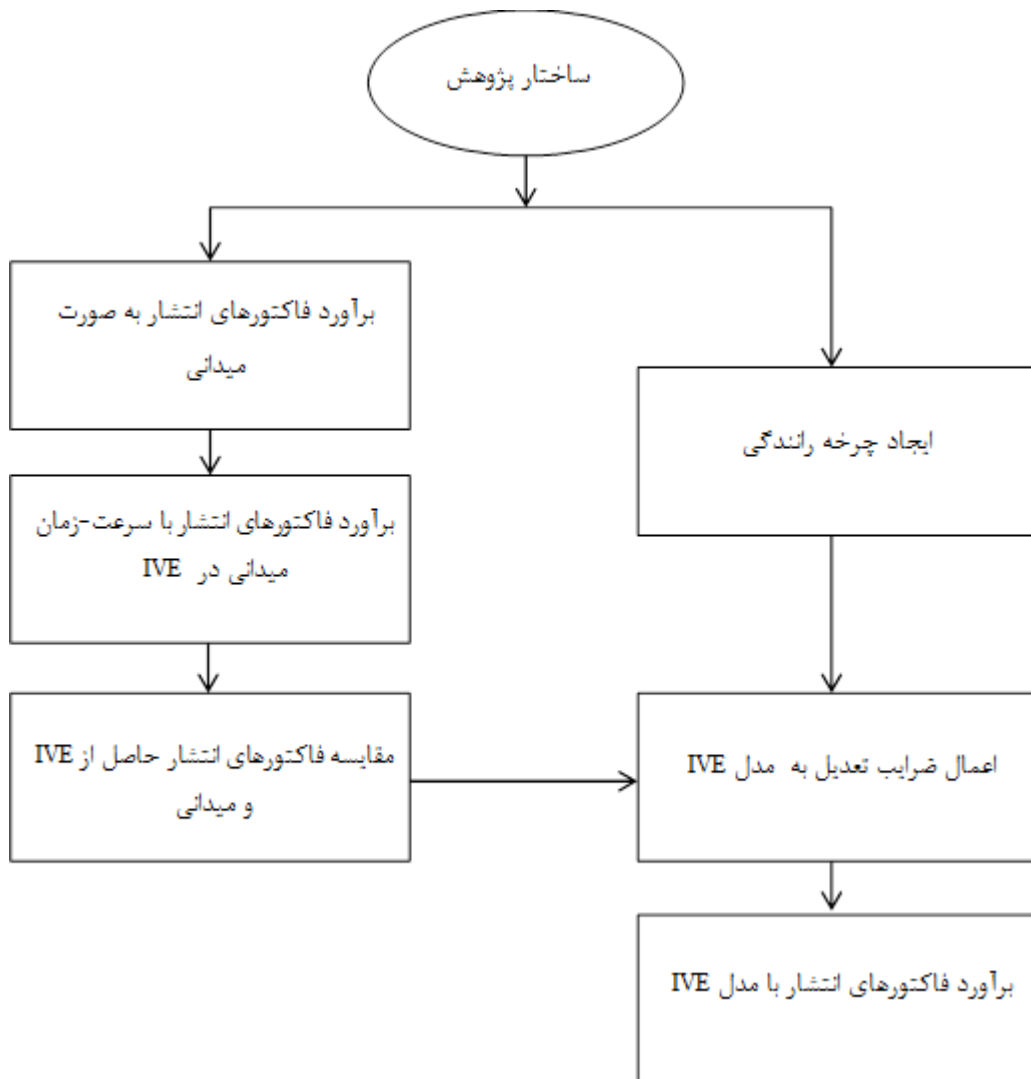
۱-۴- نوآوری

براساس گزارش سازمان پایش محیط زیست شهرداری مشهد تاکنون مطالعه‌ای در زمینه برآورد فاکتورهای انتشار وسایل نقلیه صورت نگرفته است. همچنین تاکنون الگوی حرکت خودروهای شخصی در شهر مشهد بررسی نشده است. و همچنین تاکنون چرخه رانندگی به منظور برآورد فاکتورهای انتشار در مدل IVE استفاده نشده است. و استفاده از مدل سازی با نرم افزار IVE و بررسی میدانی فاکتورهای انتشار و در نتیجه برآورد ضرایب تعدیل در IVE می‌تواند دقت استفاده از این مدل را افزایش دهد.

¹ Volatile organic compounds

۱-۵- ساختار تحقیق

شکل ۱-۱ ساختار کلی کارهای انجام شده در این تحقیق را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱ ساختار کلی کارهای انجام شده در این تحقیق

فصل دوم

معرفی و مروری بر کارهای گذشته

۲-۱- مقدمه

یکی از مهم‌ترین اهداف مهندسين حمل‌ونقل برآورد دقيق ميزان آلاينده‌هاى هوا ناشى از عبور و مرور خودروها مى‌باشد. حرکت وسایل نقلیه در معابر شهری توسط تغییرات سرعت-زمان وسیله نقلیه بررسی می‌شود. همچنین از مهم‌ترین پارامترهای تاثیرگذار بر میزان گازهای خروجی از اگزوز وسیله نقلیه، تغییرات سرعت و شتاب وسیله نقلیه است. به همین منظور ایجاد چرخه رانندگی دقیق یکی از مهم‌ترین اهداف محققین است. به منظور ایجاد چرخه رانندگی باید داده‌های سرعت-زمان در مسیرهای مختلف جمع‌آوری شود. جمع‌آوری داده‌ها و انتخاب مسیرها به صورت دقیق می‌تواند کمک به سزایی در ایجاد چرخه رانندگی کند. به همین دلیل محققین روش‌های مختلفی برای برداشت داده‌ها و انتخاب مسیرها ارائه کرده‌اند. تجمیع داده‌های سرعت زمان در یک چرخه رانندگی کار مشکلی است. از اینرو محققین روش‌های مختلفی را برای ایجاد چرخه رانندگی و کاهش برداشت داده‌ها ارائه کرده‌اند. سپس به منظور ایجاد ارتباط بین سرعت و شتاب وسایل نقلیه و میزان آلاینده‌ها مدل‌ها و روش‌های آزمایشگاهی مختلفی ارائه کرده‌اند. که هر کدام بسته امکانات موجود و شرایط ترافیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲-۲- چرخه رانندگی

الگوی حرکت وسایل نقلیه در شهرها را می‌توان با تغییرات سرعت آن‌ها ارزیابی کرد. سرعت وسایل نقلیه در مناطق مختلف و همچنین با توجه به نوع راه و جریان ترافیک متفاوت است [لین و نیمیر^۱، ۲۰۰۳]. چرخه رانندگی بیانگر تغییرات ثانیه به ثانیه خودروها در هر منطقه است. مطابق شکل (۱-۲) چرخه‌های رانندگی دارای ریزسفرهایی هستند، که این ریزسفرها به صورت سفر بین دو

¹ Lin and Niemeier

توقف متوالی خودرو بیان می‌شوند شکل (۱-۲). یک چرخه رانندگی معمولاً بین ۱۰ تا ۳۰ دقیقه می‌باشد [امیرجمشیدی و روردا^۱، ۲۰۱۵] و [هانگ و همکاران^۲، ۲۰۰۷]. طول یک چرخه رانندگی باید به اندازه‌ای باشد که در بردارنده تعداد کافی ریزسفر به منظور بازتاب تنوع رانندگی شهری باشد. و همچنین طول یک چرخه رانندگی باید به اندازه‌ای باشد که هزینه جمع‌آوری داده‌ها زیاد نشود. چرخه‌های رانندگی استاندارد به دو دسته کلی گذرا^۳ و مدال^۴ تقسیم می‌شوند، چرخه‌های گذرا یا لحظه‌ای در بردارنده تغییرات مکرر سرعت بوده و به رانندگی واقعی در خیابان نزدیک تر می‌باشند. حال آن‌که چرخه‌های مدال مسیرهای طولانی‌تری را با سرعت ثابت در بر می‌گیرند. مدهای مختلف در یک چرخه مدال شامل، حالت توقف، حالت با شتاب مثبت، حالت با شتاب منفی و حالت گشت‌زنی می‌باشد [رضوی، ۱۳۹۰]. عوامل متعددی در چرخه‌های رانندگی اثر گذارند که از آن جمله می‌توان به نوع و وضعیت خودرو، ترافیک مسیر و شرایط آب و هوایی در روزها و ساعات مختلف و همچنین الگوی رفتاری راننده اشاره کرد. از جمله چرخه‌های گذرا می‌توان به چرخه رانندگی آمریکا^۵ (FTP) و از چرخه‌های رانندگی مدال می‌توان به چرخه‌های رانندگی اروپا^۶ (NEDC) و ژاپن Mode 0-15 اشاره کرد. همچنین چرخه رانندگی مورد استفاده در شهر تهران از نوع گذرا است [منتظری و نقی‌زاده^۷، ۲۰۰۷].

¹ Amirjamshidi and Roorda

² Hung et al

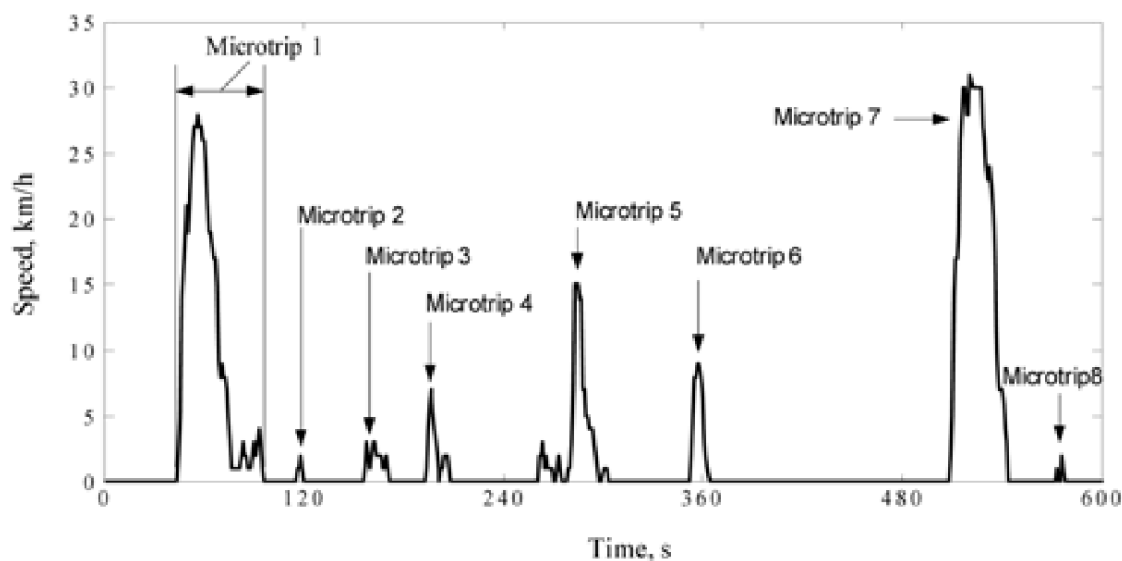
³ Transient driving cycles

⁴ Modal driving cycles

⁵ Federal Test Procedure

⁶ New European Driving Cycle

⁷ Montazeri and Naghizadeh



شکل ۱-۲ چرخه رانندگی [تامسانیا و همکاران^۱، ۲۰۰۹]

۱-۲-۲- پارامترهای تاثیر گذار در چرخه رانندگی

تراکم ترافیک و انتشارات خودرو نگرانی اصلی در مناطق شهری است. به منظور بررسی ساختار شهری پارامترهای ترافیکی تعریف می‌شود. براساس طرح بندی شبکه راه، تراکم خودروها و رفتار رانندگی پارامترهای ترافیکی در هر شهر متفاوت است. پارامترهای مهم ترافیکی عبارتند از: (۱) سرعت متوسط رانندگی (۲) سرعت متوسط در حال حرکت (۳) متوسط شتاب مثبت (۴) متوسط شتاب منفی (۵) متوسط طول یک دوره رانندگی (۶) درصد زمان حالت توقف^۲ خودرو (۷) درصد زمان حالت شتاب مثبت^۳ خودرو (۸) درصد زمان حالت گشت زنی^۴ (۹) درصد زمان حالت شتاب منفی^۵ خودرو (۱۰) متوسط تعداد تغییرات شتاب مثبت-منفی (۱۱) مجذور میانگین مربعات شتاب^۶ (۱۲) انرژی جنبشی مثبت^۷

¹ Tamsanya et al

² Idling

³ Acceleration

⁴ Cruising

⁵ Deceleration

⁶ Root Mean Acceleration

⁷ Positive Kinetic Energy

شتاب ۱۳) سرعت بیشینه [هانگ و همکاران^۱، ۲۰۰۵] و [بارلو و همکاران^۲].

$$\text{RMS} = \sqrt{\frac{\sum_1^n a_i^2}{n}} \quad \text{معادله (۲-۱)}$$

$$\text{PKE} = \frac{\sum_1^n (v_{i+1}^2 - v_i^2)}{\sum_1^n (v_{i+1} - v_i)} \quad \text{به ازای } (v_{i+1} > v_i) \quad \text{معادله (۲-۲)}$$

که در اینجا

RMS = ریشه میانگین مربعات شتاب (m/s^2)

PKE = انرژی جنبشی مثبت (m/s^2)

a_i = شتاب در لحظه i ام

v_i = سرعت در لحظه i ام

n = تعداد کل داده ها

۲-۳- آلاینده‌های هوا

آلودگی هوا ناشی از انواع موتورها، صنایع و فعالیتهای تجاری می‌شود. که هر کدام شامل منابع ثابت، مانند کارخانه‌ها، نیروگاه برق، منابع کوچک‌تر مانند خشک‌کن‌ها، منابع طبیعی مانند گرد و غبار، آتش سوزی و منابع محرک مانند حمل‌ونقل، می‌شود. در این پایان‌نامه تمرکز اصلی بر روی انتشارات محرک در بخش حمل‌ونقل است.

۲-۳-۱- انتشارات بخش حمل و نقل

بخش حمل و نقل شامل جابجایی افراد و کالاها توسط خودروها، کامیون‌ها، قطارها، کشتی‌ها،

¹ Hung et al

² Barlow et al

هواپیماها، و دیگر وسایل نقلیه است. تعداد خودروهای سواری و تعداد سفرهای روزانه در هر سال رو به افزایش است. افزایش تعداد سفرها به عوامل متعددی از جمله رشد جمعیت، رشد اقتصادی، پراکندگی شهری و قیمت پایین سوخت وابسته است. بخش حمل و نقل، شامل وسایل نقلیه درون جاده‌ای (وسایل نقلیه‌ای که مجوز حرکت در راه‌های عمومی را داشته باشند)، وسایل نقلیه غیر جاده‌ای (تفریحی، کشاورزی، ساختمانی، صنعتی و دریایی)، حمل و نقل هوایی (همه نوع هواپیماها)، فعالیت‌های تجاری-دریایی و قطارها می‌شود. انتشارات درون جاده‌ای وسایل نقلیه با استفاده از مدل‌هایی نظیر MOBILE، MOVES و IVE برآورد می‌شوند. که براساس آرایش ناوگان (نوع و وزن خودروها، سن و تکنولوژی موتور)، متوسط مسافت سفر، نوع راه‌ها، سرعت متوسط، چرخه‌های رانندگی و داده‌های هواشناسی ارزیابی می‌شود.

۲-۳-۱-۱- کاهش انتشارات خودرو

- تغییر سوخت: استفاده از سوخت‌هایی که انتشار کم‌تری ساطع می‌کنند. مانند سوخت‌های زیستی شامل: هیدروژن، برق از منابع تجدید پذیر مانند باد و خورشید. برای مثال در این بخش می‌توان در اتوبوس‌ها به جای بنزین یا دیزل از گاز طبیعی فشرده استفاده کرد.
- بهبود بهره‌وری سوخت با طراحی مواد و تکنولوژی‌های پیشرفته: برای مثال در این بخش می‌توان وزن مواد در ساخت خودرو را کاهش داد. همچنین استفاده از تکنولوژی‌های خودرو، برای مثال می‌توان از نیروی ترمز برای تامین نیروی خودروهای هیبریدی و الکتریکی استفاده کرد.
- بهبود شیوه‌های عملیاتی: در این بخش می‌توان از روش‌هایی به منظور به حداقل رساندن مصرف سوخت استفاده کرد. همچنین بهبود شیوه‌ی رانندگی و تعمیر و نگهداری خودرو مانند رانندگی معقول، پرهیز از شتاب سریع و ترمز ناگهانی، رعایت سرعت مجاز و کاهش توقف خودرو.

- کاهش تقاضای سفر: در این بخش می‌توان از برنامه‌ریزی شهری به منظور کاهش سفرهای افراد و همچنین کاهش نیاز به رانندگی از طریق اقدامات بهره‌وری سفر مانند: برنامه‌های دوچرخه سواری و پیاده‌روی استفاده کرد. برای مثال می‌توان به ایجاد زیرساخت‌های حمل‌ونقل عمومی، احداث مسیرهای دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی برای افزایش گزینه‌های انتخاب حمل‌ونقل کم‌انتشار اشاره کرد. همچنین می‌توان خوابگاه‌ها، مدارس، دانشگاه‌ها، مغازه‌ها و محل‌های تجاری را به منظور کاهش نیاز رانندگی در کنار یکدیگر قرار داد.

۲-۳-۲- بررسی گازهای خروجی از اگزوز خودرو

انتشارات خروجی از اگزوز خودروها از آلاینده‌ی معیار شامل: مونوکسید کربن، ترکیبات آلی فرار، اکسید نیتروژن، اکسید گوگرد و ذرات کوچک، تشکیل شده‌است. همچنین خودرو چند آلاینده مهم دیگر مانند، گازهای سمی و گازهای گل‌خانه‌ای تولید می‌کنند.

- مونوکسید کربن (CO): CO از سوختن ناقص سوخت‌های خودرو حاصل می‌شود. موتورهای بنزینی سهم بالاتری CO نسبت به موتورهای دیزلی به سبب دمای احتراق پایین‌تر دارند.
- ترکیبات آلی فرار (VOC): VOCها یک دسته بزرگ از ترکیبات حاوی کربن هستند. در اگزوز خودرو VOCها از سوخت سوخته نشده یا کم سوخته نشده بدست می‌آید. همچنین انتشارات VOC اضافی از بخار سوخت بدست می‌آید. موتورهای بنزینی به سبب نوسانات سوخت درصد بالاتری VOC نسبت به موتورهای دیزلی تولید می‌کنند.
- اکسید نیتروژن (NO_x): در طول احتراق ایجاد می‌شوند. موتورهای خودرو سهم کوچکی از نیتروژن در ترکیبات نیتروژن‌دار در سوخت‌های خودرو می‌سوزانند. موتورهای دیزلی مقدار بیشتری NO_x نسبت به موتورهای بنزینی به دلیل دمای احتراق بالاتر تولید

می‌کنند.

- اکسید گوگرد (SO_x): SO_x ، از احتراق گوگرد در سوخت ساعت می‌شود. بدلیل وجود گوگرد بیشتر در سوخت‌های دیزلی، موتورهای دیزلی نسبت به بنزینی SO_x بیشتری ساعت می‌کنند.

- ذرات کوچک ($PM_{2.5}$): $PM_{2.5}$ ، از ذرات کوچکی که در طول احتراق تشکیل شده‌است، ساعت می‌شود. $PM_{2.5}$ ممکن است حاوی بسیاری از مواد از جمله، فلزات، اسیدها، کربنها و هیدروکربن‌های آروماتیک باشد. ذرات کوچک در موتورهای دیزلی بسیار بیشتر نسبت به موتورهای بنزینی منتشر می‌شوند.

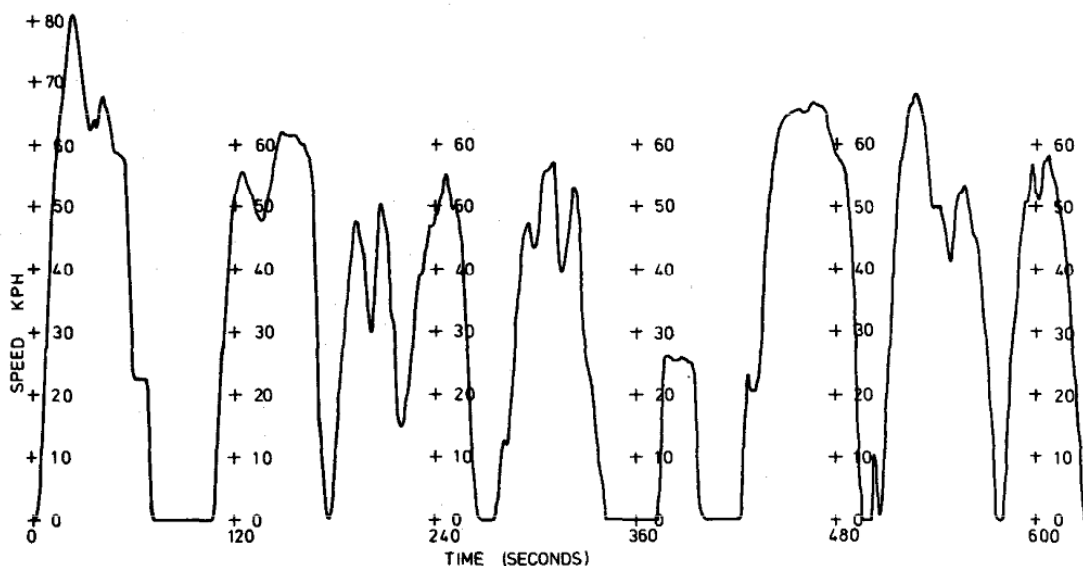
- گازهای سمی: گازهای سمی یکی از خطرناک‌ترین گازها برای سلامتی انسان است. این گازها شامل سرب، بنزن، فرمالدهید، استالدهید، بوتادین و آمونیاک می‌شود.

- گازهای گلخانه‌ای: حدود ۱۴ درصد گازهای گلخانه‌ای ناشی از حمل‌ونقل است. که ۹۵ درصد این گازها از سوخت‌های بنزینی و دیزلی تولید می‌شود. این گازها شامل دی‌اکسید کربن (CO_2)، دی‌نیتروژن اکسید (N_2O) و متان (CH_4) می‌شود. سوختن سوخت‌های بنزینی و دیزلی دومین منبع انتشار CO_2 به شمار می‌رود. N_2O از سوختن سوخت‌های فسیلی ساطع می‌شود. وسایل موتوری شامل خودروهای سواری و کامیون‌ها منبع اولیه انتشار N_2O هستند. انتشارات N_2O حاصل از حمل‌ونقل وابسته به نوع سوخت، تکنولوژی خودرو، تعمیر و نگهداری و شیوه‌های عملیاتی است. همچنین فعالیت‌های کشاورزی، مدیریت پسماند، استفاده انرژی و سوخت‌های زیستی باعث انتشار CH_4 می‌شود.

