

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

A decorative floral element consisting of a central flower with multiple petals, surrounded by stylized leaves and smaller floral motifs, rendered in black ink.



دانشکده مهندسی عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی راه و ترابری

تعیین سهم انتشار آلاینده‌های خروجی از آگزوز خودروهای سواری
و ارائه مدل کالیبره شده‌ی انتشار در پارکینگ‌های طبقاتی

نگارنده: سید میلاد عطائی

استاد راهنما:

دکتر ایمان آقایان

استاد مشاور:

مهندس محمدامین پوراسماعیلی

بهمن ۹۷

دانشکده : مهندسی عمران

گروه : راه و ترابری

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای سید میلاد عطائی به شماره دانشجویی: ۹۵۱۰۴۶۴

تحت عنوان: تعیین سهم انتشار آلاینده‌های خروجی از آگزوز خودروهای سواری و ارائه مدل کالیبره شده‌ی انتشار در پارکینگ‌های طبقاتی

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
	محمدامین پوراسماعیلی		دکترایمان آقاییان

امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء	اساتید داور
	نام و نام خانوادگی : دکتر چوپانی		نام و نام خانوادگی : دکتر قاسم زاده طهرانی
			نام و نام خانوادگی : دکتر رمضان واقعی
			نام و نام خانوادگی :
			نام و نام خانوادگی :

تقدیم به :

مقدس ترین واژه‌ها در لغت‌نامه قلبم، مادر مهربانم که زندگیم را
مدیون مهر و عطوفت آن می‌دانم.

پدر عزیزم، مهربانی بی‌منت، بردبار و حامی.

خواهران و پدر بزرگ و مادر بزرگ عزیزم و تمامی همراهان
همیشگی و پشتوانه‌های زندگیم.

همچنین از استاد راهنمای عزیزم، دکتر ایمان آقایان عزیز و
مهندس پور اسماعیلی بسیار متشکرم چراکه وجود ایشان و
راهنمایی هایشان در طول فرآیند پایان نامه کمک شایانی به
بنده بود.

تعهد نامه

اینجانب سیدمیلاذ عطائی دانشجوی کارشناسی ارشد عمران گرایش راه و ترابری دانشکده‌ی عمران دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده‌ی پایان نامه‌ی بررسی اثر تغییرات شتاب بر نحوه‌ی انتشار آلاینده‌های خروجی از آگزوز خودروهای سواری و ارائه مدل انتشار در پارکینگ‌های طبقاتی تحت راهنمایی جناب آقای 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 Technology University of » 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، کتابها، برنامه‌های رایانه-
ای، نرم‌افزارها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد.
این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود. استفاده از اطلاعات و
نتایج موجود در این پایان‌نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

چکیده

افزایش تعداد وسایل نقلیه باعث افزایش تقاضا برای استفاده از پارکینگ‌های طبقاتی شده است. این پژوهش به تعیین سهم انتشار آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری در پارکینگ‌های طبقاتی پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد از بین آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری در پارکینگ‌های طبقاتی، بیشترین سهم انتشار به ترتیب مربوط به آلاینده‌های (CO_2) ، (CO) ، (NO_x) و (HC) می‌باشد. با توجه به این-که (CO) گازی سمی محسوب می‌شود، مهمترین آلاینده‌ی موجود در پارکینگ‌ها می‌باشد. بیشترین سهم انتشار آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری در طول رمپ‌ها مربوط به آلاینده‌ی (NO_x) می‌باشد. همچنین مجموع انتشارات آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری در طبقه همکف پارکینگ طبقاتی که فرآیند شتاب‌گیری در آن بیشتر صورت می‌گیرد، به ترتیب برای آلاینده‌های مونوکسیدکربن (CO) ، دی-اکسیدکربن (CO_2) ، اکسیدهای نیتروژن (NO_x) و هیدروکربن‌ها (HC) ، مقدار ۶، ۴، ۶ و ۳۰ درصد بیشتر می‌باشد. ضمناً با مقایسه‌ی ضرایب انتشار پارکینگ طبقاتی و راه شریانی اصلی در شهر مشهد- ایران مشخص شد که نرخ انتشار در پارکینگ طبقاتی با میانگین سرعت ۱۰/۷۶ کیلومتر بر ساعت نسبت به راه شریانی اصلی با میانگین سرعت ۲۰/۲۷ کیلومتر بر ساعت به ترتیب برای آلاینده‌های مونوکسیدکربن (CO) ، دی-اکسیدکربن (CO_2) ، و هیدروکربن‌ها (HC) ، ۱۲۵، ۱۹ و ۱۲۵ درصد افزایش داشته است. اما برای آلاینده‌ی اکسیدهای نیتروژن (NO_x) این نرخ با ۳۹ درصد کاهش همراه بوده است. پس می‌توان برای آلاینده‌ی اکسیدهای نیتروژن (NO_x) نتیجه گرفت هرچه قدر میانگین سرعت خودرو و طول مسیر طی شده بیشتر باشد، به علت بالارفتن دمای موتور خودرو و افزایش فشار، نرخ انتشار آلاینده‌ی اکسیدهای نیتروژن (NO_x) افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: پارکینگ طبقاتی، آلاینده‌های خروجی از اگزوز، ضرایب انتشار، مدل IVE

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه	۱
۱-۱- مقدمه	۲
۲-۱- ضرورت انجام تحقیق	۵
۳-۱- کارهای انجام شده در این پایان نامه	۵
۴-۱- اهداف پایان نامه	۶
۵-۱- نوآوری	۷
۶-۱- ساختار تحقیق	۸
فصل دوم: معرفی و مروری بر کارهای گذشته	۹
۱-۲- مقدمه	۱۰
۲-۲- آلاینده‌های هوا	۱۰
۱-۲-۲- انتشارات بخش حمل و نقل	۱۱
۱-۲-۱-۱- راهکارهای کاهش انتشارات خودرو	۱۲
۲-۲-۲- بررسی گازهای خروجی از اگزوز خودرو	۱۳
۳-۲- مروری بر کارهای گذشته	۱۴
فصل سوم: برآورد ضرایب انتشار	۳۷
۱-۳- مقدمه	۳۸
۲-۳- فیلتر کردن داده‌های سرعت	۴۲