۲-۴- مروری بر کارهای گذشته

کنت و همکارانش^۱ در شهر سیدنی استرالیا ابتدا مسیرهای جمع آوری داده‌ها را براساس دسته‌بندی راه، شدت ترافیک و میزان تولید گازهای گلخانه‌ای تعیین کردند. سپس داده‌های سرعت-زمان مربوط به چرخه رانندگی به روش تعقیب خودرو در زمان اوج صبحگاهی با استفاده از چرخ پنجم جمع آوری کردند، و چرخه رانندگی سیدنی به طول ۱۰ دقیقه ایجاد کردند. نتایج حاصل از کار آنها نشان داد که درصد زمان توقف و سرعت متوسط چرخه رانندگی سیدنی به طور قابل توجهی با چرخه رانندگی آمریکا مشابه است، در حالیکه مقدار موثر شتاب در چرخه رانندگی ایجاد شده نسبت به چرخه رانندگی آمریکا بیشتر است. همچنین آنها نشان دادند که در مقایسه با چرخه رانندگی آمریکا، مقدار انتشار نیتروژن اکسید، هیدروکربن‌ها و مونوکسید کربن در چرخه رانندگی سیدنی به ترتیب ۱۸، ۷، و ۵ درصد نسبت به چرخه رانندگی آمریکا بیشتر است [کنت و همکاران،

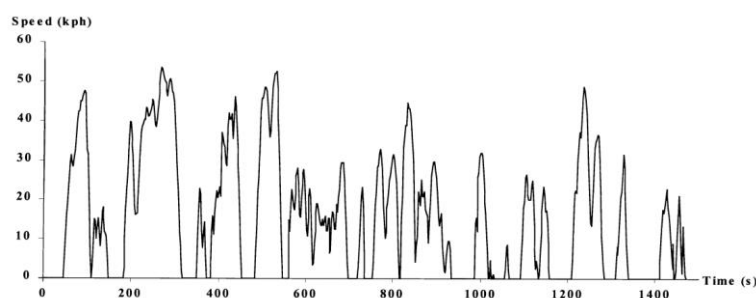
[۱۹۷۷].



شکل ۲-۲ چرخه رانندگی سیدنی [کنت و همکاران، ۱۹۷۷]

¹ Kent et al.

تانگ و همکارانش^۱ یک چرخه رانندگی استاندارد برای مناطق شهری هنگ کنگ ایجاد کردند. در این مطالعه، ابتدا داده‌های سرعت-زمان توسط یک خودروی دیزلی در دو مسیر متفاوت برداشت شد. سپس به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های سرعت ۱۲ پارامتر اساسی در نظر گرفته شد: (۱) سرعت متوسط (۲) سرعت متوسط در حالت حرکت (۳) شتاب متوسط مثبت (۴) شتاب متوسط منفی (۵) متوسط طول یک دوره‌ی رانندگی از ابتدا تا انتها (۶) متوسط تعداد تغییرات شتاب از مثبت به منفی و بالعکس (۷) سهم زمان حالت سکون (۸) سهم زمان حالت گشت‌زنی (۹) سهم زمان حالت با شتاب مثبت (۱۰) سهم زمان حالت با شتاب منفی (۱۱) انرژی جنبشی مثبت (۱۲) مجذور مربعات میانگین شتاب. برای ارزیابی ثبات داده‌ها مفهوم ضریب تغییرات^۲ (CV) برای هر پارامتر در هر دو مسیر مورد نظر به دست آمد و مقایسه شد. بهترین چرخه رانندگی از میان ۱۰ چرخه ترکیب شده با ریزسفرها^۳ با توجه به خطای هر چرخه رانندگی تعیین شد. نتایج برای چرخه رانندگی هنگ کنگ نشان داد که سهم حالت سکون زیاد و سهم حالت گشت‌زنی کم است. که نشان دهنده‌ی تعداد تقاطع‌های چراغ‌دار فراوان در شهر هنگ کنگ است. همچنین چرخه رانندگی هنگ کنگ با چرخه‌های شناخته شده‌ی اروپا، آمریکا، استرالیا و ژاپن مقایسه شد و تفاوت قابل توجهی بین پارامترهای چرخه رانندگی هنگ کنگ و دیگر چرخه‌های رانندگی ملاحظه شد [تانگ و همکاران، ۱۹۹۸].



شکل ۲-۳ چرخه رانندگی هنگ کنگ [تانگ و همکاران، ۱۹۹۸]

¹ Tong et al.

² Coefficient Of Variation.

³ Microtrips

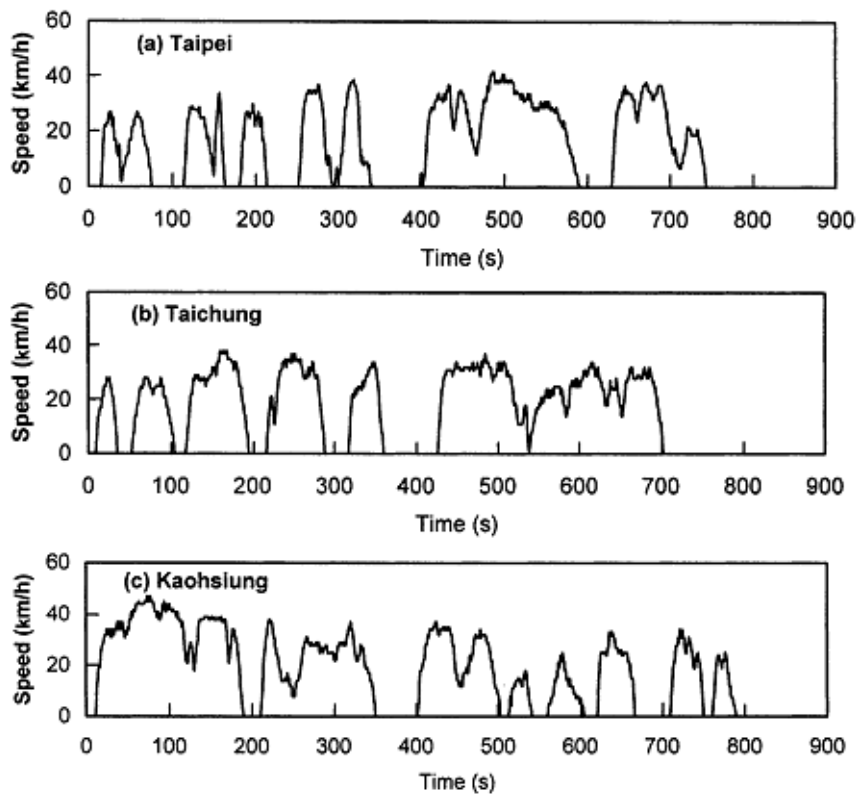
چن و همکارانش^۱ چرخه‌های رانندگی موتورسیکلت سه شهر مهم تایوان با استفاده از قاعده حداقل کل واریانس در محدوده شهر و حومه ایجاد کردند. سپس چرخه‌های رانندگی بدست آمده با آزمون‌های آماری t-test و p-value با یکدیگر مقایسه شدند. به منظور برآورد انتشارات و مصرف سوخت از آزمایش داینامومتر شاسی^۲ استفاده شد. نتایج حاصل از کار آن‌ها نشان داد که چرخه‌های رانندگی در هر ۳ شهر با یکدیگر یکسان هستند ولی به طور قابل توجهی با چرخه‌های رانندگی حومه شهر متفاوت هستند. در مقابل فاکتورهای انتشار در مناطق شهری و حومه به طور جزئی با یکدیگر متفاوت بودند. با این حال نتایج نشان داد نرخ مصرف سوخت در مراکز شهرها ۳۰ درصد بالاتر از مناطق حومه بود. همچنین موتورهای^۳ زمانه انتشارات HC بالاتر و انتشارات NO_x کاملاً پایین‌تر نسبت به موتورهای^۴ زمانه دارا بودند. مقایسه با دیگر مطالعات نشان داد که فاکتورهایی مانند: عوامل جاده، حجم ترافیک، نوع وسیله و شرایط رانندگی در سطح انتشار در شرایط ترافیک واقعی اثر می‌گذارد [چن و همکاران، ۲۰۰۲].

انتشار آلاینده‌های خودروها معمولاً با استفاده از چرخه‌های رانندگی اندازه‌گیری می‌شوند. با این حال استفاده از یک مجموعه منحصر به فرد چرخه رانندگی برای آزمون تمام خودروها یک نقطه ضعف در تخمین میزان انتشارات به شمار می‌رفت. آندره و همکارانش^۳ خودروها را براساس سطح عملکرد و ویژگی‌های کاربردی‌شان ارزیابی کردند. ابتدا خودروها براساس شرایط رانندگی و کاربردشان دسته‌بندی شدند. سپس چرخه رانندگی برای خودروها با توان بالا و پایین بدست آمد. انتشار آلاینده‌ها برای ۳۰ خودروی سواری یک بار با استفاده از چرخه رانندگی ARTEMIS به عنوان نماینده چرخه نماینده اروپا، و بار دیگر براساس چرخه‌های رانندگی خاص خودرو بدست آمد.

¹ Chen et al.

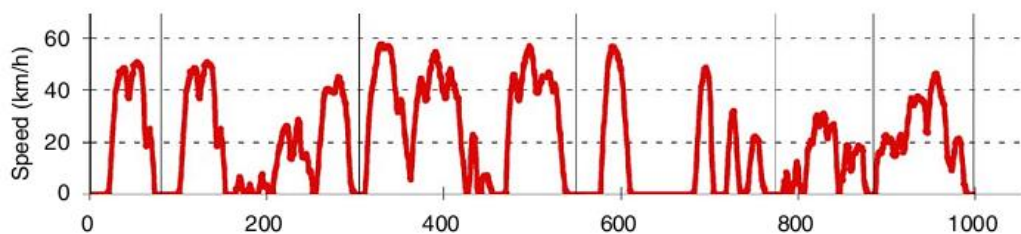
² Chassis dynamometer

³ Andre et al

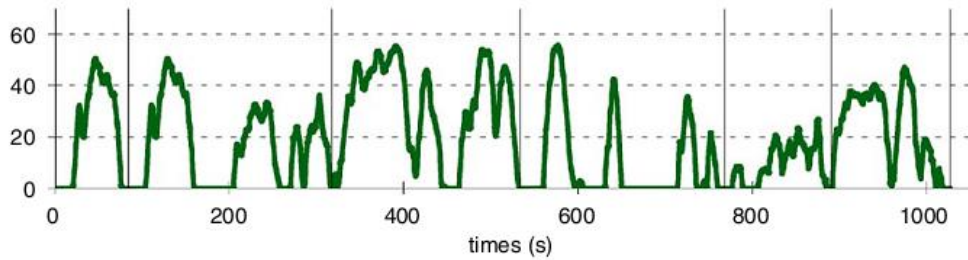


شکل ۲-۴ چرخه‌های رانندگی سه شهر تایوان [چن و همکاران، ۲۰۰۲]

مقایسه نتایج نشان داد، که با توجه به عملکرد خودروها، کاربری خودرو و شرایط رانندگی به طور قابل توجهی متفاوت است. همچنین خودروها با توان بالا نسبت به خودروها با توان پایین سرعت بالاتر و شتاب قوی‌تری دارند. در انتها آن‌ها نشان دادند دسته بندی خودروها تاثیر معناداری در دقت برآورد انتشارات خودرو می‌گذارد [آندره و همکاران، ۲۰۰۶].



شکل ۲-۵ چرخه رانندگی شهری برای خودروها با توان بالا [آندره و همکاران، ۲۰۰۶]



شکل ۲-۶ چرخه رانندگی شهری برای خودروها با توان پایین [آندره و همکاران، ۲۰۰۶]

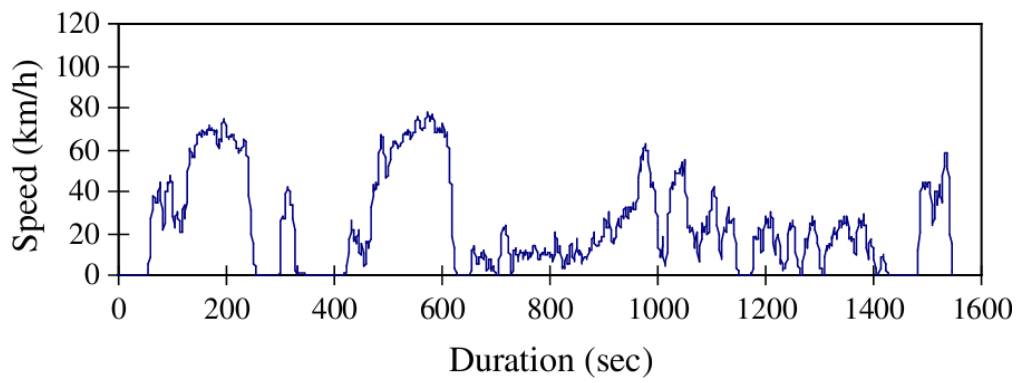
هانگ و همکارانش^۱ روش هایی را برای بهبود چرخه رانندگی در هنگ کنگ ارائه کردند. آن‌ها به منظور بهبود چرخه رانندگی دو جنبه اصلی را اصلاح کردند: (۱) طول چرخه رانندگی به صورت منطقی تر و براساس داده‌های رانندگی جمع‌آوری شده، محاسبه شد. (۲) معیار دقیق‌تر برای انتخاب بهترین چرخه رانندگی از میان چرخه‌های رانندگی انتخاب شده، ارائه شد. به منظور تعیین طول چرخه رانندگی، ریزسفرهای بدست آمده از هر آزمون با یکدیگر به صورت تصادفی ترکیب شد. تا زمانی که مدت زمان مطلوب سفر (حدود ۲۰ دقیقه) حاصل گردد. مقدار خطای قابل قبول برای ایجاد چرخه رانندگی مورد نظر ۵ درصد در نظر گرفته شد. برای انتخاب بهترین چرخه رانندگی مقدار عملکرد^۲ (PV) و توزیع احتمال شتاب-سرعت^۳ (SAPD) معرفی شد. به صورتی که هر چه مقدار عملکرد و اختلاف مجموع مربعات^۴ (SSD) بین توزیع احتمال شتاب-سرعت (SAPD) و کل داده‌ها کم‌تر باشد، چرخه رانندگی ایجاد شده مطلوب‌تر است. نتایج بدست آمده نشان داد که چرخه رانندگی شهری هنگ کنگ دارای سرعت پایین با نوسانات قابل توجه است، چرخه رانندگی حومه هنگ کنگ سرعت بالاتر و شرایط رانندگی روان‌تر است و چرخه رانندگی بزرگراه‌های هنگ کنگ دارای ریزسفر کمتر و همچنین سرعت بالا و پایدارتر است [هانگ و همکاران، ۲۰۰۷].

¹ Hung et al

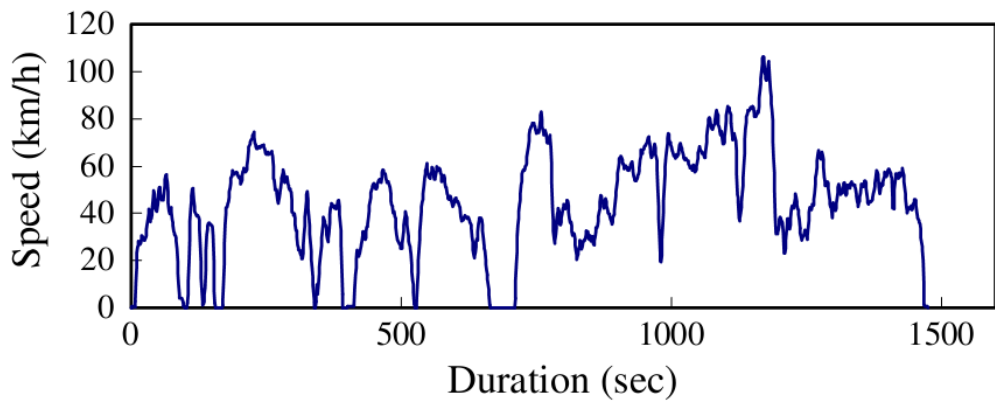
² Performance Value

³ Speed Acceleration Probability Distribution

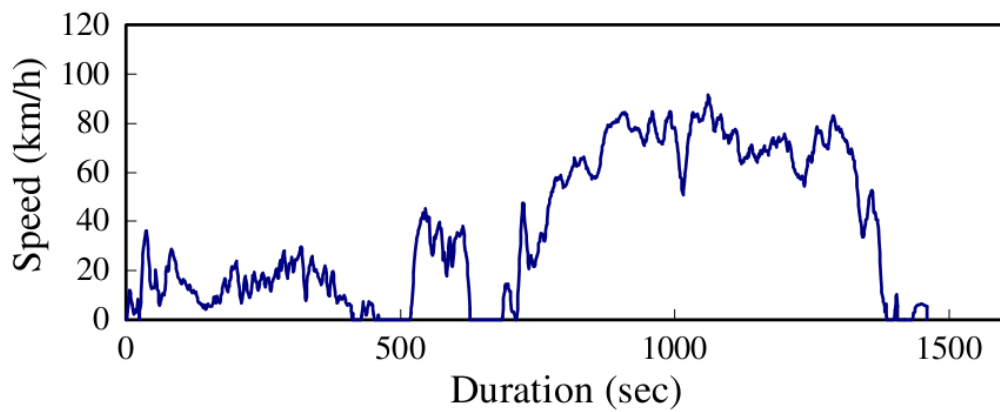
⁴ Sum Square Difference



شکل ۷-۲ چرخه رانندگی شهری هنگ کنگ [هانگ و همکاران، ۲۰۰۷]



شکل ۸-۲ چرخه رانندگی حومه هنگ کنگ [هانگ و همکاران، ۲۰۰۷]



شکل ۹-۲ چرخه رانندگی بزرگراه‌های هنگ کنگ [هانگ و همکاران، ۲۰۰۷]

نوترامون و سوپاچارت^۱ تاثیر چرخه رانندگی بر انتشارات آگزوز خودرو و نرخ مصرف سوخت خودروهای بنزین سوز در شهر بانکوک را با استفاده از داینامومتر شاسی بررسی کردند. در این مطالعه^۲ پارامتر رانندگی یعنی متوسط سرعت در حال حرکت خودرو، تعداد ریزسفرهای توزیع شده در محدوده سرعت و طول زمانی کل ریزسفرها در محدوده سرعت به منظور ترکیب تصادفی ریزسفرها در نظر گرفته شد. پس از ایجاد چرخه رانندگی بانکوک، انتشارات آگزوز شامل: مونوکسید کربن، دی اکسید کربن، مجموع کربن‌های سوخته نشده و اکسید نیتروژن با استفاده از داینامومتر شاسی و روش نمونه‌گیری حجمی ثابت^۳ (CVS) و استارت گرم^۴ خودرو اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از چرخه رانندگی نشان داد که در شهر بانکوک تعداد ریزسفرها با سرعت پایین زیاد است، و زمان سپری شده در هر ریزسفر کوتاه است. که نشان می‌دهد در بانکوک سفرها کوتاه، سرعت پایین و تعداد توقف‌ها زیاد است. سرعت پایین، توقف مکرر و نوسان بالای سرعت لحظه‌ای سبب افزایش انتشارات و نرخ مصرف سوخت می‌شود. نتایج حاصل از مقایسه آزمون داینامومتر شاسی چرخه رانندگی بانکوک با چرخه رانندگی اروپا^۴ (EDC) نشان داد که میزان انتشارات و نرخ مصرف سوخت در دو چرخه رانندگی اختلاف قابل توجهی با یکدیگر دارند. در حالی که چرخه رانندگی بانکوک دارای یکسری از ریزسفرها با نمودار سرعت-زمان با نوسان بالا در شرایط واقعی است. در مقابل چرخه رانندگی اروپا یک چرخه مدال با نمودار گشت‌زنی و شتاب مثبت نرم است [نوترامون و سوپاچارت، ۲۰۰۸].

کمبل و همکارانش^۵ در شهر پونه چرخه رانندگی را با استفاده از ریزسفرها و به کارگیری^۵ پارامتر اصلی ترافیکی یعنی درصد حالت شتاب مثبت، درصد حالت شتاب منفی، درصد حالت سکون، درصد حالت گشت‌زنی و سرعت متوسط که رفتار ناهمگن ترافیکی را نشان می‌دهند ایجاد کردند. ابتدا ریزسفرهای داده‌های سرعت-زمان اصلی براساس^۵ پارامتر، دسته‌بندی و وزن دهی شد. سپس

¹ Nutramon and Supachart

² Constant Volume Sampling

³ Hot start

⁴ European Driving Cycle

⁵ Kamble et al

ماتریس تکرار سرعت-شتاب برای کل داده‌ها و هر ریزسفر بدست آمد. ریزسفرها براساس تکرارشان توسط برنامه کامپیوتری به طور تصادفی انتخاب و با یکدیگر ترکیب شدند تا چرخه رانندگی اصلی بدست آید. به منظور اعتبارسنجی داده‌ها به $\frac{1}{3}$ اولیه و $\frac{2}{3}$ بعدی تقسیم شد و برای هر دسته داده‌ها چرخه رانندگی ایجاد شد. سپس چرخه رانندگی پونه با این دو چرخه مقایسه شد. نتایج نشان از انطباق پارامترهای ۳ چرخه با یکدیگر داشت. پس از ایجاد چرخه رانندگی مشخص شد که در چرخه رانندگی بدست آمده ۸۰ درصد زمان سپری شده خودرو در سرعت کم‌تر از ۲۰ کیلومتر بر ساعت قرار دارد که نشان دهنده تراکم ترافیک بالای شهر پونه است و همچنین مقادیر مصرف سوخت و تولید انتشارات خودروها زیاد است [کمبل و همکاران، ۲۰۰۹].