۳-۳- توصیف روش برآورد سهم انتشار گازهای منتشره از آگزوز و ثبت داده‌های انتشار...	۴۴
۳-۴- برآورد داده‌های انتشار توسط مدل انتشار IVE.....	۴۸
۳-۴-۱- رفتار رانندگی.....	۴۸
۳-۴-۲- الگوی استارت خودرو.....	۵۳
۳-۴-۳- شرایط محیطی.....	۵۳
۳-۴-۴- ویژگی‌های سوخت.....	۵۳
۳-۴-۵- توزیع ناوگان حمل و نقل.....	۵۴
۳-۵- برآورد میزان جریان خروجی آگزوز بر اساس دور موتور.....	۵۴
۳-۶- به دست آوردن ضرایب تعدیل و همسان‌سازی بین داده‌های میدانی و مدل IVE.....	۵۵
فصل چهارم: بررسی نتایج.....	
۴-۱- مقدمه.....	۵۸
۴-۲- بررسی میزان تأثیر شتاب بر نحوه انتشار آلاینده‌های خروجی از آگزوز.....	۵۸
۴-۲-۱- مقادیر ضرایب انتشار میدانی آلاینده‌های خروجی از آگزوز.....	۵۸
۴-۲-۲- تأثیر تغییرات شتاب بر نحوه انتشار آلاینده‌های خروجی از آگزوز در طبقات همکف.....	۵۹
۴-۲-۳- تأثیر تغییرات شتاب بر نحوه انتشار آلاینده‌های خروجی از آگزوز در طبقات اول.....	۶۲
۴-۳- به دست آوردن ضرایب انتشار مدل IVE و ارائه ضرایب تعدیل برای وارد کردن در مدل IVE.....	۶۶

۴-۴- مقایسه‌ی نحوه انتشار آلاینده‌های خروجی از آگروز در سرعت و شتاب‌های متفاوت.....۶۷

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات.....۷۱

۵-۱- مقدمه.....۷۲

۵-۲- نتیجه‌گیری.....۷۲

۵-۳- پیشنهادات.....۷۴

منابع.....۷۵

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱- ساختار کلی کارهای انجام شده در این تحقیق..... ۸
- شکل ۱-۲- هندسه‌ی پارکینگ مورد آزمایش..... ۱۵
- شکل ۲-۲- سرعت هوا در پارکینگ در حالت بدون تهویه..... ۱۶
- شکل ۳-۲- سرعت هوا در پارکینگ در حالت دارای سیستم تهویه..... ۱۷
- شکل ۴-۲- غلظت مونوکسیدکربن در نقطه‌ی خروجی در حالت بدون سیستم تهویه..... ۱۷
- شکل ۵-۲- غلظت مونوکسیدکربن در نقطه‌ی ورودی در حالت بدون سیستم تهویه..... ۱۸
- شکل ۶-۲- غلظت مونوکسیدکربن در نقطه‌ی خروجی در حالت دارای سیستم تهویه..... ۱۸
- شکل ۷-۲- غلظت مونوکسیدکربن در نقطه‌ی ورودی در حالت دارای سیستم تهویه..... ۱۹
- شکل ۸-۲- هندسه‌ی پارکینگ..... ۲۰
- شکل ۹-۲- سرعت هوا در مقطع عرضی X-Z برای (A) حالت اول (B) حالت سوم..... ۲۱
- شکل ۱۰-۲- غلظت مونوکسیدکربن در برابر مسافت محور X..... ۲۱
- شکل ۱۱-۲- شماتیک تعمیرگاه اتوموبیل..... ۲۲
- شکل ۱۲-۲- مقایسه بین داده‌های اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده در موقعیت M1..... ۲۳
- شکل ۱۳-۲- مقایسه بین داده‌های اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده در موقعیت M2..... ۲۳
- شکل ۱۴-۲- مدل سه بعدی پارکینگ در محیط Ansys Fluent..... ۲۵
- شکل ۱۵-۲- نحوه‌ی پخش توده مونوکسیدکربن برای ۲/۱ میلیون شبکه سلولی..... ۲۵
- شکل ۱۶-۲- نحوه‌ی پخش توده مونوکسیدکربن برای ۳/۷ میلیون شبکه سلولی..... ۲۶

- شکل ۲-۱۷- نحوه‌ی پخش توده مونوکسیدکربن برای ۷/۷ میلیون شبکه سلولی..... ۲۶
- شکل ۲-۱۸- نحوه‌ی توزیع توده مونوکسیدکربن در خط مستقیم..... ۲۷
- شکل ۳-۱- موقعیت پارکینگ‌های الماس شرق و وصال در شهر مشهد..... ۳۸
- شکل ۳-۲- هندسه متداول پارکینگ‌های طبقاتی..... ۳۹
- شکل ۳-۳- هندسه پارکینگ (۱) به همراه مسیرهای برداشت داده‌های سرعت و انتشار آلاینده‌های خروجی از آگزوز خودروهای سواری..... ۴۱
- شکل ۳-۴- هندسه پارکینگ (۲) به همراه مسیرهای برداشت داده‌های سرعت و انتشار آلاینده‌های خروجی از آگزوز خودروهای سواری..... ۴۱
- شکل ۳-۵- حضور اتوموبیل سازمان پایش محیط زیست در محل پارکینگ‌ها به منظور برداشت داده‌های انتشار آلاینده‌های خروجی از آگزوز خودروهای سواری..... ۴۵
- شکل ۳-۶- دستگاه AVL DITEST MDS 215..... ۴۵
- شکل ۳-۷- اتصال دستگاه به آگزوز خودروها..... ۴۶
- شکل ۳-۸- ثبت داده‌های انتشار آلاینده‌های خروجی از آگزوز و سرعت خودروهای سواری..... ۴۶
- شکل ۳-۹- ثبت داده‌های دور موتور خودروهای سواری..... ۴۷
- شکل ۳-۱۰- فراوانی مقادیر VSP در طبقه همکف و اول پارکینگ‌های (۱) و (۲)..... ۵۱
- شکل ۳-۱۱- فراوانی مقادیر سرعت و شتاب در طبقه همکف پارکینگ‌های (۱) و (۲)..... ۵۲
- شکل ۳-۱۲- فراوانی مقادیر سرعت و شتاب در طبقه اول پارکینگ‌های (۱) و (۲)..... ۵۲
- شکل ۴-۱- نحوه‌ی تغییرات شتاب خودروهای سواری در طبقه همکف پارکینگ‌های طبقاتی (۱) و (۲)..... ۶۱