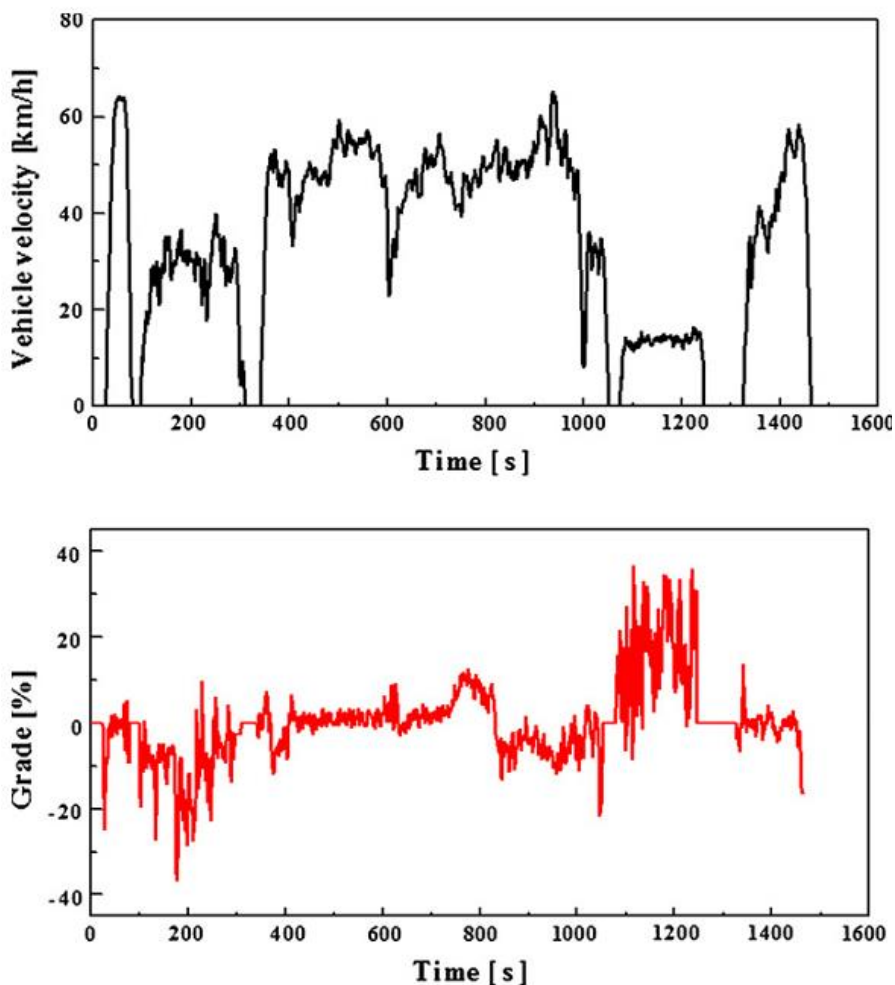
کومار و همکارانش^۱ روش‌های میدانی، دینامومتر شاسی و شبیه‌سازی ترافیکی را برای ارزیابی فاکتورهای انتشار موتورسیکلت‌های ادینبرگ بررسی کردند. آنها میزان فاکتورهای انتشار CO، HC و NO_x برای موتورهای ۶۰۰ و ۱۰۰۰ سی‌سی با استفاده از هر سه روش بدست آوردند. نتایج حاصل از کا آنها نشان داد که، براساس رویکردهای اندازه‌گیری انتشار، استفاده از روش آن‌بورد برای تمام آلاینده‌ها، کم‌ترین مقدار آلاینده را نشان داد. همچنین نتایج آن‌ها نشان داد که انتشارات CO، با افزایش حجم موتور افزایش می‌یابد و انتشارات HC حساسیت کم‌تری به حجم موتور نسبت به انتشارات CO دارد، و انتشارات CO با افزایش حجم موتور کاهش می‌یابد. همچنین برای انتشارات NO_x مشخص شد که اثر حجم موتور به روش اندازه‌گیری بستگی دارد [کومار و همکاران، ۲۰۱۱].

هان و همکارانش^۲ یک چرخه رانندگی حساس به شیب را برای خودروهای نظامی در راه‌های روسازی شده و روسازی نشده تحت ناهمواری‌های تند ایجاد کردند. در این پژوهش ۱۶ مسیر در یک منطقه نظامی که قبلاً بازتاب دهنده نمودارهای عملیاتی آموزش ارتش بود، انتخاب شد. به منظور

¹ Kumar et al

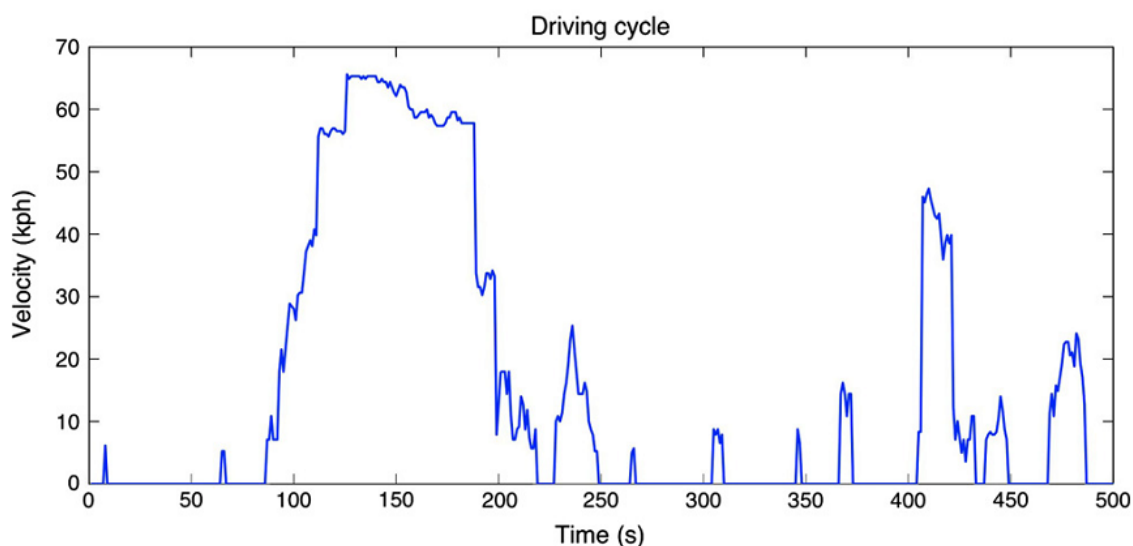
² Han et al

جمع آوری داده‌ها از کامیون به عنوان نماینده خودروهای نظامی استفاده شد. همچنین از یک سنسور سنجش سوخت و سنسور چرخشی برای اندازه‌گیری مصرف سوخت و گشتاور موتور استفاده شد. سپس از آنالیز رگرسیون چندگانه به منظور تخمین مصرف سوخت و بار موتور استفاده شد. به منظور اعتبار سنجی چرخه رانندگی ایجاد شده با دیگر چرخه‌های رانندگی مقایسه شد. در انتها آن‌ها نشان دادند در مناطق با شیب زیاد، در نظر گرفتن شیب اثر زیادی بر ایجاد چرخه رانندگی دارد [هان و همکاران، ۲۰۱۲].



شکل ۲-۱۰ چرخه رانندگی حساس به شیب برای مناطق نظامی [هان و همکاران، ۲۰۱۲].

بیشاپ و همکارانش^۱ یک روش انتخاب مارکوف را برای ثبت رفتار واقعی چرخه رانندگی بدون ساختار شکنی در نظم سرعت-زمان اولیه توسط ارائه کردند. دقت چرخه رانندگی ایجاد شده با این روش با ۹ ماتریس به عنوان تابعی از تعداد حالت‌های سرعت، طول چرخه رانندگی و تعداد تکرار مارکوف^۲ ارزیابی شد. همچنین شیب راه با استفاده از توان موثر خودرو در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از کار آن‌ها نشان داد که دقت روش مارکوف به تعداد تکرارهای آن وابسته است. همچنین آن‌ها نشان دادند که با در نظر گرفتن شیب چرخه رانندگی رفتار بهتری از خود نشان می‌دهد [بیشاپ و همکاران، ۲۰۱۲].



شکل ۱۱-۲ چرخه رانندگی بدست آمده با تکرار مارکوف [بیشاپ و همکاران، ۲۰۱۲].

لیو و همکارانش^۳ به منظور دستیابی به حالت رانندگی واقعی در شرایط مختلف راه، و همچنین به منظور تجزیه و تحلیل چرخه رانندگی، داده‌های رانندگی را به توالی حرکتی^۴ تقسیم کردند. در این مطالعه، براساس قطعات جنبشی^۵ پارامترهای مشخصه توالی حرکتی با تجزیه و تحلیل مولفه اصلی^۱

^۱ Bishop et al

^۲ Markov model

^۳ Liu et al

^۴ Kinematic sequence

^۵ kinematics fragments

بدست آمد. و چرخه رانندگی براساس تحلیل الگوریتم خوشه بندی دینامیکی^۱ ایجاد شد. نتایج کاهش هزینه و مدت تحقیق و همچنین افزایش دقت داده‌ها را نشان داد [لیو و همکاران، ۲۰۱۴].

هو و همکارانش^۳ چرخه رانندگی سنگاپور را برای خودروهای سواری که ۶۴ درصد سهم خودروهای سنگاپور را تشکیل می‌دهند، ایجاد کردند. در این مطالعه، داده‌های سرعت-زمان در زمان اوج^۴ صبح و عصر و یک زمان آرامش^۵ با استفاده از روش تعقیب خودرو در ۱۲ مسیر جمع‌آوری شد. چرخه رانندگی سنگاپور به طول ۲۴۰۰ ثانیه با استفاده از ترکیب تصادفی ریزسفرها ایجاد شد. سپس انتشارات خروجی از آگروز خودرو با استفاده از مدل تخمین میکروسکوپی^۶ (CMEM) برآورد شد. نتایج حاصل از چرخه رانندگی سنگاپور نشان داد که سرعت متوسط در چرخه رانندگی سنگاپور با چرخه رانندگی اروپا برابر است. در حالی که ویژگی‌هایی مانند سرعت بیشینه، درصد زمان حالت سکون و تغییرات سرعت در دو چرخه با یکدیگر کاملاً متفاوت است. نتایج حاصل از مدل‌سازی CMEM نشان داد که چرخه رانندگی سنگاپور نسبت به چرخه رانندگی اروپا مقادیر انتشارات بیشتری دارد. مقدار مصرف سوخت، CO₂، CO، HC، و NO_x به ترتیب ۵، ۵، ۸، ۲۲ و ۴۷ درصد در چرخه رانندگی سنگاپور نسبت به چرخه رانندگی اروپا بیشتر است. همچنین در بسیاری از مدل‌ها سرعت متوسط به منظور تخمین انتشارات و مصرف سوخت استفاده شد ولی نتایج حاصل از چرخه رانندگی سنگاپور نشان داد که سرعت متوسط به تنهایی نمی‌تواند معیار خوبی برای ارزیابی میزان آلاینده‌ها و مصرف سوخت خودرو باشد [هو و همکاران، ۲۰۱۴].

¹ Principal Component Analysis

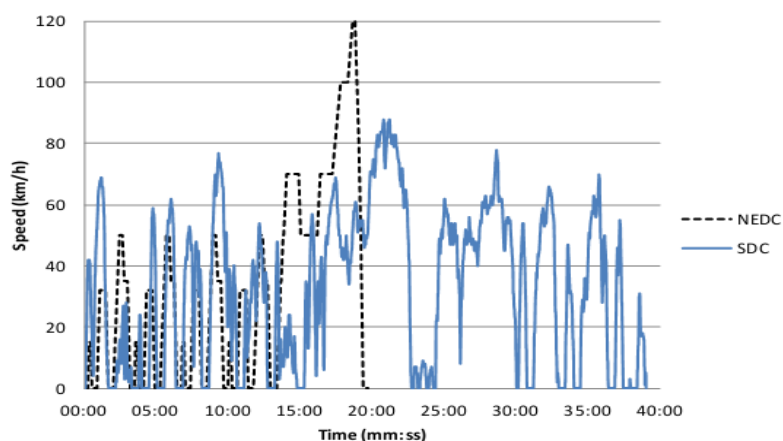
² Dynamic Cluster Algorithm Analyze

³ Ho et al

⁴ Peak hour

⁵ Lull hour

⁶ Microscopic Estimation Model



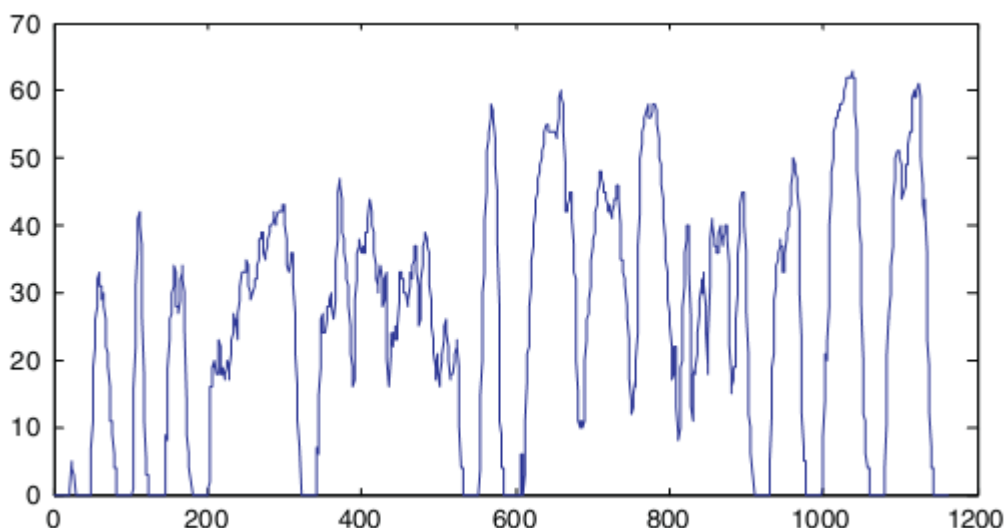
شکل ۲-۱۲ مقایسه چرخه رانندگی سنگاپور با چرخه رانندگی اروپا [هو و همکاران، ۲۰۱۴]

سیافرئزال و همکارانش^۱ (۲۰۱۴) به منظور بررسی فاکتورهای انتشار و مصرف سوخت، چرخه رانندگی جاکارتای اندونزی را ارائه کردند. آنها با در نظر گرفتن ۴ پارامتر اساسی برای ارزیابی چرخه رانندگی یعنی شتاب مثبت، حالت سکون، حالت گشت زنی و سرعت متوسط چرخه رانندگی با ترکیب آماری ریزسفرها را بدست آوردند. سپس با استفاده از داینامومتر شاسی براساس سرعت‌های مختلف، مقدار آلاینده‌های مختلف را بدست آوردند. و از نتایج آن، یک معادله رگرسیون براساس متوسط سرعت و فاکتور انتشار بر حسب گرم بر کیلومتر بدست آوردند. سپس براساس تئوری رفتار برنامه‌ریزی شده^۲ (TPB)، تغییر نگرش در استفاده از حمل‌ونقل عمومی به جای استفاده از خودروهای شخصی را در افراد بررسی کردند. میزان فاکتورهای انتشار پس از بهبود نگرش در افراد در استفاده از حمل‌ونقل عمومی ارزیابی کردند. نتایج حاصل از کار آنها نشان داد به دلیل اقبال افراد به استفاده از اتوبوس میزان فاکتورهای انتشار در اتوبوس نسبت به خودروهای سواری برای هر چهار فاکتور انتشار CO₂، HC، NO_x و افزایش می‌یابد. ولی آنها با ارزیابی ظرفیت اتوبوس‌ها نسبت به خودروهای سواری نشان دادند که میزان آلاینده‌ها در مجموع با بهبود نگرش کاهش می‌یابد [سیافرئزال و همکاران، ۲۰۱۴].

¹ Syafrizal et al

² Theory Of Planned Behaviour

سیدام و همکارانش^۱ یک سیستم میدانی به منظور اندازه گیری الگوی رانندگی درون جاده‌ای چرخه رانندگی موتور سیکلت را در شهر خوان کین تایلد ایجاد کردند. در این پژوهش داده‌های سرعت-زمان با استفاده از سنسور مغناطیسی چرخ برداشت شد. به منظور اعتبار سنجی سیستم سرعت سنج، با استفاده از داینامومتر شاسی حرکت موتور سیکلت براساس چرخه رانندگی اروپا شبیه سازی شد، و مقادیر سرعت با استفاده از GPS و سرعت سنج مغناطیسی بدست آمد و با یکدیگر مقایسه شد. سپس چرخه رانندگی با استفاده از یک الگوریتم تکرار و قانون حداقل کل واریانس^۲ در پارامترهای هدف ایجاد شد. که نتایج حاصل از چرخه ایجاد شده برای شهر خوان کین به طور معنا داری با چرخه‌های رانندگی استاندارد دیگر شهرها متفاوت بود [سیدام و همکاران، ۲۰۱۵].



شکل ۲-۱۳ چرخه رانندگی موتورسیکلت خوان کین [سیدام و همکاران، ۲۰۱۵]

پس از بررسی مطالعات انجام شده توسط محققین، مشخص شد در بسیاری از کلان شهرهای کشورهای در حال توسعه بحث ایجاد چرخه رانندگی و در ادامه برآورد مقدار فاکتورهای انتشار در راه‌های درون شهری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار شده‌است. همان طور که در مطالعات صورت گرفته در

¹ Seedam et al

² Principle of least total variance

این فصل ذکر شد، روش‌های مختلفی به منظور ایجاد چرخه رانندگی ارائه شد. و همچنین روش‌های مختلفی به منظور برآورد فاکتورهای انتشار ارائه شد. در این پایان نامه ابتدا چرخه رانندگی با استفاده از ترکیب تصادفی ریزسفرها ایجاد شد. سپس با ارزیابی شیفت خطی خطا برای ۵ پارامتر، متوسط سرعت در حال حرکت، متوسط شتاب مثبت، متوسط شتاب منفی، مجذور میانگین مربعات شتاب و انرژی جنبشی مثبت چرخه‌های رانندگی مناسب ایجاد می‌شود. پس از ایجاد چرخه‌های رانندگی، هر چرخه رانندگی که کم‌ترین میزان خطا را دارا باشد، انتخاب می‌شود. به منظور برآورد فاکتور انتشار از ترکیب روش میدانی و مدل IVE استفاده می‌شود. به طوری که پس از بررسی فاکتورهای انتشار به صورت میدانی به منظور اصلاح مدل IVE فاکتورهای تصحیح به مدل IVE وارد می‌شود.

توضیحات	موضوع	مطالعه موردی	نویسنده (نویسندگان)
<p>چرخه رانندگی شهر سیدنی به منظور برآورد فاکتورهای انتشار ایجاد شد. در مقایسه چرخه رانندگی ایجاد شده با چرخه رانندگی آمریکا، مقدار انتشار نیتروژن اکسید، هیدروکربن‌ها و کربن‌مونوکسید در چرخه رانندگی سیدنی به ترتیب ۰،۷، ۵ و ۵ درصد نسبت به چرخه رانندگی آمریکا بیشتر بود.</p>	ایجاد یک چرخه رانندگی برای سیدنی	سیدنی (استرالیا)	کنت و همکاران (۱۹۷۷)
<p>داده‌های سرعت-زمان توسط یک خودروی دیزلی برداشت شد. برای ارزیابی ثبات داده‌ها مفهوم ضریب تغییرات (CV) برای هر پارامتر در هر دو مسیر مورد نظر به دست آمد و مقایسه شد. بهترین چرخه رانندگی از میان ۱۰ چرخه ترکیب شده با ریزسفرها با توجه به خطای هر چرخه رانندگی تعیین شد. چرخه رانندگی هنگ‌کنگ با چرخه‌های شناخته شده‌ی اروپا، آمریکا، استرالیا و ژاپن مقایسه شد و تفاوت قابل توجهی بین پارامترهای چرخه رانندگی هنگ‌کنگ و دیگر چرخه‌های رانندگی ملاحظه شد.</p>	ایجاد یک چرخه رانندگی استاندارد برای مناطق شهری هنگ‌کنگ	هنگ‌کنگ	تانگ و همکاران (۱۹۸۸)
<p>چرخه‌های رانندگی بدست آمده با آزمون‌های آماری t-test و p-value با یکدیگر مقایسه شدند. به منظور برآورد انتشارات و مصرف سوخت از آزمایش داینامومتر شاسی استفاده شد. نتایج نشان داد که فاکتورهایی مانند: عوامل جاده، حجم ترافیک، نوع وسیله و شرایط رانندگی در سطح انتشار در شرایط ترافیک واقعی اثر می‌گذارد.</p>	ایجاد چرخه‌های رانندگی موتورسیکلت سه شهر مهم تایوان با استفاده از قاعده حداقل کل واریانس در محدوده شهر و حومه	تایوان	چن و همکاران (۲۰۰۲)

نویسنده (نویسندگان)	مطالعه موردی	موضوع	توضیحات
آندره و همکاران (۲۰۰۶)	اروپا	ایجاد چرخه رانندگی براساس سطح عملکرد و ویژگی‌های کاربردی خودرو	چرخه رانندگی برای خودروها با توان بالا و پایین بدست آمد. در انتها مشخص شد، دسته بندی خودروها تاثیر معناداری در دقت برآورد انتشارات خودرو می‌گذارد.
هانگ و همکاران (۲۰۰۷)	هنگ کنگ	بهبود چرخه رانندگی هنگ کنگ	به منظور بهبود چرخه رانندگی دو جنبه اصلی چرخه رانندگی اصلاح شد: (۱) طول چرخه رانندگی به صورت منطقی‌تر و براساس داده‌های رانندگی جمع‌آوری شده، محاسبه شد. (۲) معیار دقیق‌تر برای انتخاب بهترین چرخه رانندگی از میان چرخه های رانندگی کاندید ارائه شد. نتایج بدست آمده نشان داد که چرخه رانندگی شهری هنگ کنگ دارای سرعت پایین با نوسانات قابل توجه است، چرخه رانندگی حومه هنگ کنگ سرعت بالاتر و شرایط رانندگی روان‌تر است و چرخه رانندگی بزرگراه‌های هنگ کنگ دارای ریزسفر کمتر و همچنین سرعت بالا و پایدارتر است.
نوترامون و سوپاچارث (۲۰۰۸)	بانکوک	تاثیر چرخه رانندگی بر انتشارات اکروز خودرو و نرخ مصرف سوخت خودروهای بنزین‌سوز	پس از ایجاد چرخه رانندگی بانکوک، انتشارات اکروز شامل: کربن منوکسید، کربن دی اکسید، مجموع کربن‌های سوخته نشده و اکسید نیتروژن با استفاده از داینامومتر شاسی و روش نمونه‌گیری حجمی ثابت (CVS) و استارت گرم خودرو اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از مقایسه آزمون داینامومتر شاسی چرخه رانندگی بانکوک با چرخه رانندگی اروپا (EDC) نشان داد که میزان انتشارات و نرخ مصرف سوخت در دو چرخه رانندگی اختلاف قابل توجهی با یکدیگر دارند.

توضیحات	موضوع	مطالعه موردی	نویسنده (نویسندگان)
<p>چرخه رانندگی با استفاده از ریزسفرها و به کارگیری ۵ پارامتر اصلی ترافیکی یعنی درصد حالت شتاب مثبت، درصد حالت شتاب منفی، درصد حالت سکون، درصد حالت گشت زنی و سرعت متوسط که رفتار ناهمگن ترافیکی را نشان می‌دهند، ایجاد شد. نتایج نشان دهنده تراکم ترافیک بالای شهر پونه بود و همچنین مقادیر مصرف سوخت و تولید انتشارات خودروها زیاد بود.</p>	ایجاد چرخه رانندگی واقعی پونه	پونه (هند)	کمبل و همکاران (۲۰۰۹)
<p>میزان فاکتورهای انتشار HC، CO، NOx برای موتورهای ۴۰۰ و ۱۰۰۰ سی‌سی با استفاده از هر سه روش بدست آمد. نتایج نشان داد که انتشارات CO، با افزایش حجم موتور افزایش می‌یابد و انتشارات HC حساسیت کمتری به حجم موتور نسبت به انتشارات CO دارد، و انتشارات CO با افزایش حجم موتور کاهش می‌یابد. همچنین برای انتشارات NOx مشخص شد که اثر حجم موتور به روش اندازه‌گیری بستگی دارد.</p>	<p>بررسی روش‌های آن بورد، دینامومتر شاسی و شبیه‌سازی ترافیکی برای ارزیابی فاکتورهای انتشار موتورسیکلت‌های ادینبرگ</p>	ادینبرگ	کومار و همکاران (۲۰۱۱)
<p>به منظور ایجاد چرخه رانندگی شب در نظر گرفته شد. از آنالیز رگرسیون چندگانه به منظور تخمین مصرف سوخت و بار موتور استفاده شد. به منظور اعتبار سنجی چرخه رانندگی ایجاد شده با دیگر چرخه‌های رانندگی مقایسه شد در انتها مشخص شد در مناطق با شیب زیاد، در نظر گرفتن شیب اثر زیادی بر ایجاد چرخه رانندگی دارد.</p>	<p>ایجاد چرخه رانندگی حساس به شیب برای خودروهای نظامی در راه‌های روسازی شده و روسازی نشده تحت ناموزاری های تند</p>	منطقه نظامی	هان و همکاران (۲۰۱۲)

توضیحات	موضوع	مطالعه موردی	نویسنده (نویسندگان)
<p>چرخه رانندگی با استفاده از روش مارکوف ایجاد شد. همچنین شیب راه با استفاده از توان موثر خودرو در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از کار آن‌ها نشان داد که دقت روش مارکوف به تعداد تکرارهای آن وابسته است. همچنین آن‌ها نشان دادند که با در نظر گرفتن شیب چرخه رانندگی رفتار بهتری از خود نشان می‌دهد.</p>	<p>استفاده از یک روش انتخاب مارکوف برای ثبت رفتار واقعی چرخه رانندگی بدون ساختار شکنی در نظم سرعت-زمان اولیه</p>	-	<p>بیشاپ و همکاران (۲۰۱۲)</p>
<p>چرخه رانندگی براساس تحلیل الگوریتم خوشه بندی دینامیکی ایجاد شد. نتایج کاهش هزینه و مدت تحقیق و همچنین افزایش دقت داده‌ها را نشان داد.</p>	<p>بررسی چرخه رانندگی خودروهای سواری با استفاده از تجزیه مولفه اصلی الگوریتم خوشه بندی</p>	پکن	<p>لیو و همکاران (۲۰۱۴)</p>
<p>چرخه رانندگی سنگاپور به طول ۲۴۰۰ ثانیه با استفاده از ترکیب تصادفی ریزسفرها ایجاد شد. سپس انتشارات خروجی از آگروز خودرو با استفاده از مدل تخمین میکروسکوپی (CMEM) تخمین زده شد. نتایج حاصل از چرخه رانندگی سنگاپور نشان داد که سرعت متوسط در چرخه رانندگی سنگاپور با چرخه رانندگی اروپا برابر است. در حالی که ویژگی‌هایی مانند سرعت بیشینه، درصد زمان حالت سکون و تغییرات سرعت در دو چرخه با یکدیگر کاملاً متفاوت است. همچنین مقدار مصرف سوخت، CO_2، HC، CO و NO_x به ترتیب ۵، ۵، ۸، ۲۲ و ۴۷ درصد در چرخه رانندگی سنگاپور نسبت به چرخه رانندگی اروپا بیشتر است. همچنین مشخص شد که سرعت متوسط به تنهایی نمی‌تواند معیار خوبی برای ارزیابی میزان آلاینده‌ها و مصرف سوخت خودرو باشد.</p>	<p>ایجاد چرخه رانندگی برای خودروهای سواری</p>	سنگاپور	<p>هو و همکاران (۲۰۱۴)</p>

توضیحات	موضوع	مطالعه موردی	نویسنده (نویسندگان)
<p>۴ پارامتر اساسی برای ارزیابی چرخه رانندگی یعنی شتاب مثبت، حالت سکون، حالت گشت زنی و سرعت متوسط چرخه رانندگی با ترکیب آماری ریزسفرها بدست آمد. سپس با استفاده از داینامومتر شاسی براساس سرعت‌های مختلف میزان آلاینده‌های مختلف جاگارتای اندونزی بدست آمد. سپس براساس تئوری رفتار برنامه‌ریزی شده TPB، تغییر نگرش در استفاده از حمل‌ونقل عمومی به جای استفاده از خودروهای شخصی در افراد بررسی شد. و میزان فاکتورهای انتشار پس از بهبود نگرش در افراد در استفاده از حمل‌ونقل عمومی ارزیابی شد. نتایج نشان داد که با توجه به ظرفیت اتوبوس و اقبال افراد به استفاده از اتوبوس میزان فاکتورهای انتشار در اتوبوس نسبت به خودروهای سواری برای هر چهار فاکتور انتشار HC، CO، NO_x و CO₂ کاهش می‌یابد.</p>	<p>ایجاد چرخه رانندگی به منظور بررسی فاکتورهای انتشار و مصرف سوخت جاگارتای اندونزی</p>	<p>جاگارتا (اندونزی)</p>	<p>سیافریرال و همکاران (۲۰۱۴)</p>
<p>چرخه رانندگی با استفاده از یک الگوریتم تکرار و قانون حداقل کل واریانس در پارامترهای هدف ایجاد شد. که نتایج حاصل از چرخه ایجاد شده برای شهر خوان کین به طور معنا داری با چرخه‌های رانندگی استاندارد دیگر شهر ها متفاوت بود</p>	<p>ارائه یک سیستم آن-بورد به منظور اندازه گیری الگوی رانندگی درون جاده ای چرخه رانندگی موتور سیکلت</p>	<p>خوان کین (تایلند)</p>	<p>سیدام و همکاران (۲۰۱۵)</p>

فصل سوم

ایجاد چرخه رانندگی

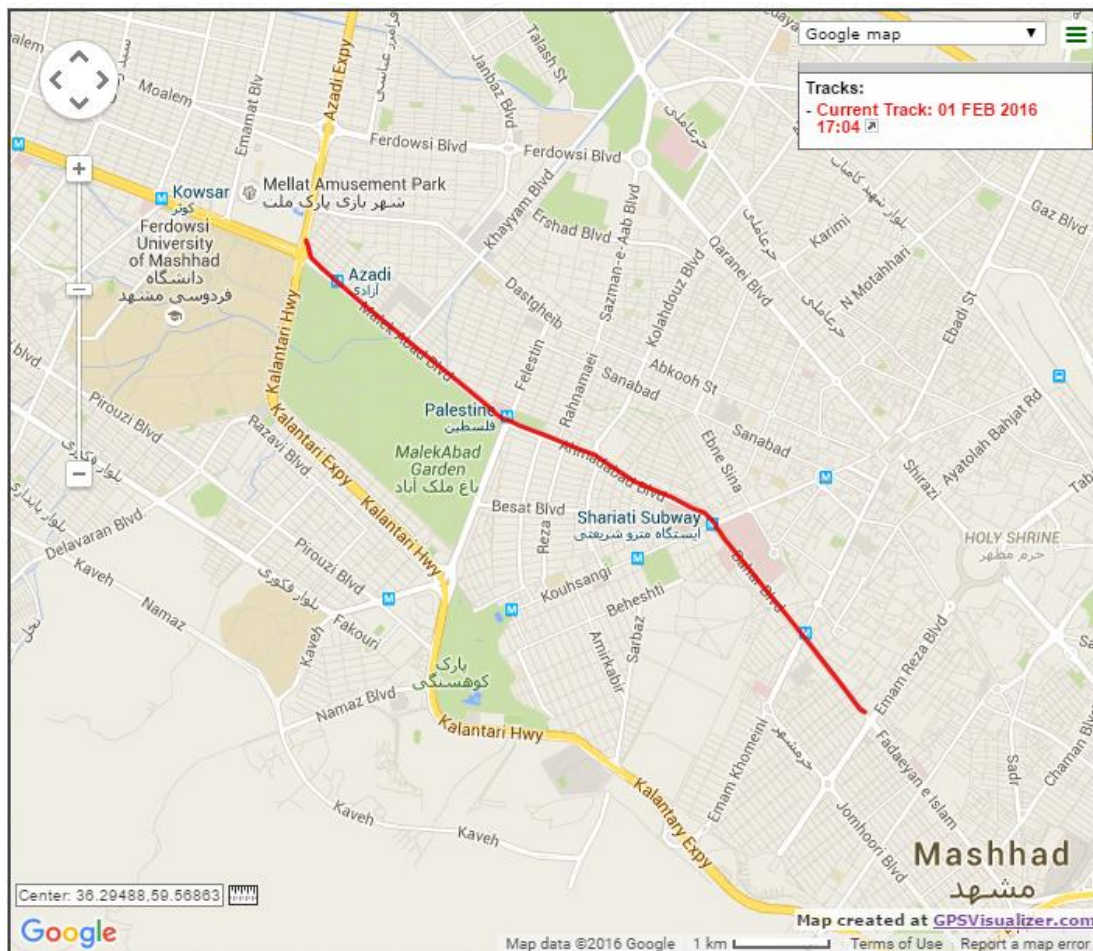
۳-۱- مقدمه

چرخه رانندگی الگوی رانندگی حرکت وسایل نقلیه شهری را براساس نمودار سرعت-زمان نشان می‌دهد. چرخه‌های رانندگی معمولاً در سه گام ایجاد می‌گردند: (۱) انتخاب مسیرها (۲) جمع‌آوری اطلاعات (۳) ایجاد چرخه رانندگی. در ادامه هر یک از موارد گفته شده بررسی می‌گردد.

۳-۲- انتخاب مسیرها

امکان برداشت داده‌های سرعت-زمان برای تمام مسیرهای ترافیکی شهر به دلیل صرف هزینه‌ی بالا و وقت‌گیر بودن ممکن نیست. از این رو برای برداشت داده‌ها، مسیرهایی انتخاب می‌شود که نماینده شرایط کل شهر باشد [تامسانیا و همکاران^۱، ۲۰۰۹]. مسیرهای انتخابی باید دارای ویژگی‌های خاص باشند: (۱) حجم عبوری خودروها زیاد باشد (۲) ارتباط بین مراکز مهم جمعیتی باشد. (۳) میزان انتشار آلاینده‌ها در مسیرهای عبوری زیاد باشد. (۴) مسیرها دارای میداين و تقاطع‌های متنوع باشد. (۵) به سیستم‌های حمل و نقل عمومی دیگر دسترسی داشته باشد. بر این اساس در مطالعه ما دو مسیر اصلی انتخاب شده است که دارای مبداء و مقصد یکسان (میدان آزادی-میدان بسیج) است. ابتدای مسیر میدان آزادی و انتهای مسیر میدان بسیج در نظر گرفته شده است. مهم‌ترین دلایل انتخاب این دو نقطه این است که میدان آزادی و میدان بسیج نقطه‌ی ارتباط شرق به غرب و شمال به جنوب شهر مشهد و دارای بیشترین حجم سفر هستند. بدین ترتیب مسیر اول انتخابی میدان آزادی-بلوار سجاد-میدان بسیج و مسیر دوم انتخابی میدان آزادی-بلوار ملک آباد-میدان بسیج در نظر گرفته شده است.

¹ Tamsanya et al.

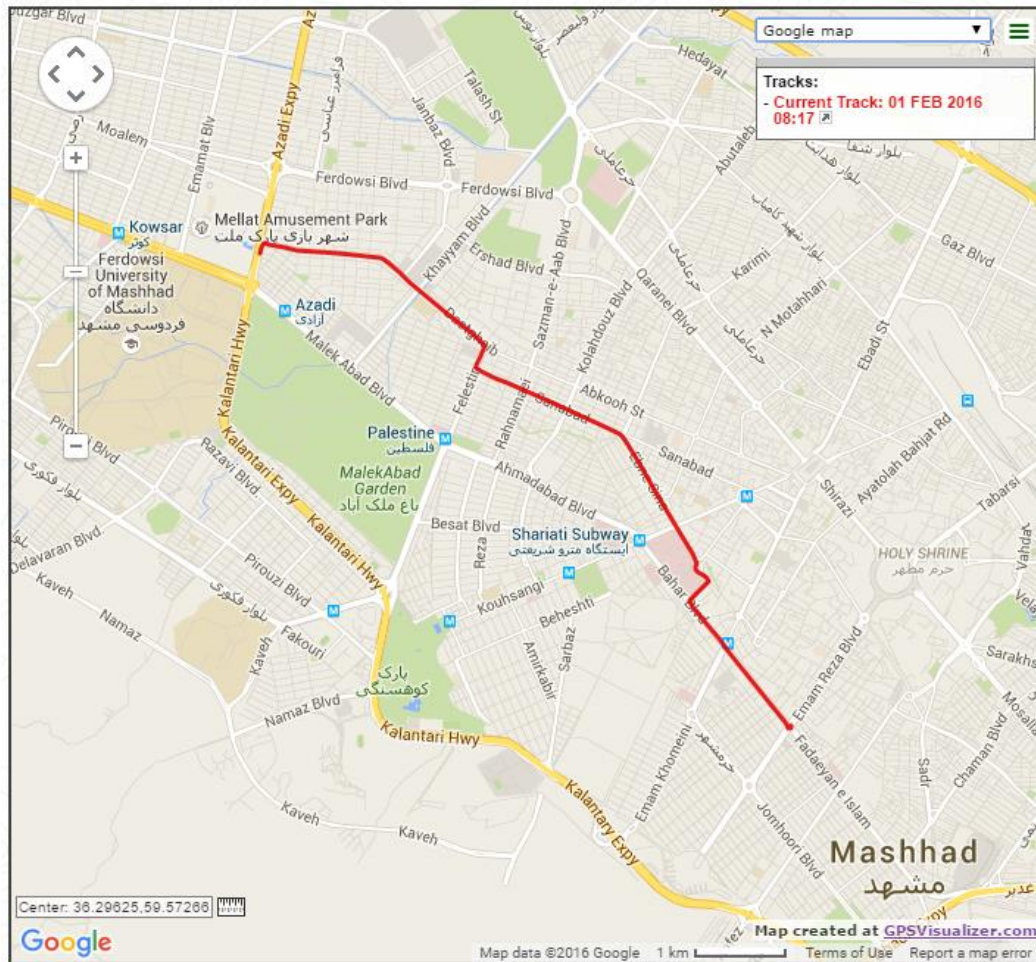


شکل ۳-۱ مسیر شماره یک (میدان آزادی - ملک آباد - میدان بسیج)

۳-۳- جمع آوری اطلاعات

روشهای مختلفی برای جمع آوری داده ها وجود دارد که این روش ها براساس تناسب با محیط رانندگی است. با توجه به اینکه کیفیت داده هایی که به صورت میدانی بدست می آیند دقت بالاتری دارند در این مطالعه نیز از GPS به منظور جمع آوری داده های میدانی استفاده می شود. استفاده از GPS باعث ایجاد خطا در داده های خروجی می گردد. به همین دلیل داده های خروجی از GPS قبل از استفاده نیاز به تصحیح و فیلتر دارند (دوران و ایرلی وان^۱ در سال ۲۰۱۲). GPS، داده های سرعت را ثانیه به ثانیه بر روی حافظه خروجی ذخیره می کند.

¹ Duran and Earleywine



شکل ۲-۳ مسیر شماره دو (میدان آزادی - سجاد - میدان بسیج)

داده های سرعت-زمان در زمان اوج ترافیک صبح (۷ الی ۹) و اوج ترافیک بعداز ظهر (۱۶ الی ۱۸) (که برای ۶ ماه دوم سال توسط سازمان ترافیک شهر مشهد تعریف شده است) و برای یک زمان غیر اوج ترافیک در دو هفته به جز روزهای تعطیل برداشت می شود [گزارش سازمان حمل و نقل و ترافیک مشهد، ۱۳۹۴]. برداشت داده ها در شرایط آب و هوایی صاف و سطح زمین خشک صورت می گیرد و در صورتی که مسیرهای مورد مطالعه مسدود و یا به هر دلیلی ترافیک غیر نرمال ایجاد شده

باشد برداشت صورت نمی‌گیرد. در این مطالعه به منظور جمع‌آوری داده‌ها از یک خودروی شخصی استفاده می‌شود که این خودرو در مسیرهای مشخص شده با سرعت معادل با جریان ترافیک حرکت می‌کند به طوری که تعداد خودروهایی که سبقت می‌گیرند با تعداد خودروهایی که از آنها سبقت گرفته می‌شود، متعادل باشد.

۳-۳-۱- فیلتر کردن داده‌های GPS

فرآیند فیلتر کردن داده‌های سرعت زمان GPS در ۶ مرحله صورت می‌پذیرد:

- **حذف داده‌های زمانی تکراری و مقادیر منفی زمان:** باید توجه داشت که داده‌های زمان باید اضافه گردند، در صورتی که به ترتیب زمان افزایش نیابد و یا ثابت بماند این خطا رخ می‌دهد. برای برطرف کردن این خطا باید توجه کرد تفاضل مقادیر زمان در نقاط متوالی نباید منفی یا صفر باشد، و مقادیری که دارای این شرایط باشند باید حذف گردند. همچنین باید توجه داشت زمان تکراری نباید ثبت شده باشد. در صورت عدم رعایت این نکته ممکن است شتاب بی‌نهایت گردد.
- **جایگزین کردن سرعت‌های بالا و پایین غیر عادی:** گام دوم فیلتر کردن داده‌های نادرست است. مانند خوشه‌های داده‌ای نمونه با سرعت بالا و سرعت منفی که در نمودار سرعت-زمان رخ می‌دهد، که یا حذف می‌گردند و یا با داده‌های داخلی درون یابی می‌شوند. برای این منظور مقادیر داده‌های سرعت فیلتر می‌شود و به منظور انتخاب، محدودیت‌های سرعت بالا و پایین مقایسه می‌گردند. اگر داده خارج از محدوده انتخاب شده باشد، فیلتر، داده انتخابی را با داده حاصل از درون یابی داده‌های همجوار داده جایگزین می‌کند.
- **زمانی که خودرو متوقف است سیگنال صفر و سرعت رانش حذف می‌گردد:** رانش سرعت صفر زمانی رخ می‌دهد که خودرو برای مدتی متوقف می‌شود. در این حالت در حالی

که خودرو متوقف شده است ولی اغلب GPS مقادیر سرعت پایین (۰/۱ یا ۰/۲ مایل بر ساعت) را نشان می‌دهد. برای حذف نوسانات کوچک در سرعت وسیله ثبت شده به وسیله GPS در مدت این دوره‌ها فیلتر جابه‌جایی سرعت صفر مسافت پیموده شده در طول هر ریزسفر در یک چرخه رانندگی بررسی می‌شود. و مقدار بدست آمده با یک محدوده‌ی کاربری مشخص شده مقایسه می‌شود. اگر مسافت پیموده شده در طی ریزسفر کمتر از حد مجاز باشد، ریزسفر با مقادیر داده سرعت سفر جایگزین می‌شود.

- **جایگزین کردن سرعت صفر ثبت شده‌ی نادرست:** گام بعدی حذف نقاط تک صفر سرعت ثبت شده است. در صورتی که سرعت نقطه‌ای صفر باشد و سرعت دو نقطه مجاور آن غیر صفر باشد در این صورت داده باید با سرعت درون یابی حاصل از داده‌های مجاور آن جایگزین گردد.

- **اصلاح گپ‌ها در داده‌ها:** الگوریتم فیلتر کردن به منظور تصحیح گپ‌ها در GPS بدلیل اثرات دره‌های شهری^۱ و کاهش ناگهانی سیگنال است. این فیلتر زمانی استفاده می‌شود که داده‌های چاپ شده‌ی زمانی از بین رفته باشد. اگر مدت زمان گپ سیگنال کوتاه‌تر از حد مجاز باشد، الگوریتم به طور یکنواخت سیگنال‌های زمانی را براساس نرخ نمونه برداری داده‌های منبع افزایش می‌دهد. برای ایجاد داده‌های سرعت جدید از درون یابی براساس شتاب مثبت یا منفی داده‌های مجاور استفاده می‌شود.

- **ترمیم مقادیر شتاب پرت:** گام اصلی در فرآیند فیلتر کردن فیلتر شتاب با سرعت مجزا است. اگر نقطه‌ای باعث شتاب خارج از محدوده شود آن نقطه با نقطه درون‌یابی شده جدید جایگزین می‌گردد.

¹ Urban canyon

۳-۴- ایجاد چرخه رانندگی

مشکل ترین کار در ایجاد چرخه رانندگی جمع آوری تعداد زیادی داده های سرعت-زمان در یک چرخه رانندگی منحصر به فرد است. چرخه رانندگی از ترکیب تعدادی ریزسفر بدست می آید، ریزسفر بخشی از نمودار سرعت زمان است، که از سرعت صفر شروع و به سرعت صفر بعدی خاتمه می یابد. به منظور ایجاد چرخه رانندگی ریزسفرها به صورت تصادفی با هم ترکیب می شوند تا زمانی که طول زمانی چرخه رانندگی کامل شود [وانگ و همکاران^۱، ۲۰۰۸] و [کومار^۲، ۲۰۰۹]. طول چرخه رانندگی به متوسط زمان سفر خودروها در یک دوره رانندگی بستگی دارد و معمولاً یک چرخه رانندگی مناسب طول زمانی ۱۰۰۰ تا ۱۴۰۰ ثانیه دارد. به منظور ارزیابی خطای چرخه رانندگی ایجاد شده ۱۰ پارامتر اساسی در نظر گرفته شده است که عبارتند از: (۱) متوسط سرعت خودرو (V_m) (۲) متوسط سرعت در حال حرکت (V_e) (۳) متوسط شتاب مثبت (a_p) (۴) متوسط شتاب منفی (a_n) (۵) درصد زمان حالت سکون خودرو (p_i) (حالت توقف خودرو) (۶) درصد زمان حالت گشت زنی خودرو (p_c) (حالت حرکت بدون شتاب خودرو) (۷) درصد زمان حال شتاب مثبت (p_a) (۸) درصد زمان حالت شتاب منفی (p_d) (۹) مجذور میانگین مربعات شتاب (RMS) (۱۰) انرژی جنبشی مثبت (PKE). ۱۰ پارامتر اساسی برای کل داده های جمع آوری شده و چرخه رانندگی ایجاد شده بدست می آید. میزان خطا نسبی ۱۰ پارامتر اساسی برای چرخه رانندگی و کل داده های جمع آوری شده بررسی می شود. درصد خطای قابل قبول برای هر پارامتر در اینجا ۵ درصد در نظر گرفته شده است. بدیهی است هر چه میزان خطا کمتر باشد چرخه رانندگی ایجاد شده به واقعیت نزدیکتر خواهد بود. در صورتی که میزان خطای بدست آمده بیشتر از ۵ درصد باشد، چرخه رانندگی مجدداً با ترکیب تصادفی ریزسفرها ایجاد می شود. این فرآیند تا زمانی که میزان خطا کمتر از ۵ درصد شود ادامه می یابد. در این پایان نامه به منظور تسریع و دقت در ایجاد چرخه رانندگی از روش شیفت خطی خطا مطابق برنامه پیوست ب استفاده

¹ Wang et al

² Kumar

شد. برنامه به صورتی نوشته شده که در ابتدا میزان خطا برای پارامترهای V_e ، a_p ، a_n ، RMS و PKE حداقل گردد، این ۵ پارامتر از این جهت استفاده می‌شوند که با طول چرخه رانندگی ارتباط ندارند. برای این منظور ابتدا مقدار اولیه ۰/۲ درصد را برای میزان خطای این ۵ پارامتر در نظر گرفته می‌شود، سپس تا زمانی که میزان خطا در هر ۵ پارامتر صدق کند، مقدار ۰/۰۵ به مقدار اولیه اضافه می‌شود. پس از ایجاد چرخه رانندگی میزان خطا برای پارامترهای V_m ، P_i ، P_c ، P_a و P_d بدست می‌آید.