شکل ۴-۲- رابطه تغییرات شتاب خودروها بر نحوه انتشار آلاینده‌های خروجی از آگزوز در طبقه همکف پارکینگ‌های طبقاتی (۱) و (۲)..... ۶۱

شکل ۴-۳- رابطه انتشار تمامی آلاینده‌ها با تغییرات شتاب خودروهای سواری در طبقه همکف پارکینگ‌های طبقاتی (۱) و (۲)..... ۶۲

شکل ۴-۴- نحوه تغییرات شتاب خودروهای سواری در طبقه اول پارکینگ‌های طبقاتی (۱) و (۲)..... ۶۴

شکل ۴-۵- رابطه تغییرات شتاب خودروها بر نحوه انتشار آلاینده‌های خروجی از آگزوز در طبقه اول پارکینگ‌های طبقاتی (۱) و (۲)..... ۶۵

شکل ۴-۶- رابطه انتشار تمامی آلاینده‌ها با تغییرات شتاب خودروهای سواری در طبقه اول پارکینگ‌های طبقاتی (۱) و (۲)..... ۶۵

فهرست جداول

- جدول ۱-۲- داده‌های مورد نیاز در پژوهش دوچی..... ۲۰
- جدول ۲-۲- مروری بر کارهای گذشته..... ۳۲
- جدول ۱-۳- مشخصات خودروهای سواری مورد استفاده در پژوهش..... ۴۴
- جدول ۲-۳- مقادیر جداکننده سرعت براساس محدوده‌ی سرعت و VSP های مختلف
..... ۵۰
- جدول ۳-۳- دسته‌بندی VSP و حالت‌های تنش براساس دسته تنش پایین..... ۵۰
- جدول ۱-۴- ضرایب انتشارمیدانی آلاینده‌های خروجی از اگزوز در پارکینگ-
های (۱) و (۲)..... ۵۹
- جدول ۲-۴- ضرایب انتشارمیدانی، مدل IVE و ضریب تعدیل در طبقه همکف..... ۶۷
- جدول ۳-۴- ضرایب انتشارمیدانی، مدل IVE و ضریب تعدیل در طبقه اول..... ۶۷
- جدول ۴-۴- اثرمیزان شتاب و سرعت بر روی پارامترهای آلودگی خروجی از اگزوز در
پارکینگ طبقاتی و راه شریانی اصلی در شهر مشهد..... ۶۸

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

با افزایش خودروهای سواری در عصر حاضر، آلودگی هوا به یکی از معضلات زندگی انسان‌ها تبدیل شده است. بررسی میزان غلظت آلاینده‌های موجود در هوا و تأثیرات این آلاینده‌ها بر سلامت افراد در معرض آن، به یک امر مهم تبدیل شده است. همچنین مطالعات در زمینه-ی انتشار آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروها کمک شایانی به برنامه‌ریزی و مدیریت در جهت کاهش مضرات آلاینده‌ها می‌کند. محیط‌های بسته همچون پارکینگ‌ها محل مناسبی جهت تجمع آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروها هستند. در سال‌های اخیر تعداد خودروها به شدت افزایش یافته و متناسب با آن تقاضا برای استفاده از پارکینگ‌ها هم افزایش یافته است. امروزه با توجه به همین افزایش تقاضا پارکینگ‌های چندطبقه در ساختمان‌های بزرگ همانند فروشگاه‌های زنجیره‌ای و مجتمع‌های تجاری ساخته می‌شود. افرادی که در این فضاها بسته حضور دارند و همچنین رانندگان اتوموبیل‌ها در معرض این گازهای سمی قرار دارند. آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروها اکسیدهای نیتروژن (NO_x)، دی‌اکسید کربن (CO_2)، مونوکسید کربن (CO)، هیدرو کربن‌های نسوخته (HC) و ذرات معلق (PM) هستند. اکسیدهای نیتروژن (NO_x) می‌تواند باعث ایجاد سوزش در ریه‌ها و کاهش میزان مقاومت سیستم تنفسی در مقابل بیماری‌هایی مثل آنفولانزا گردد. اثرات کوتاه مدت این گاز تاکنون ناشناخته مانده است ولی مواجهه پیوسته با غلظت‌هایی بالاتر از آنچه که معمولاً در هوا یافت می‌شود، می‌تواند باعث بیماری‌های شدید تنفسی گردد. اکسیدهای نیتروژن هسته اولیه تشکیل گاز ازن و باران‌های اسیدی هستند و ممکن است بر اکثر سیستم‌های آبی و گیاهی اثرات منفی به جا بگذارد. در برخی نواحی هم ممکن است به عامل اصلی تجمع ذرات معلق تبدیل بشوند. دی‌اکسید کربن (CO_2) ماده‌ای است که در تمامی سوخته‌های فسیلی مانند زغال سنگ، نفت، گاز طبیعی و ... یافت می‌شود. سوخت‌ها زمانی کارائی دارند که بتوانند در فرآیندهای احتراقی

در موتور خودرو، به طور کامل با اکسیژن ترکیب شوند. افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن روی عمل فتوسنتز گیاهان تاثیر مخرب داشته و موجب تغییرات شرایط آب و هوایی زمینی و گرم شدن زمین و ایجاد گازهای گلخانه‌ای می‌گردد. همچنین مونوکسیدکربن، گازی سمی بوده و از احتراق ناقص سوخت‌های کربن دار توسط انسان‌ها بوجود می‌آید. موتورهای بنزینی بیشتر از موتورهای دیزلی در تولید مونوکسیدکربن نقش دارند. مونوکسیدکربن باعث کاهش توانایی حمل اکسیژن توسط خون و ایجاد سردرد و مشکلات تنفسی شده و مقدار زیاد آن موجب مرگ می‌گردد. هیدروکربن‌های نسوخته (HC)، مخلوطی از گازها و ذرات کربن‌دار هستند که به طور کامل اکسید نشده و از آگزوز خودروهای آلاینده وارد محیط زیست می‌گردند. مضرات هیدروکربن‌های نسوخته و سایر آلاینده‌ها در صورتی که بیش از حد مجاز باشند، به ترتیب آسیب رساندن به دستگاه تنفسی انسانی، سرگیجه و تهوع، ایجاد امراض قلبی عروقی، ایجاد سرطان، ایجاد امراض چشمی مانند آب مروارید و کاهش قدرت بینائی و مشکل شنوائی و آسیب رساندن به گیاهان و سایر جانداران می‌باشد. درموتورخودروها فرآیند سوختن به دو صورت کلی انجام می‌شود که عبارتند از:

۱- **سوختن کامل:** که در آن تمامی هیدروکربن‌ها (سوخت) به صورت کامل سوخته و حاصل این

سوختن گاز دی‌اکسیدکربن و بخار آب بوده که این خروجی از آگزوز به طبیعت و محیط زیست

آسیبی نمی‌رساند. منظور از سوختن ترکیب شدن با اکسیژن می‌باشد. این نوع سوختن در شرایط

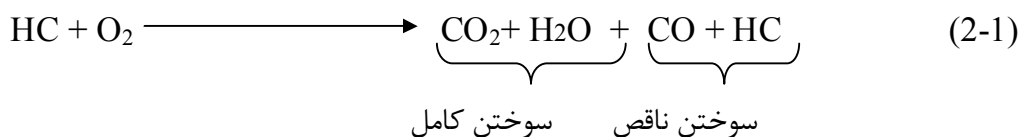
ایده‌آل و آزمایشگاهی بوده که در محیط طبیعی و شرایط عادی رسیدن به این نوع سوختن کاری

غیرممکن است. اما هدف از تنظیم موتور خودرو نزدیک کردن سوختن موتور به سوختن کامل است

و هرچه این نزدیکی بیشتر باشد، خودرو در شرایط بهتری قرار دارد. شکل کلی این سوختن به

صورت روبرو می‌باشد. (1-1) $HC + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$

۲- سوختن ناقص: در این نوع سوختن تمامی هیدروکربن‌ها به طور کامل نسوخته و به صورت گازهای خروجی از اگزوز خارج می‌شود. در این حالت محصول سوختن شامل دو قسمت می‌باشد، که یکی همان سوختن کامل است و قسمت دیگر شامل گازهای مونوکسیدکربن و هیدروکربن(سوخت) می‌باشد. شکل کلی این سوختن به صورت زیر می‌باشد.



براساس مبحث چهارم مقررات ملی ساختمان پارکینگ‌ها به سه گروه کوچک(دارای حداکثر ۳محل توقف خودرو)، متوسط(دارای ۴ تا حداکثر ۲۵محل توقف خودرو) و بزرگ(دارای بیش از ۲۵ محل توقف خودرو) در انواع عمومی و خصوصی تقسیم می‌شوند. همچنین حداکثر میزان شیب رمپ دسترسی به پارکینگ ۱۶درصد می‌باشد(مبحث چهارم مقررات ملی ساختمان، ۱۳۹۵). مدل‌های انتشار آلودگی هوا یکی از ابزارهای مهم و ضروری جهت پیش‌بینی مربوط به وضعیت آلودگی می‌باشند. پایش کیفیت هوا و بررسی میزان تجاوز از استانداردهای آلودگی هوا در پارکینگ می‌تواند امری مفید در راستای کنترل و ایجاد محدودیت‌هایی برای منابع آلاینده باشد. همچنین، با توجه به این‌که اندازه‌گیری مستقیم میزان انتشار غلظت آلاینده‌های خروجی از اگزوز در هر نقطه و هر زمان امکان‌پذیر نمی‌باشد، لذا استفاده از مدل‌های انتشار آلودگی هوا می‌تواند مفیدترین راه برای پایش و بررسی میزان غلظت آلاینده‌ها در منطقه مورد نظر باشد. مدل‌های انتشار آلودگی هوا از دیرباز برای سیاست‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت استفاده می‌شدند. مدل استفاده شده جهت تعیین ضرایب انتشار در این پژوهش مدل IVE^۱ می‌باشد. مدل IVE در سال ۲۰۰۷ با حمایت

^۱ International Vehicle Emissions

سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا طراحی شد. مدل IVE نسبت به مدل‌های انتشار مشابه همانند MOBILE, MOVES, COPERT دارای مزیت‌هایی است. اولین مزیت آن که این مدل، مشخصات انواع بیشتری از خودروهای سواری را در پایگاه داده‌های خود دارد. همچنین محاسبه ضرایب انتشار در این مدل براساس سرعت لحظه‌ای است نه سرعت متوسط که این خود از مزیت‌های این مدل به شمار می‌آید. ضمناً این مدل با بررسی شرایط آب‌وهوایی منطقه مورد نظروفرآوانی خودروها و نوع سوخت، ضرایب انتشار با دقت بالایی را مورد محاسبه قرار می‌دهد.

۲-۱- ضرورت انجام تحقیق

مشهد شهری توریستی- مذهبی به شمار می‌آید و به‌همین علت بررسی نحوه‌ی انتشار آلودگی‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری موجود در پارکینگ‌های مجتمع‌های تجاری همانند بازارها، هتل‌ها، شهربازی‌ها و... در این شهر از اهمیت بالایی برخوردار هستند. امروزه یکی از مهم‌ترین چالش‌های حمل‌ونقل در کلان‌شهرها مسئله آلودگی هوا است. استفاده از روش‌های میدانی به جای استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی انتشار، می‌تواند نتایج واقعی‌تر را بیان کند. لذا بحث آلودگی در پارکینگ‌ها و مدل‌سازی انتشار آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری از مباحث مهم و قابل توجه در دنیا می‌باشد و می‌تواند به بحث برنامه‌ریزی در طراحی هندسی پارکینگ‌ها با در نظر گرفتن معیارهای محیط زیستی کمک کند.