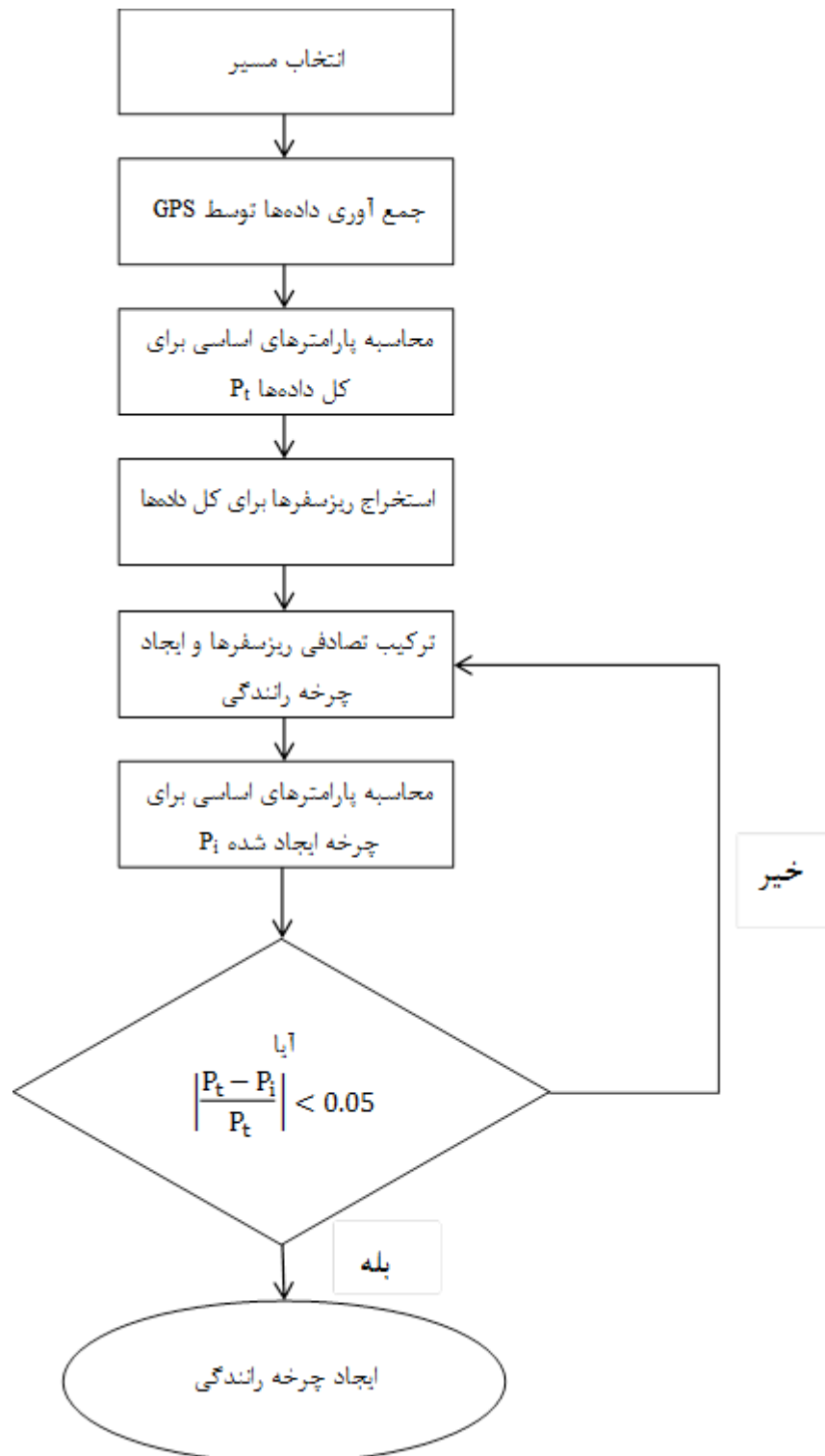
$$\left| \frac{P_t - P_i}{P_t} \right| < 0.05 \quad \text{معادله (۱-۳)}$$

که در اینجا

P_t = پارامتر اساسی بدست آمده برای کل داده‌ها

P_i = پارامتر اساسی بدست آمده برای چرخه ایجاد شده

به طور خلاصه می‌توان این بخش را مطابق شکل ۳-۳ بیان کرد.



شکل ۳-۳ ساختار ایجاد چرخه رانندگی

فصل چهارم

بر آورد فاکتورهای انتشار

۴-۱- مقدمه

آلاینده‌های مختلفی از وسایل نقلیه موتوری ساطع می‌شود، اما سه آلاینده توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست (EPA) به عنوان آلاینده‌های معیار تعیین شده‌اند: هیدروکربن‌ها (HC)، منوکسید کربن (CO) و اکسید نیتروژن (NO_x). این آلاینده‌های معیار مخاطرات بهداشتی در مناطق شهری ایجاد می‌کنند. بهبود حمل‌ونقل اغلب شامل فعالیت‌هایی به منظور کاهش تراکم و روان‌سازی جریان ترافیک می‌شود. اثرات این فعالیت‌ها با تغییر در ویژگی‌های عملیاتی خودرو در وسیله بهبود یافته تعیین می‌شود [کراوفورد و همکاران^۱، ۱۹۹۹].

تعداد خودروها در جهان به طور فزاینده‌ای در حال افزایش است. و ارزیابی میزان انتشارات خروجی از آگروز می‌تواند به ارزیابی میزان انتشارات خودروها و بررسی کیفیت هوا در آینده کمک کند. انتشارات خودروها در بیشتر کشورها به خصوص کشورهای در حال توسعه به خوبی درک نشده است. همچنین توانایی برآورد دقیق انتشارات آتی در حال حاضر وجود ندارد. به همین دلیل مدل بین‌المللی انتشارات خودرو IVE توسط سازمان محیط‌زیست آمریکا ارائه شد [ISSRC^۲، ۲۰۰۸]. اهداف IVE در تخمین انتشارات در مناطق و شهرها عبارتند از: (۱) برنامه ریزی حمل‌ونقل (۲) پیش‌بینی آن که چطور استراتژی‌های مختلف بر انتشارات محلی اثر خواهند گذاشت (۳) اندازه‌گیری پیشرفت در کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای در طول زمان. فاکتورهای مختلفی به منظور توسعه منبع دقیق انتشار آگروزها وجود دارد، که مهم‌ترین فاکتورها عبارتند از: (۱) نرخ‌های انتشار خودرو (۲) فعالیت خودرو (۳) توزیع ناوگان.

به منظور برآورد میزان انتشار در یک منطقه، اطلاعات ورودی پیرامون رفتار رانندگی و شرایط

¹ Crawford et al

² International Sustainable Systems Research Center

محیط زیستی خاص آن منطقه مورد نیاز است [وانگ و همکاران^۱، ۲۰۰۸]. از این رو اطلاعاتی که بر روی مدل IVE اثر می‌گذارد عبارتند از: (۱) رفتار رانندگی (۲) الگوهای استارت خودرو (۳) متغیرهای محیطی (۴) ویژگی‌های سوخت

۴-۲- برآورد فاکتور انتشار با استفاده از مدل IVE

۴-۲-۱- رفتار رانندگی

سرعت، شتاب مثبت و منفی از پارامترهای تاثیر گذار بر انتشارات آگروز خودرو هستند. در مدل IVE، الگوی رانندگی با استفاده از دو پارامتر بیان می‌شود: (۱) توان خاص خودرو (VSP) (۲) تنش موتور. بیان ریاضی VSP اولین بار توسط خیمنز^۳ در سال ۱۹۹۹ ارائه شد. این معادله معرف ریاضی حجم موتور در برابر کشش آیرودینامیکی، شتاب، مقاومت غلتشی، انرژی‌های جنبشی و پتانسیل اضافی خودرو است. هر دو پارامتر VSP و تنش خودرو براساس نوع خودرو و سرعت ثانیه-ثانیه خودرو بدست می‌آیند. همچنین به طور کلی تنش موتور پایین، شتاب پایین خودرو و تنش موتور بالا سرعت و شتاب بالای خودرو را نشان می‌دهد [چای و همکاران^۴، ۲۰۱۳]. بررسی این دو پارامتر تاثیر سرعت، شیب راه، شتاب مثبت و شتاب منفی بر میزان گازهای خروجی از آگروز خودرو برای شرایط عملیاتی مختلف را نشان می‌دهد [یاو و همکاران^۵، ۲۰۱۳]. VSP و تنش موتور به ترتیب از معادلات زیر بدست می‌آید:

$$VSP = V \times [1.1a + 9.81(\arctan(\sin(\text{grade}))) + 0.132] + 0.000302V^3 \quad (\text{معادله ۱-۴})$$

$$\text{grade} = (h_{t=0} - h_{t=1})/V(t = -1 \text{ به } 0)$$

$$VSP = \text{توان موثر خودرو (Kw/ton)}$$

¹ Wang et al

² Vehicle Specific Power

³ Jimenez

⁴ Chi et al

⁵ Yao et al

$V =$ سرعت خودرو (m/s)

$a =$ شتاب خودرو (m/s^2)

$h =$ ارتفاع در هر نقطه از مسیر (m)

معادله (۴-۲) توان متوسط پیشین $\times (RPMINDEX + 0.08(\text{ton/Kw})) =$ تنش موتور

معادله (۴-۳) $(VSP_{t=5-2}) =$ متوسط توان متوسط پیشین

معادله (۴-۴) $(RPMINDEX_{min}=0.9)$ جداکننده سرعت / $t=0$ سرعت $= RPMINDEX$

دسته بندی جدا کننده سرعت بر اساس حداکثر و حداقل سرعت و VSP، مطابق جدول (۴-۱) بدست می آید. همچنین مدل IVE تنش موتور و VSP را مطابق جدول (۴-۲) به ۶۰ دسته تقسیم کرده است. اطلاعات ورودی بر حسب درصد برای هر دسته وارد شده است.

جدول ۴-۱ مقادیر جدا کننده سرعت براساس سرعت و VSP مختلف [ISSRC، ۲۰۰۸]

V(m/s)		VSP(kW/ton)		جدا کننده
کمینه	بیشینه	کمینه	بیشینه	سرعت (S/m)
۰/۰	۵/۴	-۲۰	۴۰۰	۳
۵/۴	۸/۵	-۲۰	۱۶	۵
۵/۴	۸/۵	۱۶	۴۰۰	۳
۸/۵	۱۲/۵	-۲۰	۱۶	۷
۸/۵	۱۲/۵	۱۶	۴۰۰	۵
۱۲/۵	۵۰	-۲۰	۱۶	۱۳
۱۲/۵	۵۰	۱۶	۴۰۰	۵

۴-۲-۲-۴- الگوی استارت خودرو

مشابه الگوی رانندگی، استارت‌های مختلف نیز می‌تواند اثر قابل توجهی بر انتشارات خروجی آگروز بگذارد. در حالت استارت سرد موتور انرژی بیشتری برای گرم کردن خودرو نسبت به استارت گرم تولید می‌کند. به همین دلیل میزان انتشار آلاینده‌ها در استارت سرد بیشتر از استارت گرم است

[دوليجر^۱، ۱۹۹۷]. مدت زمان خاموش بودن خودرو بر روی استارت سرد خودرو تاثیر می‌گذارد. در

این پژوهش بدلیل آنکه پیش گرمایش خودرو انجام شده از استارت سرد صرف نظر شده است.

جدول ۴-۲ دسته‌بندی VSP و حالت‌های تنش [ISSRC، ۲۰۰۸]

Bin	VSP		Stress		Bin	VSP		Stress	
	Lower	Upper	Lower	Upper		Lower	Upper	Lower	Upper
۰	-۸۰/۰	-۴۴/۰	-۱/۶	۳/۱	۳۰	-۷/۰	-۲/۹	۳/۱	۷/۸
۱	-۴۴/۰	-۳۹/۹	-۱/۶	۳/۱	۳۱	-۲/۹	۱/۲	۳/۱	۷/۸
۲	-۳۹/۹	-۳۵/۸	-۱/۶	۳/۱	۳۲	۱/۲	۵/۳	۳/۱	۷/۸
۳	-۳۵/۸	-۳۱/۷	-۱/۶	۳/۱	۳۳	۵/۳	۹/۴	۳/۱	۷/۸
۴	-۳۱/۷	-۲۷/۶	-۱/۶	۳/۱	۳۴	۹/۴	۱۳/۶	۳/۱	۷/۸
۵	-۲۷/۶	-۲۳/۴	-۱/۶	۳/۱	۳۵	۱۳/۶	۱۷/۷	۳/۱	۷/۸
۶	-۲۳/۴	-۱۹/۳	-۱/۶	۳/۱	۳۶	۱۷/۷	۲۱/۸	۳/۱	۷/۸
۷	-۱۹/۳	-۱۵/۲	-۱/۶	۳/۱	۳۷	۲۱/۸	۲۵/۹	۳/۱	۷/۸
۸	-۱۵/۲	-۱۱/۱	-۱/۶	۳/۱	۳۸	۲۵/۹	۳۰/۰	۳/۱	۷/۸
۹	-۱۱/۱	-۷/۰	-۱/۶	۳/۱	۳۹	۳۰/۰	۱۰۰۰/۰	۳/۱	۷/۸
۱۰	-۷/۰	-۲/۹	-۱/۶	۳/۱	۴۰	-۸۰/۰	-۴۴/۰	۷/۸	۱۲/۶
۱۱	-۲/۹	۱/۲	-۱/۶	۳/۱	۴۱	-۴۴/۰	-۳۹/۹	۷/۸	۱۲/۶
۱۲	۱/۲	۵/۳	-۱/۶	۳/۱	۴۲	-۳۹/۹	-۳۵/۸	۷/۸	۱۲/۶
۱۳	۵/۳	۹/۴	-۱/۶	۳/۱	۴۳	-۳۵/۸	-۳۱/۷	۷/۸	۱۲/۶
۱۴	۹/۴	۱۳/۶	-۱/۶	۳/۱	۴۴	-۳۱/۷	-۲۷/۶	۷/۸	۱۲/۶
۱۵	۱۳/۶	۱۷/۷	-۱/۶	۳/۱	۴۵	-۲۷/۶	-۲۳/۴	۷/۸	۱۲/۶
۱۶	۱۷/۷	۲۱/۸	-۱/۶	۳/۱	۴۶	-۲۳/۴	-۱۹/۳	۷/۸	۱۲/۶
۱۷	۲۱/۸	۲۵/۹	-۱/۶	۳/۱	۴۷	-۱۹/۳	-۱۵/۲	۷/۸	۱۲/۶
۱۸	۲۵/۹	۳۰/۰	-۱/۶	۳/۱	۴۸	-۱۵/۲	-۱۱/۱	۷/۸	۱۲/۶
۱۹	۳۰/۰	۱۰۰۰/۰	-۱/۶	۳/۱	۴۹	-۱۱/۱	-۷/۰	۷/۸	۱۲/۶
۲۰	-۸۰/۰	-۴۴/۰	۳/۱	۷/۸	۵۰	-۷/۰	-۲/۹	۷/۸	۱۲/۶
۲۱	-۴۴/۰	-۳۹/۹	۳/۱	۷/۸	۵۱	-۲/۹	۱/۲	۷/۸	۱۲/۶
۲۲	-۳۹/۹	-۳۵/۸	۳/۱	۷/۸	۵۲	۱/۲	۵/۳	۷/۸	۱۲/۶
۲۳	-۳۵/۸	-۳۱/۷	۳/۱	۷/۸	۵۳	۵/۳	۹/۴	۷/۸	۱۲/۶
۲۴	-۳۱/۷	-۲۷/۶	۳/۱	۷/۸	۵۴	۹/۴	۱۳/۶	۷/۸	۱۲/۶
۲۵	-۲۷/۶	-۲۳/۴	۳/۱	۷/۸	۵۵	۱۳/۶	۱۷/۷	۷/۸	۱۲/۶
۲۶	-۲۳/۴	-۱۹/۳	۳/۱	۷/۸	۵۶	۱۷/۷	۲۱/۸	۷/۸	۱۲/۶
۲۷	-۱۹/۳	-۱۵/۲	۳/۱	۷/۸	۵۷	۲۱/۸	۲۵/۹	۷/۸	۱۲/۶
۲۸	-۱۵/۲	-۱۱/۱	۳/۱	۷/۸	۵۸	۲۵/۹	۳۰/۰	۷/۸	۱۲/۶
۲۹	-۱۱/۱	-۷/۰	۳/۱	۷/۸	۵۹	۳۰/۰	۱۰۰۰/۰	۷/۸	۱۲/۶

¹ DE VLIJGER

۴-۲-۳- متغیرهای محیط‌زیستی

دمای محیط و رطوبت نسبی دیگر پارامترهای محلی هستند که برای تعدیل انتشار استفاده می‌شوند. از اینرو در هنگام آزمایش باید اطلاعاتی در مورد دمای محیط و رطوبت نسبی جمع‌آوری شود. در این پژوهش بر طبق گزارش هواشناسی برای ۶ ماه دوم سال ۱۳۹۴، رطوبت نسبی ۲۹ درصد و دما ۱۲/۶ در نظر گرفته شد.

۴-۲-۴- ویژگی‌های سوخت

کیفیت سوخت نیز یکی از فاکتورهای انتشار است. به صورتی که نوع سوخت بنزینی یا دیزلی کیفیت محتوای سوخت سولفور، سرب، بنزن و سطح اکسیژن می‌تواند بر خروجی اگزوز خودرو تاثیرگذار باشد. در این پژوهش طبق گزارش سازمان پالایش فرآورده‌های نفتی شهر مشهد، مقدار سولفور در حد بالا (۶۰۰ ppm)، مقدار بنزن در حد بالا (۳٪) و مقدار اکسیژن و سرب صفر در نظر گرفته شد.

۴-۳- توزیع ناوگان حمل‌ونقل

در مدل IVE در مجموع ۱۳۷۲ تکنولوژی مختلف ارائه شده است. این تکنولوژی‌ها براساس جزئیاتی شامل نوع خورو، حجم موتور، کنترل هوا/سوخت، سیستم کنترل اگزوز، سیستم‌های کنترل بخار و سن خودرو که بصورت کیلومتر سفر در هزار کیلومتر ارائه شده است. در این مطالعه از خودروی MVM X33 استفاده شده است مشخصات خودرو در جدول (۴-۳) ارائه شده است. خودروها از نظر اندازه موتور در IVE به ۳ دسته تقسیم بندی شده‌اند: کوچک (کم‌تر از ۱۵۰۱ سی‌سی)، متوسط (بین ۱۵۰۱ تا ۳۰۰۰ سی‌سی) و بزرگ (بزرگ‌تر از ۳۰۰۰ سی‌سی). تمامی خودروهای بنزینی تهویه کارتر مثبت (PCV¹) دارند، در این فرآیند کارتر برای تولید فشار منفی در کارتر به سوپاپ هوای

¹ positive crankcase ventilation

موتور متصل شده است و ترکیبات آلی فرار را به سیستم احتراق موتور به منظور سوختن آنها با باقیمانده‌ی سوخت می‌راند. آگزوز خودرو توسط کاتالیزور سه راهه کنترل می‌شود، این کاتالیزور باعث کاهش مونوکسید کربن و ترکیبات آلی فرار و اکسیدهای نیتروژن ساطع شده از موتور خودرو می‌شود. کنترل هوا/سوخت در این جا به صورت سیستم انژکتور پاشش چند نقطه‌ای معرفی می‌شود، به طوری که این نوع تزریق سوخت می‌تواند جلوتر از سوپاپ یا انژکتور موتور به طور مستقیم به سیلندرها‌ی موتور تزریق شود.

جدول ۴-۳ مشخصات خودروی مورد استفاده

نوع سوخت	اندازه موتور	کنترل سوخت/هوا	کنترل آگزوز	کنترل بخار	سن
بنزین	متوسط	سیستم پاشش چند نقطه ای	۳-راه	تهویه کارتر مثبت	۸۰-۱۶۱ K km

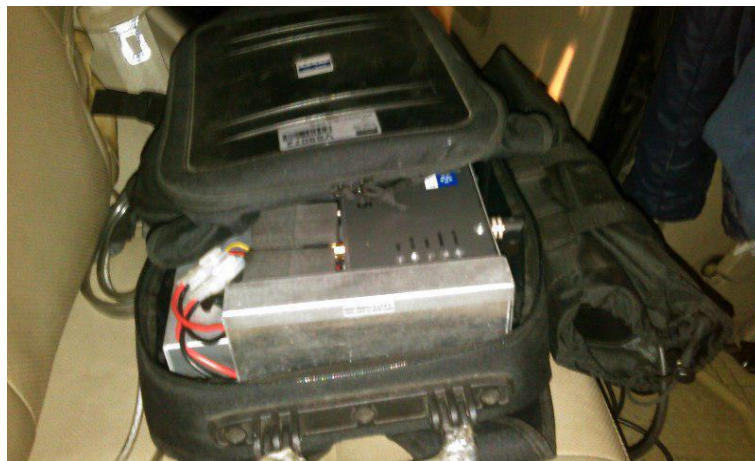
۴-۴- برآورد میزان انتشارات به صورت میدانی و بدست آوردن ضرایب

تعدیل در IVE

یکی از روش‌های دقیق اندازه‌گیری انتشارات هوا روش اندازه‌گیری میدانی است. این روش با توجه به ویژگی‌های ترافیکی و طرح هندسی برآورد دقیقی از نرخ انتشار آلاینده‌ها در شهر مورد مطالعه دارد. از AVL DITEST MDS 215 به منظور برداشت داده‌های آلاینده و از GPS به منظور برداشت سرعت خودرو استفاده می‌گردد. دستگاه AVL داده‌های انتشار را به صورت ثانیه به ثانیه در گوشی‌های هوشمند آندروید نمایش می‌دهد. و امکان ثبت داده‌ها را ندارد، از اینرو به منظور برداشت و تطبیق داده‌های انتشار با داده‌های سرعت به طور همزمان از گوشی و GPS فیلمبرداری می‌شود. بدلیل اثرگذاری شرایط راه و ساعت برداشت داده‌ها بر میزان انتشارات خروجی خودرو [ژانگ و همکاران^۱، ۲۰۱۱]، داده‌ها به صورت ثانیه به ثانیه در ساعت اوج ترافیک در راه‌های شریانی برداشت می‌شود. همچنین از مسیرهای اشاره شده در فصل قبل که به منظور ایجاد چرخه رانندگی برداشت

¹ Zhang et al.