۳-۱- کارهای انجام شده در این پایان‌نامه

در این مقاله از دو خودروی سواری به منظور جمع‌آوری داده‌های انتشار استفاده شده است. همچنین برداشت داده‌های سرعت و انتشار آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری در دو پارکینگ تجاری با دو هندسه‌ی متفاوت نظیر مکان گردش‌های متفاوت، شیب رمپ

های متفاوت، مسیر رفت و آمد خودروها و... انجام شده است. ضمناً هندسه‌ی پارکینگ‌های انتخاب شده، هندسه‌ی متداول پارکینگ‌های طبقاتی هستند. داده‌های سرعت-زمان به صورت ثانیه به ثانیه در مسیرهای اصلی تعیین شده ثبت می‌گردند. آلاینده‌های خروجی از آگزوز خودروهای سواری در برداشت میدانی توسط دستگاه AVL DITEST MDS 215 ثبت می‌شوند. سپس با وارد کردن مشخصات مورد نیاز مدل IVE نظیر شرایط محیطی موجود در پارکینگ، نوع سوخت خودروهای سواری و مشخصات خودروهای سواری، مقادیر فاکتورهای انتشار مدل IVE به دست می‌آیند. با داشتن فاکتورهای انتشار میدانی و مدل IVE، ضرایب تعدیل به منظور همسان‌سازی داده‌های انتشار میدانی و مدل IVE به نرم‌افزار IVE وارد می‌شود. این ضرایب تعدیل برای هر پارکینگ طبقاتی در هر نقطه از دنیا مورد استفاده می‌باشد. همچنین تأثیر شتاب خودروهای سواری بر نحوه‌ی انتشار آلاینده‌های خروجی از آگزوز خودروهای سواری در دو پارکینگ مورد بحث قرار می‌گیرد. در نهایت طرح هندسی که شرایط بهتری در زمینه‌ی کاهش انتشارات آلاینده‌های خروجی از آگزوز خودرو در پارکینگ را داشته باشد به عنوان طرح هندسی بهتر انتخاب می‌شود.

۱-۴- اهداف پایان‌نامه

اهداف این پایان‌نامه به ترتیب عبارتست از:

- ۱- برآورد میزان ضرایب انتشار آلاینده‌های مونوکسید کربن، اکسیدهای نیتروژن، دی‌اکسید کربن و هیدروکربن‌ها در مدل IVE.
- ۲- به دست آوردن ضرایب تعدیل انتشار آلاینده‌های خروجی از آگزوز پارکینگ‌های طبقاتی، با مقایسه‌ی داده‌های انتشار میدانی و مدل IVE، به منظور وارد کردن در مدل IVE.
- ۳- بررسی تأثیر شتاب بر نحوه‌ی انتشار آلاینده‌های خروجی از آگزوز خودروهای سواری در دو پارکینگ طبقاتی و مقایسه‌ی انتشارات آلاینده‌ها در دو پارکینگ با طرح هندسی متفاوت

و در نهایت انتخاب طرح هندسی پارکینگ طبقاتی بهتر در زمینه‌ی کاهش انتشارات آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودرو و افزایش ایمنی در پارکینگ.

۴- بررسی تأثیر شتاب بر نحوه‌ی انتشار آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری در رمپ ورودی به طبقات بالای با دو شیب متفاوت در دو پارکینگ و در نهایت انتخاب رمپ بهتر در زمینه‌ی کاهش انتشارات آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودرو در پارکینگ طبقاتی.

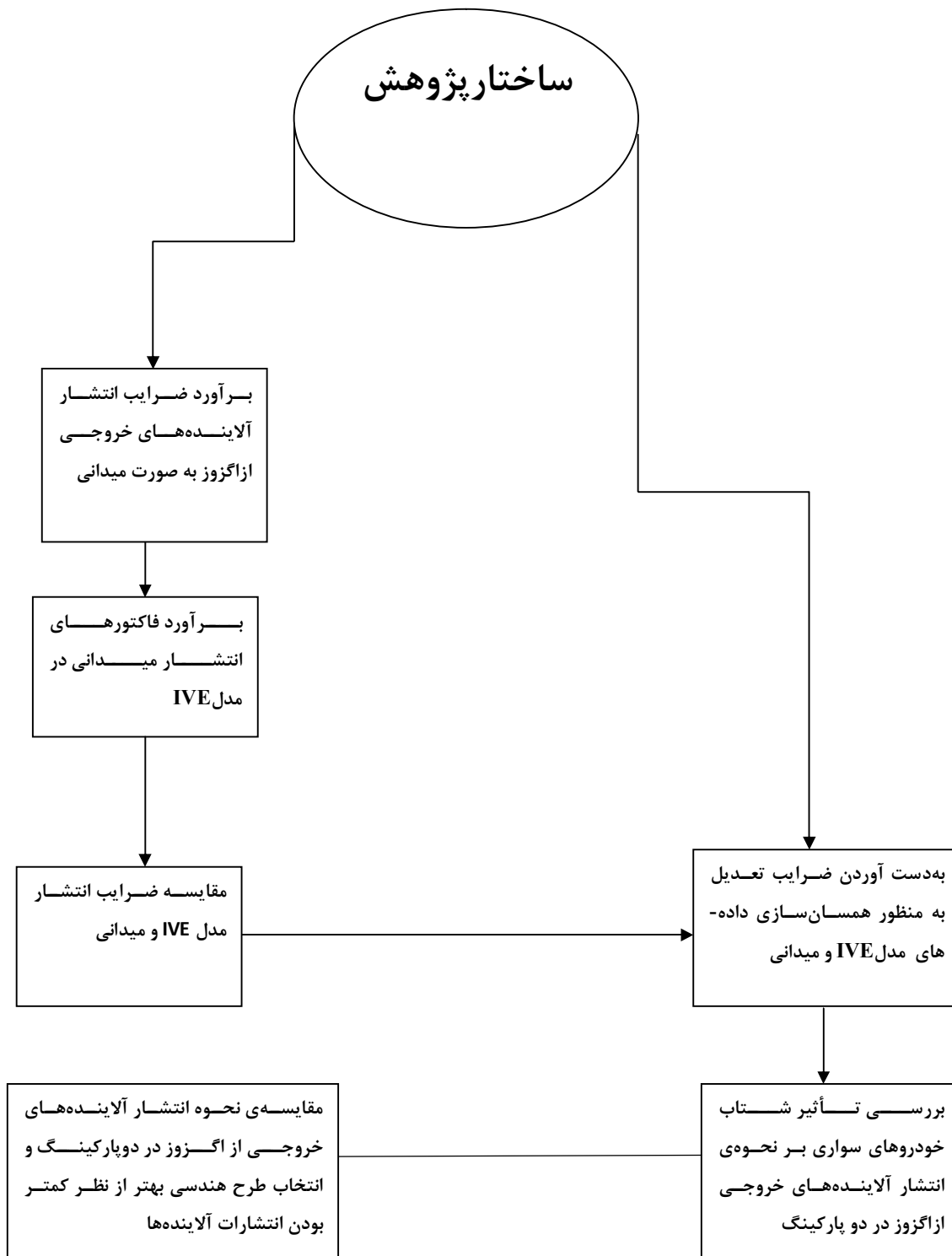
۵- بررسی نحوه‌ی تغییرات نرخ انتشار آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری با مقایسه‌ی میانگین سرعت‌های متفاوت در پارکینگ و راه شریانی اصلی در شهر مشهد.

۱-۵- نوآوری

با بررسی مقالات گذشته در زمینه‌ی انتشار آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری می‌توان دریافت تاکنون تحقیقی به بررسی میزان انتشار آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری در پارکینگ‌های طبقاتی پرداخته است. همچنین مقایسه‌ی بین الگوهای هندسی پارکینگ‌ها و تعیین ضرایب تعدیل مدل IVE، از جمله کارهای انجام شده در این پژوهش می‌باشد که در تحقیقات گذشته انجام نگرفته است. همچنین مقایسه‌ی نحوه‌ی انتشار آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری در پارکینگ طبقاتی و راه شریانی اصلی از جمله نوآوری‌های این پژوهش می‌باشد.

۱-۶- ساختار تحقیق

شکل ۱-۱ کارهای انجام شده در این پایان نامه را نشان می‌دهد.



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

فصل دوم

معرفی و مروری بر کارهای گذشته

۲-۱- مقدمه

یکی از مهم‌ترین اهداف مهندسين محیط‌زیست و حمل‌ونقل برآورد دقیق میزان انتشار آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروها می‌باشد. از مهم‌ترین پارامترهای تأثیرگذار بر میزان انتشار آلاینده‌های خروجی از اگزوز وسیله نقلیه، تغییرات سرعت و شتاب وسیله نقلیه است. بررسی نحوه‌ی انتشار آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروها بخصوص در محیط‌های بسته همانند پارکینگ یکی از مهمترین اهداف محققین است. استفاده از وسایل اندازه‌گیری میزان سنجش آلاینده‌ها، به طور دقیق محققین را برای یافتن خواسته‌هایشان کمک می‌کند اما استفاده از این وسایل محدودیت‌هایی دارند و به راحتی مورد استفاده محققین قرار نمی‌گیرند. استفاده از جزئیات هندسی پارکینگ‌های مهم به دلیل مسائل امنیتی نیز مشکل می‌باشد. لذا با وجود این مشکلات جمع‌آوری داده‌ها در پارکینگ به صورت میدانی و مقایسه آن با نتایج مدل‌سازی شده دارای اهمیت می‌باشد.

۲-۲- آلاینده‌های هوا

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

اثرات عمومی آلودگی هوا به دو دسته‌ی مستقیم و غیرمستقیم تقسیم می‌شود:

۱- مستقیم

- مرگ و میر ناشی از مسمومیت‌های تنفسی و بیماری‌های مرتبط
- ایجاد بیماری‌های روانی و جسمی مرتبط: بیماری‌های ریوی، قلبی، حنجره، چشم و اختلالات

خونی و سرطانی

• خسارت به فضای سبز شهری

• اختلالات ژنتیکی و انتقال این آثار به نسلهای بعدی

۲- غیر مستقیم

• افت توان ابتکار و تفکر

• کاهش رشد جسمی کودکان

• نارضایتی شهروندان

• کاهش تمایل به سرمایه‌گذاری های اقتصادی و فرهنگی

• مهاجرت و فرار مغزها و سرمایه‌داران از کشور

• بالا رفتن مصرف آب و مواد شوینده

• ایجاد بی رمقی و کم حوصلگی و خستگی مزمن

۲-۲-۱- انتشارات بخش حمل و نقل

بخش حمل‌ونقل شامل جابجایی افراد و کالاها توسط خودروها، کامیون‌ها، قطارها، کشتی‌ها، 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 حمل‌ونقل، 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 درون‌جاده‌ای وسایل نقلیه با استفاده از مدل‌هایی نظیر MOBILE، MOVES و IVE برآورد می‌شوند، که براساس نوع ناوگان (نوع و وزن خودروها، سن و تکنولوژی موتور)، متوسط مسافت سفر، نوع راه‌ها، سرعت متوسط، چرخه‌های رانندگی و داده‌های هواشناسی ارزیابی می‌شود.

۲-۲-۱-۱- راهکارهای 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 زیر ساخت‌های حمل‌ونقل عمومی، احداث مسیرهای دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی برای افزایش گزینه‌های انتخاب حمل‌ونقل کم انتشار اشاره کرد. همچنین می‌توان خوابگاه‌ها، مدارس، دانشگاه‌ها، مغازه‌ها و محل‌های تجاری را به منظور کاهش نیاز رانندگی در کنار یکدیگر قرار داد.