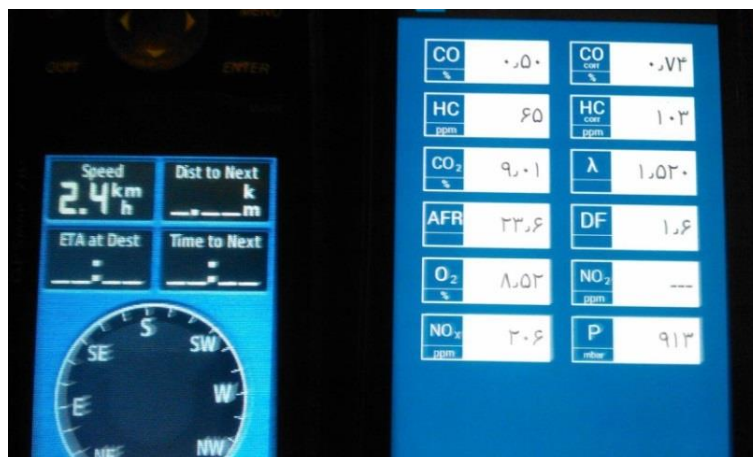
صورت گرفت، به منظور برداشت داده‌ها استفاده می‌گردد.



شکل ۴-۱ دستگاه AVL



شکل ۴-۲ اتصال دستگاه AVL به اگزوز



شکل ۳-۴ ثبت داده‌های سرعت و انتشارات گازها

در نهایت داده‌های انتشار بر حسب ppm و درصد حجمی ثبت می‌شود. به منظور تبدیل داده‌ها بر حسب گرم بر ثانیه از رابطه‌های زیر استفاده می‌شود (ISSRC در سال ۲۰۰۸):

$$CO_{(g/s)} = Q_{\text{exhaust}} \times \frac{M_{CO} \times CO\% \times 10^{-2}}{0.0283} \quad \text{معادله (۴-۳)}$$

$$HC_{(g/s)} = Q_{\text{exhaust}} \times \frac{M_{HC} \times HC_{ppm} \times 10^{-6}}{0.0283} \quad \text{معادله (۴-۴)}$$

$$NO_{X(g/s)} = Q_{\text{exhaust}} \times \frac{M_{NO_X} \times NO_{X(\%)} \times 10^{-2}}{0.0283} \quad \text{معادله (۴-۵)}$$

$$CO_{2(g/s)} = Q_{\text{exhaust}} \times \frac{M_{CO_2} \times NO_{X(\%)} \times 10^{-2}}{0.0283} \quad \text{معادله (۴-۶)}$$

که

M_{CO} (g/mol) : وزن مولی CO

M_{HC} (g/mol) : وزن مولی HC

M_{NO_X} (g/mol) : وزن مولی NO_X

M_{CO_2} (g/mol) : وزن مولی CO_2

Q_{exhaust} (m^3/s) : دبی گاز خروجی از اگزوز

پس از بدست آوردن مقدار CO_2 , NO_x , HC , CO بر حسب گرم بر ثانیه مقدار متوسط فاکتور انتشار از فرمول زیر محاسبه می‌گردد [تانگ و همکاران^۱، ۲۰۰۰]:

$$\text{معادله (۴-۷)} = \frac{3600 \times \sum_t e_t}{\sum_t V_t} = \text{متوسط فاکتور انتشار بر حسب گرم بر کیلومتر}$$

که در این جا e_t میزان انتشار بر حسب گرم ثانیه و V_t سرعت خودرو در ثانیه t بر حسب کیلومتر بر ساعت است.

پس از محاسبه فاکتورهای انتشار برای گازهای CO_2 , NO_x , HC , CO مشابه فرآیند انجام گرفته در بخش قبل براساس شرایط آب و هوایی روز آزمون و مقادیر سرعت-زمان مجدداً مدل IVE برای داده‌های میدانی ایجاد می‌گردد. سپس فاکتورهای انتشار برای هر سه گاز بدست آمده و ضریب تعدیل با استفاده از تناسب بین داده‌های میدانی و مدل IVE بدست می‌آید. سپس مقادیر ضریب تعدیل بدست آمده در مدل انتشار چرخه رانندگی وارد می‌شوند.

پس از محاسبه فاکتورهای انتشار برای گازهای CO_2 , NO_x , HC , CO مشابه فرآیند انجام گرفته در بخش قبل براساس شرایط آب و هوایی روز آزمون، مشخصات خودرو، مشخصات سوخت، شیب ثبت شده در GPS و مقادیر سرعت-زمان مجدداً به مدل IVE به منظور بررسی فاکتورهای انتشار وارد می‌گردد. سپس فاکتورهای انتشار برای هر سه گاز بدست آمده و ضریب تعدیل با استفاده از تناسب بین داده‌های میدانی و مدل IVE بدست می‌آید. از آن جایی که فاکتورهای انتشار تنها برای سه گاز بررسی می‌شود. باید برای تعدیل گازهای دیگر مطابق جدول (۴-۴) از ضریب تعدیل گازهای موجود استفاده کرد [ISSRC، ۲۰۰۸]. سپس مقادیر ضریب تعدیل بدست آمده در مدل انتشار چرخه رانندگی وارد می‌شوند.

¹ Tong et al

۴-۴-۱- برآورد میزان جریان خروجی اگزوز بر اساس دور موتور

یکی از عوامل تاثیر گذار بر دبی خروجی از اگزوز خودروها دور موتور است. به همین دلیل باید ارتباط بین دبی و دور موتور پیدا شود. همچنین انتشارات خروجی از اگزوز خودرو به صورت درصد حجمی و ppm بیان شده است و برای برآورد انتشارات برحسب گرم نیاز به محاسبه دبی خروجی اگزوز است. به منظور انجام این آزمون باید از استارت گرم خودرو استفاده کرد. از یک کیسه پلاستیک و یک کرنومتر به منظور برداشت اطلاعات استفاده می شود. ابتدا باید از صحت و سلامت کیسه مورد استفاده اطمینان حاصل گردد به همین منظور کیسه پلاستیکی پر از آب می شود تا اطمینان حاصل شود که کیسه پلاستیکی کاملا سالم است. سپس مقدار حجم آب موجود در کیسه پلاستیکی اندازه گیری می شود.

جدول ۴-۴ ضرایب تعدیل هم ارز (ISSRC در سال ۲۰۰۸)

ضریب تعدیل آلاینده در IVE	ضریب تعدیل بدست آمده
VOCst	VOC
COst	CO
NOxst	Nox
PMst	
Leadst	CO2
SO2st	CO2
NH3st	CO2
1,3 butadienest	VOC
Formaldehydest	VOC
Acetaldehydest	VOC
Benzenest	VOC
EVAPst	--
CO2st	CO2
N2Ost	CO2
CH4st	VOC

پس از اطمینان از صحت کیسه و محاسبه حجم آن زمان پر شدن کیسه پلاستیکی بر حسب دور

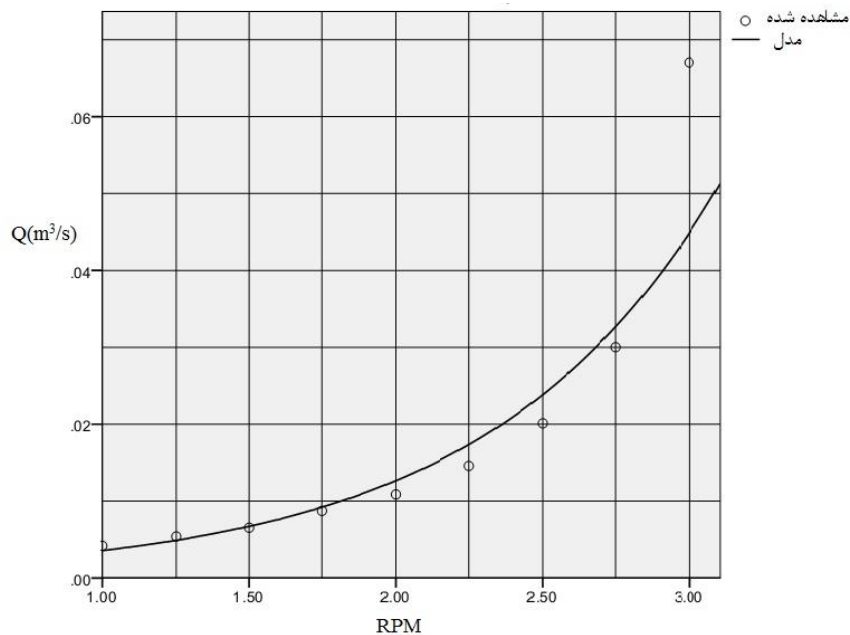
موتور مختلف بدست می آید. سپس دبی حجمی خروجی از اگزوز خودرو برای دوره‌های مختلف خودرو با تقسیم حجم کیسه پلاستیکی بر زمان بر حسب مترمکعب بر ثانیه بدست می آید. معادله دبی در برابر دور موتور با استفاده از مدل رگرسیون در نرم افزار SPSS به صورت معادله (۴-۸) بدست می آید. براساس نتایج حاصل از SPSS میزان ضریب همبستگی (R^2)، حاصل از این مدل ۰/۹۵ می شود. همچنین معناداری مدل نیز نزدیک به صفر می گردد.

$$Q = e^{1.266RPM + 0.01} \quad \text{معادله (۴-۸)}$$

که در اینجا

Q = دبی خروجی از اگزوز خودرو بر حسب متر مکعب بر ثانیه

RPM = دور موتور بر حسب ۱۰۰۰ دور بر دقیقه



شکل ۴-۴ تغییرات دبی در مقابل RPM

فصل پنجم

بررسی نتایج

۵-۱- مقدمه

در این فصل، نتایج در دو بخش بررسی می‌گردند. بخش اول که مربوط به ایجاد چرخه رانندگی و بخش دوم بررسی فاکتورهای انتشار است. در بخش اول بهترین چرخه رانندگی از میان چرخه‌های کاندید انتخاب می‌شود و چرخه رانندگی با دیگر چرخه‌های استاندارد مقایسه می‌شود. در بخش دوم الگوی رفتاری خودرو بررسی می‌شود. و مقادیر فاکتورهای انتشار معیار، گازهای سمی و گازهای مربوط به گرمایش جهانی بدست می‌آید. سپس مقادیر بدست آمده برای هر فاکتور انتشار با پکن، پونه و مکزیک مقایسه می‌شود.

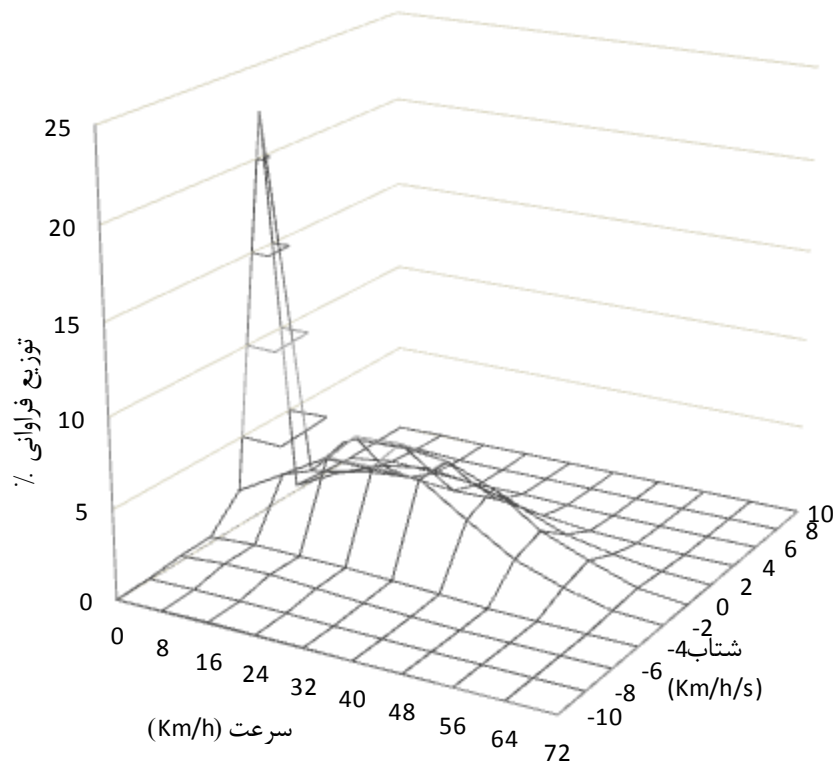
۵-۲- نتایج ایجاد چرخه رانندگی

در مجموع در هر دو مسیر حدود ۲۵۵۰۰ داده‌ی سرعت-زمان بدست آمد. پس از تجزیه و تحلیل داده‌ها توزیع نرمال سرعت و شتاب داده‌ها به صورت جدول (۵-۱) بدست می‌آید. همچنین درصد توزیع فراوانی سرعت-شتاب خودرو مطابق شکل (۵-۱) است. همان طور که ملاحظه می‌شود فراوانی داده‌ها در پیرامون سرعت و شتاب صفر بالاست که دلیل آن حرکت خودرو در راه‌های شریانی با سرعت و شتاب پایین است.

در مجموع از کل داده‌های سرعت-زمان ۲۷۳ ریزسفر بدست آمد، که هر کدام از ریز سفرها دارای طول زمانی و سرعت متفاوتی هستند. به منظور تسریع در ایجاد چرخه رانندگی برنامه شیفت حداقل خطا در محیط متلب جهت ایجاد چرخه رانندگی با کم‌ترین خطا نوشته شده است. برنامه به صورتی نوشته شده که در ابتدا میزان خطا برای پارامترهای V_e ، a_p ، a_n ، RMS و PKE حداقل گردد، این ۵ پارامتر از این جهت استفاده می‌شوند که با طول چرخه رانندگی ارتباط ندارند.

جدول ۵-۱ توزیع نرمال داده‌ها

سرعت (Km/h)	شتاب (کیلومتر بر ساعت بر ثانیه)										کل	
	-۱۰	-۸	-۶	-۴	-۲	۰	۲	۴	۶	۸		۱۰
۰-۴	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۲۹	۰/۳۴	۲/۰۲	۲۲/۵۲	۰/۳۲	۰/۱۵	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۲۵/۷۴
۴-۱۲	۰/۰۴	۰/۱۱	۰/۴۸	۰/۴۹	۳/۵۲	۲/۷۶	۱/۶۵	۰/۷۳	۰/۳۶	۰/۱۵	۰/۰۶	۱۰/۳۶
۱۲-۲۰	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۵۱	۰/۴۶	۵/۰۶	۵/۲۹	۲/۶۴	۰/۹۶	۰/۲۳	۰/۰۳	۰/۰۰	۱۵/۳۹
۲۰-۲۸	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۳۶	۰/۴۴	۵/۱۱	۵/۴۵	۳/۰۷	۰/۷۴	۰/۱۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۱۵/۴۴
۲۸-۳۶	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۲۰	۰/۳۴	۵/۰۲	۵/۰۴	۲/۷۴	۰/۸۰	۰/۱۱	۰/۰۲	۰/۰۰	۱۴/۳۷
۳۶-۴۴	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۱۰	۰/۲۳	۳/۳۱	۴/۰۳	۲/۰۲	۰/۴۴	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۰	۱۰/۲۳
۴۴-۵۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۸	۱/۷۱	۲/۲۶	۱/۰۰	۰/۱۶	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۵/۲۷
۵۲-۶۰	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۷۸	۱/۳۱	۰/۴۹	۰/۰۶	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۲/۵۹
۶۰-۶۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۱۵	۰/۲۹	۰/۱۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۵۹
۶۸-۷۶	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۲
کل	۰/۲۵	۰/۵۳	۱/۹۹	۲/۴۲	۲۶/۶۷	۴۸/۸۵	۱۴/۰۷	۴/۰۴	۰/۸۶	۰/۲۴	۰/۰۸	۱۰۰/۰۰



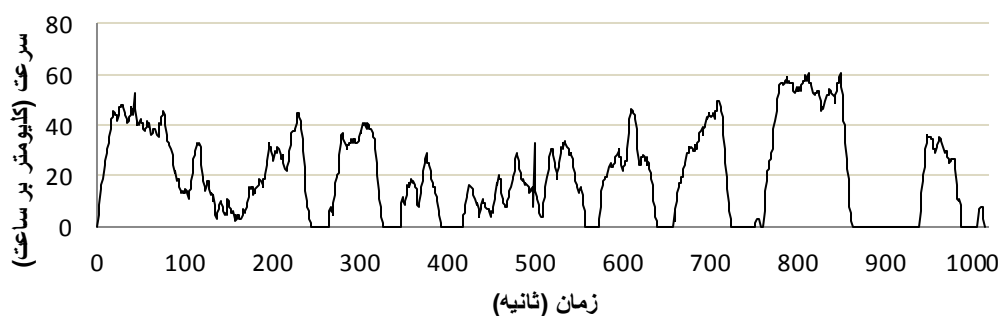
شکل ۵-۱ توزیع فراوانی سرعت-شتاب داده‌ها

برای این منظور ابتدا مقدار اولیه ۰/۲ درصد را برای میزان خطای این ۵ پارامتر در نظر گرفته می‌شود، سپس تا زمانی که میزان خطا در هر ۵ پارامتر صدق کند، مقدار ۰/۰۵ به مقدار اولیه اضافه می‌شود. پس از ایجاد چرخه رانندگی میزان خطا برای پارامترهای V_m ، P_a ، P_c ، P_i و P_d بدست می‌آید. این روش از آن جهت دارای اهمیت است که با تکرار کم‌تر چرخه رانندگی ایده آل بدست می‌آید. در صورتی که مقدار خطا کم‌تر از ۵ درصد نشود، باید داده‌های بیشتری جمع‌آوری شود تا ریزسفرهای بیشتری برای ایجاد چرخه رانندگی بدست آید. نتایج حاصل از درصد خطا در جدول (۲-۵) نشان داده شده است.

جدول ۲-۵ مقدار درصد خطا برای هر پارامتر

	V_m (Km/h)	V_e (Km/h)	a_p (m/s ²)	a_n (m/s ²)	p_a (%)	p_d (%)	p_i (%)	p_c (%)	RMS(m/s ²)	PKE(m/s ²)
کل داده ها	۲۰/۴۱	۲۶/۴۵	-۰/۵۴	-۰/۵۳	۳۷/۳۴	۳۷/۶۹	۲۱/۷۵	۳/۲۲	-۰/۶۳	۶/۶۶
چرخه رانندگی	۲۰/۲۷	۲۶/۲۵	-۰/۵۳	-۰/۵۴	۳۷/۶۷	۳۷/۴۸	۲۱/۷۰	۳/۱۶	-۰/۶۴	۶/۶۲
درصد خطا	۰/۶۶	۰/۷۵	۰/۵۸	-۰/۸۹	-۰/۸۹	۰/۵۸	۰/۲۳	۲/۰۷	-۰/۷۴	۰/۵۲

همان طور که ملاحظه می‌شود چرخه ایجاد شده با درصد اطمینان زیادی پذیرفته می‌شود. که نشان می‌دهد تعداد و کیفیت داده‌های برداشت شده مطلوب است و با اطمینان می‌توان این چرخه رانندگی را به عنوان چرخه رانندگی خودروهای شخصی شهر مشهد تعریف کرد. و نمودار سرعت-زمان چرخه رانندگی مشهد به صورت شکل (۲-۵) ترسیم می‌گردد.



شکل ۲-۵ چرخه رانندگی خودروهای سواری شهر مشهد

همان طور که ملاحظه می‌شود چرخه رانندگی ایجاد شده دارای نوسانات زیاد سرعت است که

باعث تغییرات زیاد شتاب خودرو شده است که می‌تواند به دلیل مانور حرکتی بالا در حرکت خودروها در شهر مشهد باشد. وجود توقف‌های زیاد در نمودار بدلیل وجود تقاطع‌های چراغ دار در راه‌های شریانی شهر مشهد است. همان‌طور که در نمودار مشاهده می‌شود خودروها با شتاب منفی بالا در پشت چراغ‌ها متوقف می‌شوند، و با شتاب مثبت بالا از حالت توقف به حرکت در می‌آیند، که نشان دهنده آن است که در پشت چراغ‌های راهنمایی بالاترین شتاب خودرو رخ می‌دهد که این شتاب‌های بالا باعث افزایش ناگهانی نرخ انتشار آلاینده‌ها در این مناطق می‌گردد. بر اساس پارامترهای بدست آمده از جدول (۲-۵) مشخص می‌شود که خودروها حدود ۲۱/۷ درصد رانندگی در حال توقف هستند که به همین دلیل سرعت متوسط خودروها نسبت به حالت بدون توقف حدود ۲۳ درصد کاهش می‌یابد.

در جدول (۳-۵) پارامترهای بدست آمده برای چرخه رانندگی مشهد^۱، با چرخه‌های رانندگی NEDC^۲، ARTEMIS، FTP72^۳، که چرخه‌های رانندگی رایج مورد استفاده در اروپا و آمریکا هستند، مقایسه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، متوسط سرعت در شهر مشهد به طور قابل توجهی با چرخه‌های رانندگی اروپا و آمریکا متفاوت است. درصد زمان توقف خودروها در شهر مشهد با چرخه‌های NEDC و ARTEMIS مشابه است و با چرخه FTP72 تفاوت قابل توجهی دارد. متوسط شتاب مثبت در چرخه رانندگی شهر مشهد تقریباً با چرخه‌های NEDC و ARTEMIS برابر است. با توجه به تفاوت اکثر پارامترهای چرخه رانندگی شهر مشهد با اروپا و آمریکا ایجاد یک چرخه منحصر به فرد برای شهر مشهد می‌تواند یک ارزیابی دقیق‌تر در مورد نشر آلاینده‌های خودرو در اختیار ما قرار دهد.