۲-۲-۲- بررسی گازهای خروجی از اگزوز خودروها

انتشارات خروجی از اگزوز خودروها از آلاینده‌ی معیار شامل: مونوکسید کربن، ترکیبات آلی فرار، اکسید نیتروژن، اکسید گوگرد و هیدروکربن‌ها، تشکیل شده‌است.

● مونوکسید کربن (CO): مونوکسید کربن از سوختن ناقص سوخت‌های خودرو حاصل می‌شود. موتورهای بنزینی سهم بالاتری از مونوکسید کربن نسبت به موتورهای دیزلی به سبب دمای احتراق پایین‌تر دارند.

● ترکیبات آلی فرار (VOC): ترکیبات آلی فرار یک دسته بزرگ از ترکیبات حاوی کربن هستند. موتورهای بنزینی به سبب نوسانات سوخت درصد بالاتری از این ترکیبات را 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 اکسید نیتروژن نسبت به موتورهای بنزینی به دلیل دمای احتراق بالاتر تولید می‌کنند.

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

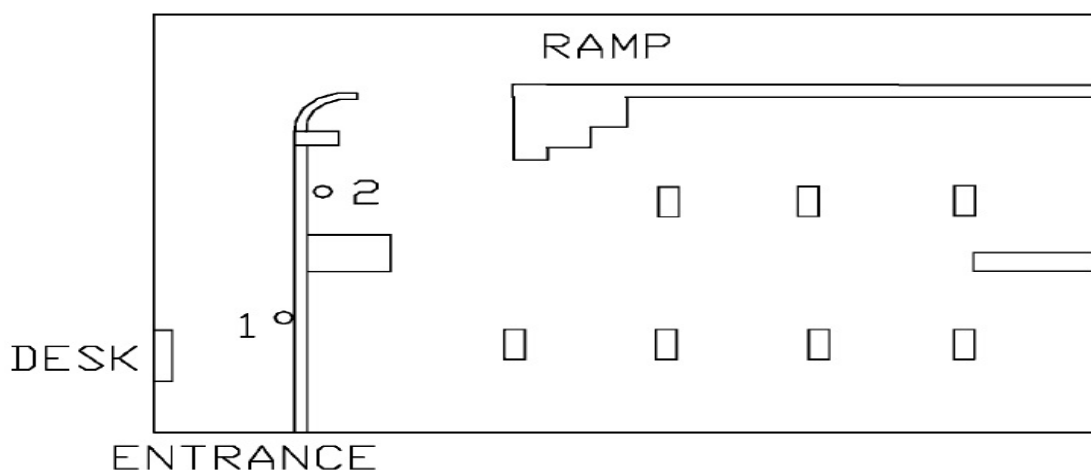
● ذرات کوچک ($PM_{2.5}$): $PM_{2.5}$ ، از ذرات کوچکی که در طول احتراق تشکیل شده‌است، ساع می‌شود. این ذرات کوچک ممکن است حاوی بسیاری از مواد از جمله، فلزات، اسیدها، کربن‌ها و هیدروکربن‌های آروماتیک باشد. ذرات کوچک در موتورهای دیزلی بسیار بیشتر نسبت به موتورهای بنزینی منتشر می‌شوند.

● گازهای 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 دی-اکسید کربن (CO_2)، دی نیتروژن اکسید (N_2O) و متان (CH_4) می‌شود.

۲-۳- مروری بر کارهای گذشته

پژوهش‌های متعددی در ارتباط با پراکنش آلاینده‌های خروجی از آگزوز خودروها صورت گرفته است. برخی از این پژوهش‌ها مربوط به انتشار آلاینده‌های خروجی از آگزوز خودروهای سواری به صورت محیطی است، به طوری که دستگاه سنجش میزان آلاینده‌های خروجی از آگزوز در محیط پارکینگ نصب شده است. به عنوان نمونه، ژو و همکاران^۲ با استفاده از مدل دینامیک سیالات محاسباتی به برآورد میزان انتشار آلاینده‌ی مونوکسید کربن و میزان تغییرات دما در یک پارکینگ زیرزمینی با استفاده از نرم‌افزار Ansys, Fluent پرداخته‌اند. در این تحقیق عملکرد سیستم تهویه در محیط پارکینگ زیرزمینی جهت بهبود کیفیت هوا در محیط بسته پارکینگ در موقعیت‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است [ژو و همکاران، ۲۰۰۰].

در پژوهش پاپاکونستانتینو و همکاران^۳، مدل محاسباتی عددی برای مشاهده رفتار جریان و غلظت مونوکسیدکربن مورد استفاده قرار گرفته است. ظرفیت پارکینگ ۱۱۰ وسیله نقلیه بوده است. مدل محاسباتی عددی برای دو سناریو، در حالت با تهویه و بدون تهویه مورد بررسی قرار گرفته است و سپس مدل تجربی مورد صحت سنجی قرار گرفته است. شکل ۲-۱ هندسه پارکینگ را برای ما مشخص می‌کند.