¹ MDC

² New European Driving Cycle

³ Federal Test Procedure

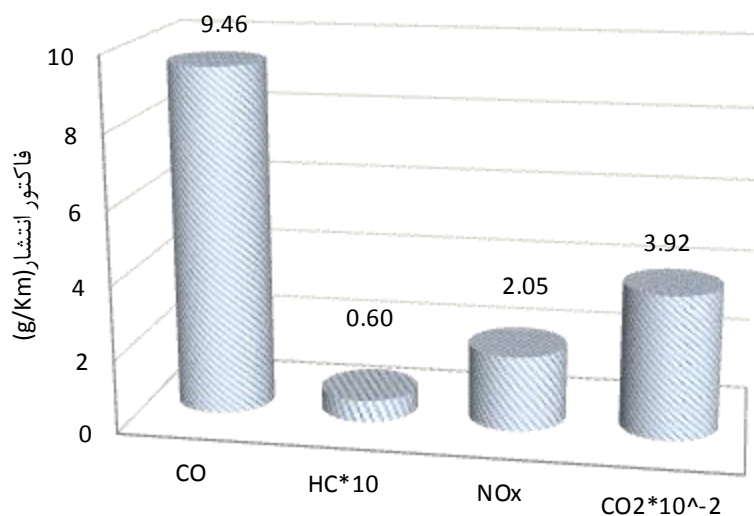
جدول ۵-۳ مقایسه چرخه رانندگی مشهد با دیگر چرخه‌های رانندگی استاندارد

	$V_m(Km/h)$	$V_e(Km/h)$	$a_p(m/s^2)$	$a_n(m/s^2)$	$p_a(\%)$	$p_d(\%)$	$p_l(\%)$	$p_c(\%)$	$RMS(m/s^2)$	$PKE(m/s^2)$
MDC	۲۰/۴۱	۲۶/۴۵	-۰/۵۴	-۰/۵۳	۳۷/۳۴	۳۷/۶۹	۲۱/۷۵	۳/۲۲	۰/۶۳	۶/۶۶
NEDC	۳۳/۶۰	۴۲/۲۴	-۰/۵۳	-۰/۷۲	۲۳/۵۶	۱۷/۲۹	۲۰/۴۲	۳۸/۸۱	۰/۱۴	۰/۲۲
FTP72	۳۱/۶۰	۳۶/۶۰	-۰/۴۳	-۰/۴۶	۳۶/۹۶	۳۱/۱۹	۱۳/۸۱	۱۸/۰۴	۰/۲۰	۴/۳۱
ARTEMIS	۱۷/۷۰	۲۲/۲۹	-۰/۵۳	-۰/۵۷	۲۰/۷۵	۳۳/۷۴	۲۰/۷۵	۹/۵۷	۰/۲۹	۷/۸۰

۵-۳- نتایج حاصل از فاکتورهای انتشار

۵-۳-۱- فاکتورهای انتشار میدانی

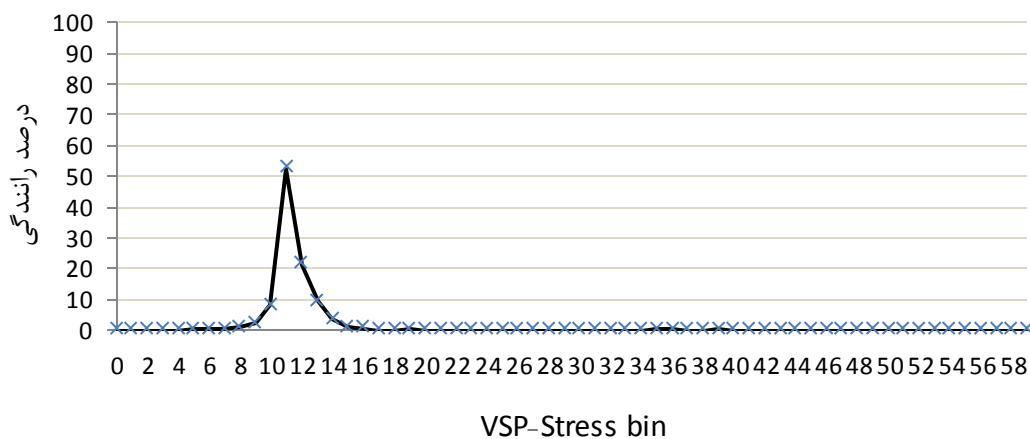
داده‌های سرعت-زمان و آلاینده‌ها توسط GPS و AVL در مسیرهای معین به طول ۹/۶ کیلومتر برداشت شد. انتشارات منوکسید کربن، نیتروژن اکسید و هیدروکربن‌ها بر حسب ppm و درصد حجمی ثبت گردید. سپس دبی خروجی از خودرو در دور موتورهای مختلف خودرو با استفاده از مدل رگرسیون بدست آمد. و مقدار آلاینده‌ها بر حسب گرم بر ثانیه برای هر گاز بدست آمد. و همچنین براساس سرعت‌های بدست آمده میزان فاکتورهای انتشار بر حسب گرم بر کیلومتر برای هر سه گاز مطابق شکل (۵-۳) بدست آمد. همان طور که مشاهده می‌شود انتشار CO، HC، NO_x و CO₂ بترتیب ۹/۴۵، ۰/۰۶، ۲/۰۵ و ۳۹۲ گرم بر کیلومتر بدست آمد. و بیشترین سهم را در میان آلاینده‌های خروجی معیار گاز مونوکسید کربن دارد. و بیشترین سهم را در میان گازهای مربوط به گرمایش جهانی گاز دی اکسید کربن دارد.



شکل ۳-۵ انتشارات میدانی

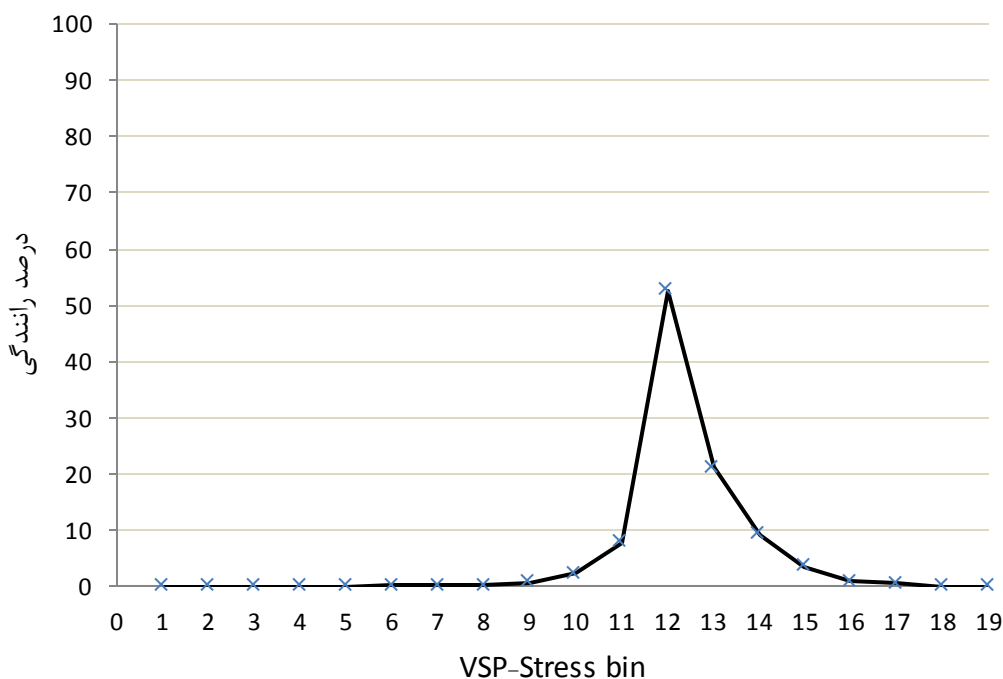
۵-۳-۲- فاکتورهای انتشار بدست آمده از مدل IVE

چرخه رانندگی شهر مشهد (MDC) در ۶۰ دسته براساس توان خودرو و تنش موتور تقسیم شد. همان طور که در شکل (۴-۵) مشاهده می شود بیشتر پراکندگی داده ها در دسته ۸ تا ۱۶ قرار دارد. که همان طور که در جدول (۲-۴) مشاهده شد در این محدوده VSP بین ۱۵/۲- تا ۲۱/۸ و همچنین تنش موتور بین ۱/۶- تا ۳/۱ قرار گرفته است. براساس نتایج خودرو در چرخه MDC در حالت تنش موتور پایین و توان موثر متوسط قرار می گیرد.



شکل ۴-۵ درصد رانندگی در دسته های مختلف

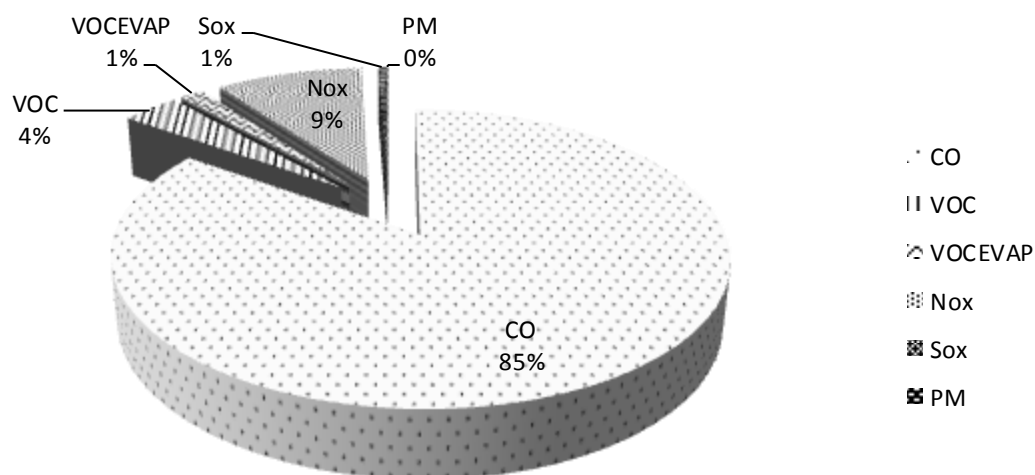
به دلیل قرار گرفتن حرکت خودرو در محدوده تنش پایین، نتایج در این محدوده مطابق شکل (۵)-۵ بررسی می‌شود. در این شکل دسته ۱-۱۱ مربوط به شرایط رانندگی شتاب منفی یا کاهش شیب است. دسته ۱۲ مربوط به حالت توقف است، در حالی که دسته ۱۳ و بالاتر مربوط به رانندگی تحت سرعت ثابت، شتاب مثبت یا افزایش شیب است.



شکل ۵-۵ درصد رانندگی در دسته‌های با تنش پایین

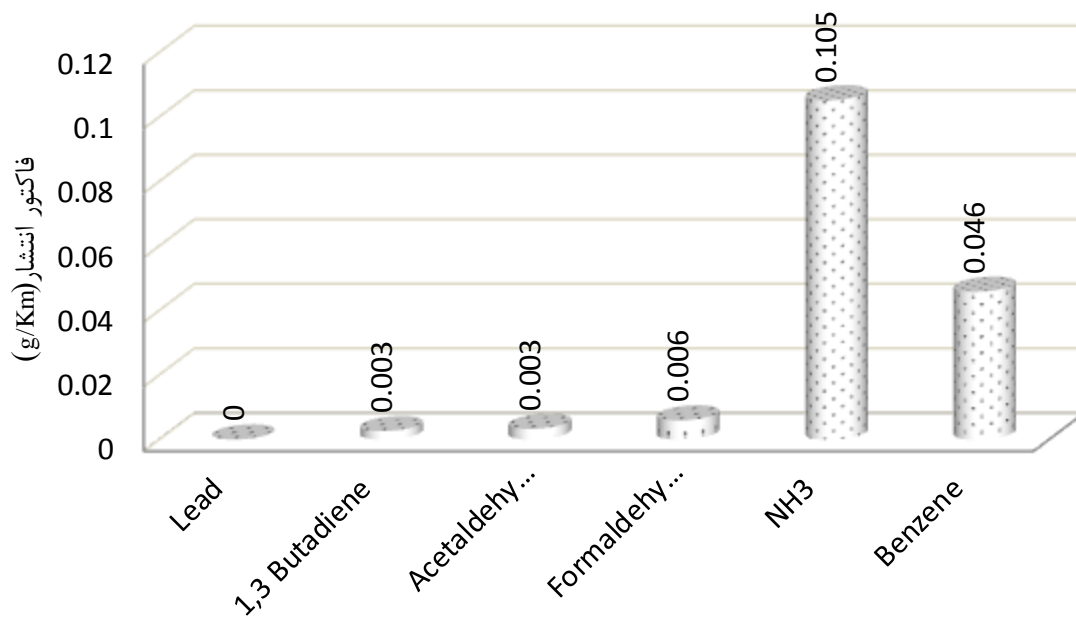
چرخه رانندگی شهر مشهد در ۶۰ دسته به نرم افزار IVE وارد شد. همچنین اطلاعات ورودی دما و رطوبت نسبی براساس متوسط وضعیت هوای ۶ ماهه دوم شهر مشهد وارد شد. سپس نوع سوخت بنزین و میزان سولفور و بنزن در محدوده بالا و میزان سرب صفر در گرفته شد. بدلیل بررسی در ۶ ماهه دوم سال از سیستم تهویه خودرو صرف نظر شد. و همچنین مقدار شیب به صورت متوسط برای شهر مشهد ۰/۶ در نظر گرفته شد. با توجه به استفاده از خودروی سواری در این پژوهش در قسمت تعریف ناوگان، مشخصات جدول (۳-۴) را در آن وارد شد. سپس با مقایسه داده‌های میدانی و داده‌های

بدست آمده از مدل IVE ضرایب تعدیل برای CO, VOC, NO_x و CO₂ به ترتیب ۱/۹، ۰/۲، ۵ و ۱/۷ بدست آمد. به منظور تحلیل آلاینده‌ها با صرف نظر از استارت سرد خودرو میزان آلاینده‌ها مطابق شکل (۶-۵)، شکل (۷-۵) و شکل (۸-۵) بدست آمد. در شکل (۶-۵) مقادیر آلاینده‌های معیار برای شهر مشهد با یکدیگر مقایسه شده‌اند و شکل (۷-۵) آلاینده‌های سمی را نشان می‌دهد. در شکل (۶-۵) کربن مونوکسید با ۸۵ درصد بیشتر سهم آلاینده‌ها را به خود اختصاص داده است در حالی که نیتروژن اکسید و مواد آلی فرار به ترتیب با ۹ و ۴ درصد میزان آلاینده‌ها تشکیل دادند. در شکل (۷-۵) آمونیاک و بنزن به ترتیب با ۰/۱۱ و ۰/۰۵ گرم بر کیلومتر بیشترین سهم را در میان آلاینده‌های سمی در اختیار دارند. همچنین گازهایی که در گرمایش جهانی^۱ سهم اصلی دارند توسط مدل IVE مطابق شکل (۵-۸) محاسبه شد. همان طور که مشاهده می‌شود قسمت عمده این گازها را کربن دی اکسید ۳۳۵ گرم بر کیلومتر تشکیل می‌دهد و گازهای متان و مونوکسید نیتروژن سهم ناچیزی از گازهای خروجی از اگزوز خودرو را تشکیل می‌دهند.

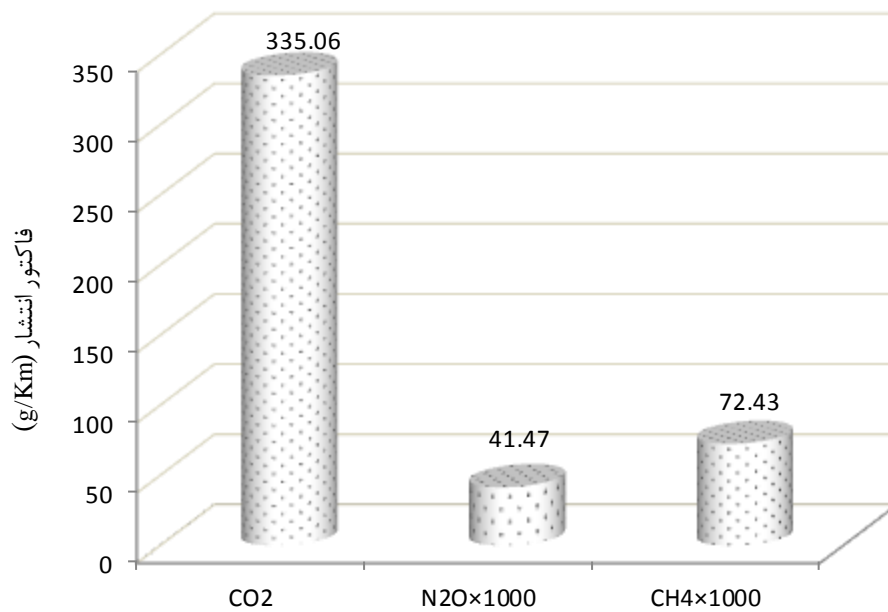


شکل ۶-۵ درصد آلاینده‌های معیار شهر مشهد

¹ Global warming

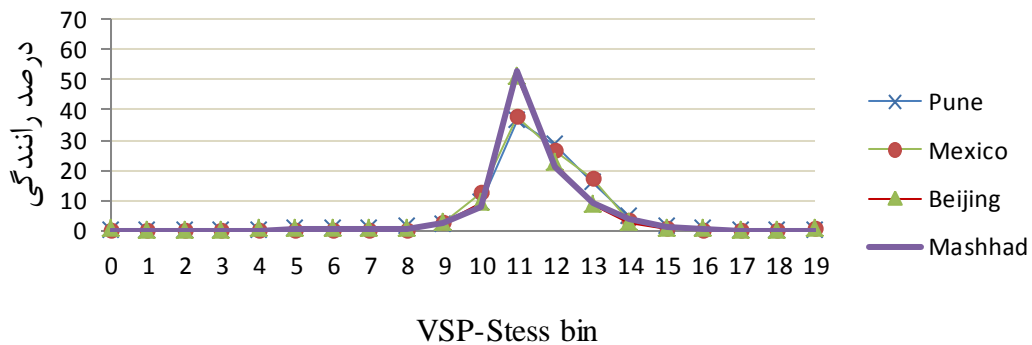


شکل ۷-۵ انتشارات گازهای سمی آگروز خودرو



شکل ۸-۵ انتشارات مربوط به گرمایش جهانی

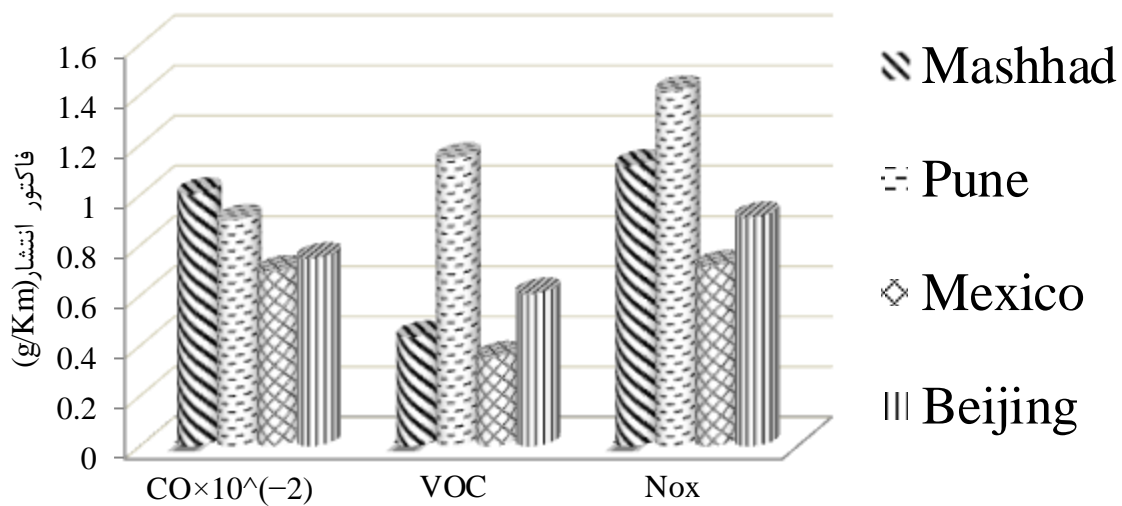
در شکل (۵-۹) مقادیر دسته تنش موتور و توان خاص خودرو در مقابل درصد رانندگی در پونه، مکزیک و پکن با چرخه رانندگی مشهد مقایسه شد. همان طور که ملاحظه می‌شود چرخه رانندگی مشهد به مکزیک نزدیک است ولی با نمودارهای پونه و پکن اختلاف قابل توجهی دارد. همچنین با توجه به این که داده‌ها در مناطق شهری و راه‌های شریانی در هر ۴ نقطه جمع آوری شده تجمع داده‌ها بین دسته بندی ۸ تا ۱۶ قرار گرفته‌است.



شکل ۵-۹ مقایسه درصد رانندگی در دسته‌های مختلف

در شکل (۵-۱۰) مقادیر فاکتور انتشار معیار در هر ۴ منطقه با یکدیگر مقایسه شده است. همان طور که ملاحظه می‌شود تفاوت قابل توجهی در فاکتورهای انتشار در هر ۴ منطقه مشاهده می‌شود. به طور کلی با وجود این که توزیع تنش موتور و VSP در شهر مشهد و مکزیک با یکدیگر شباهت دارد ولی میزان فاکتورهای انتشار برای هر سه آلاینده CO، VOC و NO_x در شهر مشهد بیشتر از مکزیک است. این موضوع می‌تواند به دلیل تفاوت شرایط جوی و نوع خودرو مورد استفاده در دو منطقه باشد. مونوکسید کربن در شهر مشهد نسبت به دیگر شهرها بیشتر تولید شده است. در حالی که مواد آلی فرار در شهر مشهد از پونه و پکن کم‌تر تولید شده و از مکزیک بیشتر تولید شده است. همچنین اکسید نیتروژن در شهر مشهد از پونه کم‌تر ولی نسبت به مکزیک و پکن بیشتر است. در مجموع می‌توان گفت تولید بیشتر مونوکسید کربن بیشتر در مشهد که به دلیل احتراق ناقص سوخت به وجود

می آید، یکی از معضلات شهر مشهد است. و تولید بیش از حد مونوکسید کربن می تواند مشکلات قلبی و عصبی برای افراد ایجاد کند.



شکل ۵-۱۰ مقایسه میزان انتشارات آلاینده‌های معیار

فصل ششم

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

مقدمه

در این مقاله هدف ایجاد یک الگوی حرکت خودروهای شخصی در راه‌های شریانی براساس نمودار سرعت زمان بود، به همین منظور چرخه رانندگی خودروهای شهر مشهد با استفاده از روش ترکیب تصادفی ریزسفرها و به طول حدود ۱۷ دقیقه ایجاد شد. پس از ایجاد چرخه رانندگی، مقادیر VSP و تنش موتور برای چرخه ایجاد شده بدست آمد. سپس فاکتورهای آب و هوایی، مشخصات خودرو، نوع سوخت و الگوی حرکت خودرو به مدل IVE اعمال گشت. و فاکتورهای انتشار توسط مدل IVE بدست آمد. سپس فاکتورهای انتشار میدانی در مسیرهای مشخص بررسی شد، و با مقادیر بدست آمده از مدل IVE مقایسه شد. و میزان ضرایب تعدیل بدست آمده برای هر فاکتور انتشار در مدل IVE اعمال شد. پس از تخمین فاکتورهای انتشار خروجی از آگزوز خودرو برای شهر مشهد با انتشارات پکن، پونه و مکزیك مقایسه شد.

۶-۱- نتیجه‌گیری

- میزان بیشترین خطای محاسبه شده برای ارزیابی پارامترها حدود ۲ درصد بدست آمده است.
- پس از بررسی چرخه رانندگی ایجاد شده مشخص می‌شود بدلیل وجود چراغ‌های راهنمایی در راه‌های شریانی مشهد میزان سرعت متوسط خودروها کاهش یافته است.
- درصد توقف خودروها در شهر مشهد حدود ۲۱/۷۵ بدست آمد، که نشان دهنده زمان تاخیر بالا در شهر مشهد در مقایسه با چرخه‌های آمریکا و اروپا است.
- با مقایسه چرخه رانندگی مشهد با چرخه‌های رانندگی اروپا و آمریکا، تفاوت قابل توجهی بین چرخه رانندگی شهر مشهد و چرخه‌های NEDC، ARTEMIS، FTP72 ملاحظه می‌گردد.

- نتایج حاصل از مدل سازی نشان داد که تنش موتور خودرو شهر مشهد پایین و توان موثر خودرو در حد متوسط است.
- با توجه به ضرایب تعدیل بدست آمده از مقایسه فاکتورهای انتشار میدانی و مدل IVE مشخص شد، مقادیر فاکتورهای انتشار در سه گاز CO، NO_x و CO₂ در برداشت میدانی بیشتر از مدل IVE بدست آمد، ولی VOC در مدل IVE نسبت به برداشت میدانی بدست آمد.
- مونوکسید کربن خروجی از خودرو بیشترین سهم را در میان انتشارات معیار دارا می باشد.
- آمونیاک و بنزن بیشترین سهم در میان گازهای سمی خروجی از آگزوز خودرو را دارا می باشند.
- گاز دی اکسید کربن بیشترین مقدار را در میان گازهای مورد ارزیابی در گرمایش جهانی دارا می باشد.
- با مقایسه فاکتورهای انتشار خروجی از آگزوز خودرو در شهر مشهد با پکن، پونه و مکزیك مشخص شد که در چرخه رانندگی مشهد منوکسید کربن بیشترین سهم آلاینده معیار خروجی از میان سه منطقه دیگر دارا می باشد.

۶-۲- پیشنهادات

- ۱- ایجاد چرخه رانندگی برای بزرگراه های شهر مشهد
- ۲- بررسی چرخه رانندگی برای دیگر وسایل نقلیه نظیر اتوبوس، موتورسیکلت و ون
- ۳- بررسی فاکتورهای انتشار با دیگر مدل های انتشار نظیر COPERT و MOVES
- ۴- بررسی فاکتورهای انتشار توسط داینامومتر شاسی

منابع

منابع لاتین

- Amirjamshidi G., Roord M. J., 2015, Development of simulated driving cycles for light, medium, and heavy duty trucks: Case of the Toronto Waterfront Area, Transportation Research Part D, vol. 34, pp. 255-266.
- Andre, M., Joumard, R., Vidon, R., Tassel, P., Perret, P., 2006, Real-world European driving cycles, for measuring pollutant emissions from high- and low-powered cars, Atmospheric Environment, vol. 40, no. 31, pp. 5944-5953.
- Barlow, T. J., Latham, S., McCrae I.S. and Boulter, P.G., A reference book of driving cycles for use in the measurement of road vehicle emissions, Transport Research Laboratory, Published project report PPR354.
- Bishop, J. D.K., Axon, C. J., McCulloch, M. D., 2012, A robust data-driven methodology for real-world driving cycle development, Transportation Research Part D, vol. 17, no. 5, pp. 389-397.
- Chi, J., Huang, J., Du, B. and Mao, Z., 2013, Division of Beijing Road Based on the Driving Pattern, pp. 159-167, Proceedings of the 2012 International Conference on Information Technology and Software Engineering, Lu, W., Cai, G., Liu, W., Xing, W., Information Technology & Computing Intelligence, Springer Heidelberg New York Dordrecht London.
- Chen, K. S., Wang, W. C., Chen, H. M., Lin, C. F., Hsu, H. C., Kao, J. H., Hu, M. T., 2003, Motorcycle emissions and fuel consumption in urban and rural driving conditions, The Science of the Total Environment, vol. 312, issue 1-3, pp. 113-122.
- Crawford J. A., Jordan C., and Dresser G. B., Ph.D., 1999, Modal emissions modeling with real traffic data, Research Report 1358-3F, Texas Department of Transportation Office of Research and Technology Transfer.
- DE-Vlieger, I., 1997, On-board emission and fuel consumption measurement campaign on petrol-driven passenger cars, Atmospheric Environment, vol. 31, no. 22, pp. 3753-

3761.

Duran, A. and Earleywine, M., 2012, GPS Data Filtration Method for Drive Cycle Analysis Applications, SAE International, SAE 2012 World Congress, 2012-01-0743.

Han, D. S., Choi, N. W., Cho, S. L., Yang, J. S., Kim, K. S., Yoo, W. S., Jeon, C. H., 2012, Characterization of driving patterns and development of a driving cycle in a military area, *Transportation Research Part D*, vol. 17, no. 7, pp. 519–524.

Ho, S. H., Wong, Y. D., Chang, V. W. C., 2014, Developing Singapore Driving Cycle for passenger cars to estimate fuel consumption and vehicular emissions, *Atmospheric Environment*, vol. 97, pp. 353-362.

Hung, W. T., Tam, K. M., Lee C. P., Chan, L. Y., Cheung C. S., 2005, Comparison of driving characteristics in cities of Pearl River Delta, China, *Atmospheric Environment*, vol. 39, no. 4, pp. 615-625.

Hung, W. T., Tong, H. Y., Lee, C. P., Ha, K., Pao, L. Y., 2007, Development of a practical driving cycle construction methodology: A case study in Hong Kong, *Transportation Research Part D*, vol. 12, no. 2, pp. 115–128.

ISSRC, IVE model users manual version 2, 2008, Document available online at <http://www.gssr.net/ive/>

Jeong, N. T., Yang, S. M., Kim, K. S., Wang, M. S., Kim, H. S. and Suh, M. W., 2016, Urban driving cycle for performance evaluation of electric vehicles, *International Journal of Automotive Technology*, vol. 17, no. 1, pp. 145-151.

Jiménez-Palacios, J. L., 1999, PhD. thesis, "Understanding and quantifying motor vehicle emissions with vehicle specific power and tildas remote sensing", Department of Mechanical Engineering, Massachusetts Institute of Technology.

Kamble, S. H., Mathew, T. V., Sharma, G. K., 2009, Development of real-world driving cycle: Case study of Pune, India, *Transportation Research Part D*, vol. 14, no. 2, pp. 132-140.

- Kent, J. H., Allen, G. H. and Rule, G., 1978, A Driving cycle for Sydney, *Transportation Research Part D*, vol. 12, n. 3, pp. 147-152.
- Kumar, R., 2009, PhD. thesis, "Modelling motorcycle emissions and driving cycle in Edinburgh", School of Engineering and the Built Environment, Edinburgh Napier University.
- Kumar, R., Durai, B. K., Saleh, W. and Boswell, C., 2011, Comparison and evaluation of emissions for different driving cycles of motorcycles: a note. *Transportation Research Part D*, vol. 16, no. 1, pp. 61-64.
- Lin, J., Niemeier, D. A., 2003, Regional driving characteristics, regional driving cycles, *Transportation Research Part D*, vol. 8, no. 5, pp. 361-381.
- Liu, Y., Li, J. and Shen, B., 2014, Research on Driving Cycle of Long-distance Passenger Vehicles Based on Principal Component Analysis and Cluster Algorithm, *International Journal of Control and Automation*, vol. 7, No. 3, pp. 125-136.
- Montazeri, M. and Naghizadeh, M., 2007, Development of the tehran car driving cycle, *international journal of environment and pollution*, vol. 30, Issue 1, pp. 106-112.
- Nutramon T., Supachart C., *Journal of Environmental Sciences*, 2009, Influence of driving cycles on exhaust emissions and fuel consumption of gasoline passenger car in Bangkok, vol. 21, no. 5, pp. 604-611.
- Saleh, W., Kumar, R. Kirby, H., Kumar, P., 2009, *Transportation Research Part D*, Real world driving cycle for motorcycles in Edinburgh, vol. 14, n. 5, pp. 326-333.
- Seedam, A., Satiennam, T., Radpukdee, T., Satiennam, W., 2015, *IATSS Research*, Development of an onboard system to measure the on-road driving pattern for developing motorcycle driving cycle in Khon Kaen city, Thailand, vol. 39, no. 1, pp. 79-85.
- Syafrizal, M., Bretagne, E., Hamani, N., Sugiarto, B., Setyo, S., Setyo M., 2014, Jakarta driving cycle and emission factors: analysis in the case of Semanggi intersection, *Transport Research Arena*, France, Paris.
- Tamsanya, S., Chungpaibulpatana, S. and Limmeechokchai, B., 2009, Development of

- driving cycle for the measurement of fuel consumption and exhaust emissions of automobiles in Bangkok during peak periods, *International Journal of Automotive Technology*, vol. 10, no. 2, pp. 251–264.
- Tong, H. Y., Hung, W. T., Cheung, C. S., 1999, Development of a driving cycle for Hong Kong, *Atmospheric Environment*, vol. 33, no. 14, pp. 2323-2335.
- Tong, H. Y., Hung, W. T. and Cheung C. S., 2000, On-Road Motor Vehicle Emissions and Fuel Consumption in Urban Driving Conditions, *Journal of the Air & Waste Management Association*, vol. 50, no. 4, pp. 543-554.
- Wang, H., Chen, C., Huang, C., Fu, L., 2008, On-road vehicle emission inventory and its uncertainty analysis for Shanghai, China, *SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT*, vol. 398, issue 1-3, pp. 60– 67.
- Wang, Q., Huo, H., He, K., Yao, Z., Zhang, Q., 2008, Transportation Research Part D, Characterization of vehicle driving patterns and development of driving cycles in Chinese cities, vol. 13, no. 5, pp. 297-289.
- World Health Organization, 2005. Health Effects of Transport-related Air Pollution. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen. 125-165.
- Yao, Z., Wei, H., Liu, H., Li, Z., 2013, Statistical Vehicle Specific Power Profiling for Urban Freeways, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 96, no. 6, pp. 2927-2938.
- Zhang, K., Batterman, S., Dion, F., 2011, Vehicle emissions in congestion: Comparison of work zone, rush hour and free-flow conditions, *Atmospheric Environment*, vol. 45, no. 11, pp. 1929-1939.

منابع فارسی

- رضوی، حمیده، تعیین سیکل رانندگی خودرو به روش مونت کارلو به منظور بررسی تناسب خودرو با کاربری آن، ۱۳۹۰، مهندسی حمل و نقل، ۲۳۹-۲۴۸
- سازمان پایش آلاینده‌های زیست محیطی مشهد، ۱۳۹۴، گزارش کیفیت هوا، مشهد

سازمان حمل و نقل و ترافیک مشهد، ۱۳۹۴، آمارنامه سازمان حمل و نقل و ترافیک، مشهد

پیوست الف

داده‌های سرعت و انتشار

جدول الف - داده‌های سرعت انتشار برداشت شده

t	V(Kmph)	CO(%)	HC(ppm)	CO2(%)	NOx(ppm)	O2(%)	t	V(Kmph)	CO(%)	HC(ppm)	CO2(%)	NOx(ppm)	O2(%)
0	0	0.28	85	13.68	71	1.12	61	39.2	0.3	47	14.31	831	0.43
1	3.9	0.28	85	13.68	71	1.12	62	39.9	0.3	46	14.29	694	0.4
2	5.1	0.28	85	13.68	71	1.12	63	39.3	0.31	47	14.11	591	0.91
3	6.3	0.3	94	13.72	72	0.97	64	40.2	0.31	47	14.11	575	0.82
4	8.7	0.55	142	13.72	75	0.75	65	40.6	0.32	47	14.09	584	0.62
5	9.8	0.55	144	13.78	105	0.71	66	39.6	0.32	47	14.03	598	0.67
6	11.4	0.55	142	13.8	138	0.71	67	41.1	0.35	49	13.61	619	0.92
7	13.7	0.55	133	13.81	245	0.73	68	39.3	0.47	57	13.06	650	1.68
8	17.4	0.52	121	13.83	386	0.72	69	39.7	0.47	58	13.33	652	1.73
9	19.4	0.58	118	13.96	589	0.66	70	39.3	0.45	58	13.54	625	1.34
10	21.1	0.62	116	13.95	688	0.65	71	38.4	0.44	58	13.87	595	1.05
11	23.6	0.63	113	13.95	758	0.7	72	38.2	0.43	58	13.88	601	0.9
12	19.9	0.63	111	13.94	794	0.74	73	37.2	0.42	58	13.88	629	0.81
13	21.1	0.63	108	13.9	803	0.77	74	36	0.38	59	13.97	650	0.73
14	22.9	0.63	105	13.87	810	0.82	75	36.7	0.36	58	14.2	642	0.65
15	21.1	0.67	99	13.64	828	0.83	76	37.2	0.31	58	14.19	610	0.61
16	22.3	0.7	96	13.64	844	0.83	77	36.1	0.31	58	14.19	570	0.61
17	24.1	0.74	95	13.61	842	0.85	78	36	0.3	58	14.19	520	0.61
18	23.8	0.82	94	13.5	828	0.88	79	35.4	0.29	58	14.2	482	0.6
19	26.5	0.89	92	13.27	810	0.95	80	34.3	0.27	56	14.2	437	0.6
20	27.9	1.04	186	12.96	788	1.02	81	33.6	0.27	53	14.2	372	0.55
21	29.2	1.04	166	13.26	728	1.59	82	34.6	0.27	51	14.2	316	0.51
22	30.1	0.79	128	13.57	688	1.18	83	33	0.26	50	14.19	296	0.53
23	31.5	0.51	113	13.75	750	0.77	84	32.5	0.26	49	14.19	262	0.6
24	33.1	0.46	102	13.8	863	0.71	85	32.2	0.26	49	14.19	249	0.61
25	32.9	0.45	96	13.89	978	0.68	86	33	0.26	49	14.18	228	0.62
26	33	0.45	89	13.99	1079	0.67	87	32.9	0.26	49	14.18	209	0.61
27	33.8	0.45	85	13.99	1164	0.6	88	31.8	0.26	48	14.15	192	0.6
28	34.2	0.45	82	13.91	1192	0.71	89	32.5	0.27	48	14.11	180	0.63
29	35.5	0.74	81	13.89	1228	0.72	90	32.2	0.27	47	14.1	168	0.71
30	35.4	0.89	81	13.69	1240	0.82	91	32.4	0.27	46	14.08	156	0.78
31	35.5	0.89	82	13.69	1230	0.96	92	33.4	0.28	45	14.08	140	0.61
32	34.5	0.79	82	13.69	1204	0.91	93	34.2	0.28	45	14.08	136	0.58
33	35	0.66	82	13.86	1159	0.77	94	36.1	0.28	45	14.08	132	0.55
34	35.5	0.64	82	13.96	1148	0.72	95	35.4	0.28	45	14.07	127	0.51
35	36	0.49	81	14.07	1153	0.65	96	35.5	0.32	47	14.08	139	0.49
36	36.9	0.42	72	14.08	1172	0.57	97	34.2	0.48	54	14.08	187	0.48
37	38.5	0.4	69	14.45	1171	0.52	98	34.3	0.53	59	14.07	291	0.47
38	36.6	0.4	69	14.45	1144	0.47	99	34.5	0.53	59	13.62	44	0.72
39	38.4	0.4	68	14.38	1116	0.45	100	34.3	0.52	84	13.65	682	1
40	38.2	0.4	68	14.28	1089	0.42	101	33	0.58	119	13.22	815	1.18
41	39.6	0.4	68	14.28	1059	0.45	102	32.6	0.72	146	13.14	896	1.39
42	39.3	0.41	68	14.29	1080	0.46	103	33.3	0.71	150	12.05	907	1.62
43	38.9	0.4	68	14.26	1135	0.47	104	33.1	0.71	152	11.3	887	2.28
44	39.6	0.39	68	14.27	1197	0.48	105	33.3	0.71	139	11.38	761	4.01
45	39.4	0.39	68	14.26	1201	0.48	106	32.6	0.67	127	11.81	709	3.89
46	39.6	0.38	67	14.26	1304	0.49	107	34.3	0.6	109	12.36	608	3.15
47	39.3	0.37	65	14.25	1190	0.5	108	34.8	0.59	102	12.46	559	2.82
48	40.2	0.34	62	14.25	1159	0.49	109	34.3	0.63	136	13.13	440	1.92
49	40.6	0.33	59	14.26	1099	0.47	110	34.5	0.8	144	13.13	419	1.72
50	39.9	0.33	58	14.26	1016	0.45	111	34.3	0.82	139	13.28	363	1.33
51	41.4	0.33	58	14.26	922	0.44	112	36.6	0.71	118	13.22	366	1.54
52	42.3	0.39	58	14.26	872	0.45	113	36.9	0.64	117	13.25	417	1.52
53	41.1	0.39	58	14.24	863	0.44	114	38	0.65	179	13.03	505	1.53
54	40	0.38	58	14.25	876	0.46	115	39.3	0.66	166	13.03	587	1.99
55	40.8	0.38	58	14.25	884	0.47	116	41.4	0.66	129	13.69	644	1.53
56	41.1	0.38	58	14.25	914	0.48	117	40.6	0.66	118	13.84	707	1.03
57	40.5	0.38	58	14.25	925	0.47	118	41.7	0.66	112	13.85	755	0.87
58	39.7	0.38	58	14.25	941	0.46	119	41.4	0.78	106	13.78	875	0.73
59	41.1	0.38	56	14.26	953	0.45	120	40.5	0.96	104	13.67	1070	0.65
60	40.5	0.32	48	14.3	905	0.45	121	40.6	0.96	103	13.64	1178	0.72

پیوست ب

برنامه ایجاد چرخه رانندگی

```

clc
clear all
I=xlsread('work.xlsx','a2:a25262');
v=xlsread('work.xlsx','b2:b25262');
vq=xlsread('work.xlsx','c2:c25262');
a=xlsread('work.xlsx','d2:d25262');
[m n]=size(v);[z e]=size(v);
while (1)
vm=0;ve=0;nl=0;nap=0;nan=0;ap=0;an=0;pid=0;pap=0;pan=0;ni=0;na=
0;nd=0;nc=0;
pke=0;nm=0;j=0;jj=0;A=zeros(1,12);pke1=0;RMS=0;apow=0;nU=0;sU
=0;matU=zeros(40,1);hU=1;apow=0;T=0;op=zeros(1200,1);gg=1;
for fd=1:10000
U=randi(272);
for i=1:z
if I(i,n)==U
matU(hU,1)=U
hU=hU+1;
while v(i,e)>0
nU=nU+1;
if a(i,1)>0
ap=a(i,1)+ap;
nap=nap+1;
end
if a(i,1)<0
an=a(i,1)+an;
nan=1+nan;
end
sU=v(i,e)+sU;
apow=a(i,1)^2+apow;
if vq(i,e)>vq(i-1,e)
j=(abs((vq(i,e)^2)-vq(i-1,e)^2))+j;
end
jj=abs(vq(i,e)-vq(i-1,e))+jj;
pke=j/jj;
i=i+1;
end
if a(i,1)>0
ap=a(i,1)+ap;

```

```

        nap=nap+1;
        else if a(i,1)<0
            an=a(i,1)+an;
            nan=1+nan;
            end
            end
            break
        end
    end
    if nU<940 && nU>780
        break
    end
    if nU>940
        nU=0;
        sU=0;
        hU=1;
        nap=0;nan=0;ap=0;an=0;j=0;jj=0;
    end
    end
    ve=sU/nU;an=an/nan;ap=ap/nap;T=(100/78.254156)*nU;RMS=sqrt(apo
w/T);
    nnn=round(nU*(100/78.25415677));
    if (abs(ve-26.44573)*100/26.44573)<2 && (abs(ap-
.537491)*100/.537491)<2 && (abs(an+.53247)*100/.53247)<2 &&
(abs(RMS-.632588)*100/.632588)<2 && (abs(pke-
6.657302743)*100/6.657302743)<2
        break
    end
end
end

```

Abstract

Driving cycle is one of the most important parameters affecting the emission of air pollutants. Driving cycle is the movement pattern of vehicles in urban routes and is introduced by speed-time charts. The driving pattern in Mashhad is different due to cultural differences in the use of vehicles. The behavior of drivers can have a big impact on the driving cycle leading to changes in the prediction of pollutant emissions. In this thesis, instead of using traffic software, the on-board driving pattern was obtained for urban vehicles. First, the speed-time data of the vehicle was obtained in two weeks in the morning and afternoon traffic peak hours and a non-peak time in two different routes by GPS. Thereafter, the microtrips were obtained for all speed-time data and the driving cycle was developed by random combination of microtrips. The error for the developed driving cycle was about 2 percent reflecting the high accuracy of this method. The driving cycle of Mashhad was compared with standard driving cycles in Europe and America. After development of the driving cycle, vehicle exhaust emissions were estimated by the The International Vehicle Emissions (IVE) model. In order to correct the emissions obtained from the IVE model, on-board vehicle emissions were obtained. Then, for each of the emission factors, the correction factors were added to the IVE model. The emission factors obtained for Mashhad were compared with those reported for Beijing, Pune and Mexico. The driving cycle of Mashhad showed that the average speed in Mashhad is significantly different with that in the European and American driving cycles. The idle time percentage in Mashhad was close to that in the European driving cycle, but is different from the American driving cycle. The results of the IVE model showed that carbon monoxide from vehicle exhausts constituted the most emission among standard pollutant emissions. Ammonia and benzene were the main toxic gases in vehicle exhaust, respectively. Comparison of the vehicle exhaust emission factors in Mashhad with Beijing, Pune and Mexico showed that carbon monoxide is the main exhaust emission in Mashhad driving cycle as compared with other three regions.

Keywords: Driving cycle, driving pattern, microtrip, average speed, arterial roads, air pollution, emission factor, IVE model



Shahrood University of Technology

Faculty of Civil Engineering

M.Sc. Thesis in Road and Transport Engineering

**Development of Driving Cycle for Estimating Urban Air Pollution:
Case Study of Mashhad**

By: Mohammad Amin Pouresmaeili

Supervisor:

Dr Iman Aghayan

Advisor:

Eng Seyyed Ali Taghizadeh

January-2017