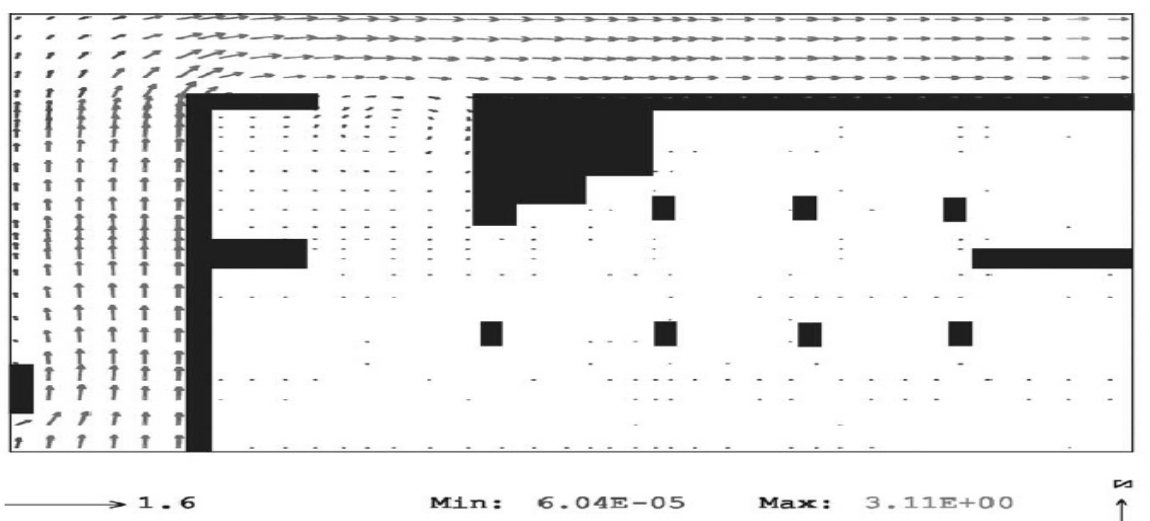


شکل ۲-۱ هندسه پارکینگ مورد آزمایش [پاپاکونستانتینو و همکاران، ۲۰۰۳].

همان‌طور که در شکل ۲-۲ مشاهده می‌کنیم مقدار سرعت هوا در نزدیکی ورودی و روی رمپ در مقایسه با مکان‌های دیگر بیشتر است. شکل ۲-۳ بیانگر تشکیل یک گرداب قوی از هوا در نقاط اصلی پارکینگ می‌باشد که این عمل سبب تهویه‌ی بهتر فضای مورد نظر می‌شود. همچنین شکل ۲-۴ مقدار غلظت مونوکسیدکربن در نقطه‌ی دوم در حالت بدون سیستم تهویه را نشان می‌دهد. در این شکل مشاهده می‌شود که مقدار عددی در مقایسه با داده‌های تجربی بیش از حد برآورد شده است. همان‌طور که مشاهده می‌کنیم مقادیر بیشینه غلظت مونوکسیدکربن در ساعات ۱۳:۰۰ و ۱۴:۰۰ و بعد از ۱۵:۳۰ می‌باشد. مطابق با

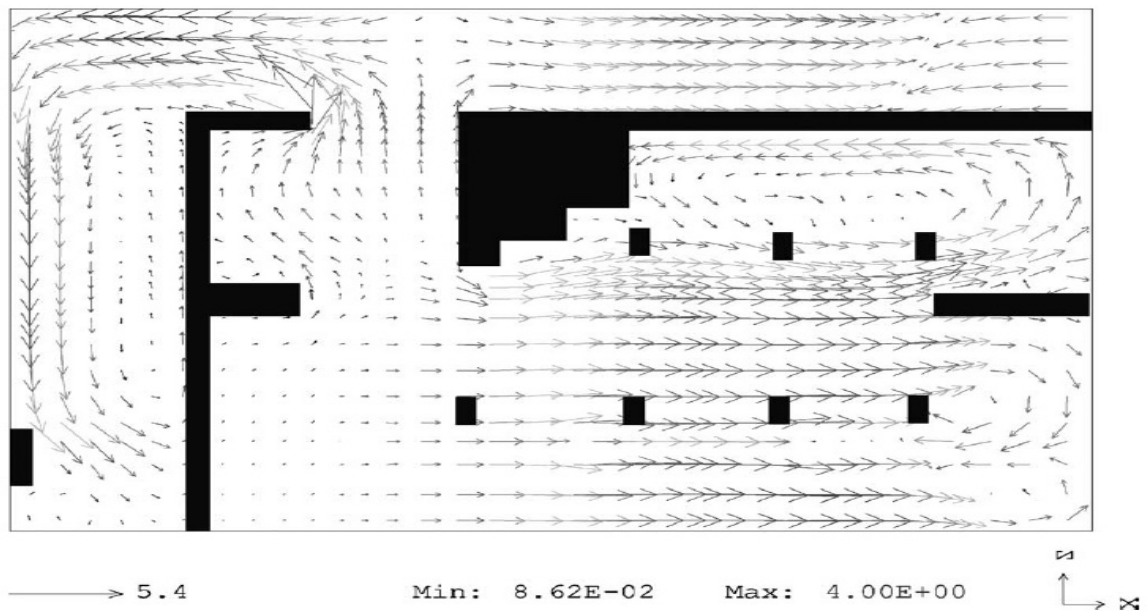
دستورالعمل^۴ WHO مقدار ۸۷ppm مقادیری بیش از حد است. شکل ۲-۵ غلظت مونوکسیدکربن در نقطه‌ی اول در حالت بدون سیستم تهویه نمایش می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود مقادیر عددی در مقایسه با داده‌های تجربی بیش از حد برآورد شده‌اند. مقادیر بیشینه در ساعت ۱۰:۳۰ و بین ساعات ۱۳:۰۰ و ۱۴:۰۰ و بعد از ۱۵:۰۰ قابل مشاهده است. تمامی این داده‌ها در زیر معیار WHO هستند و بیشینه مقدار اندازه‌گیری شده در محل ۸۶/۴٪ معیار گریک^۵ اندازه‌گیری شده است. شکل ۲-۶ غلظت مونوکسیدکربن در نقطه‌ی دوم را در حالت دارای سیستم تهویه بیان می‌کند.

در این شکل می‌توان دریافت که مقدار مونوکسیدکربن در مقایسه با حالت بدون تهویه کاهش قابل توجهی داشته است که با مقایسه‌ی معیارهای WHO می‌توان نتیجه گرفت که سیستم تهویه این پارکینگ مناسب است. شکل ۲-۷ بیانگر غلظت مونوکسیدکربن در نقطه‌ی اول پارکینگ در حالت دارای سیستم تهویه است. همان‌طور که مشاهده می‌شود این مقادیر نیز بسیار پایین‌تر از مقادیر WHO هستند [پاکونستان تینو و همکاران، ۲۰۰۳].

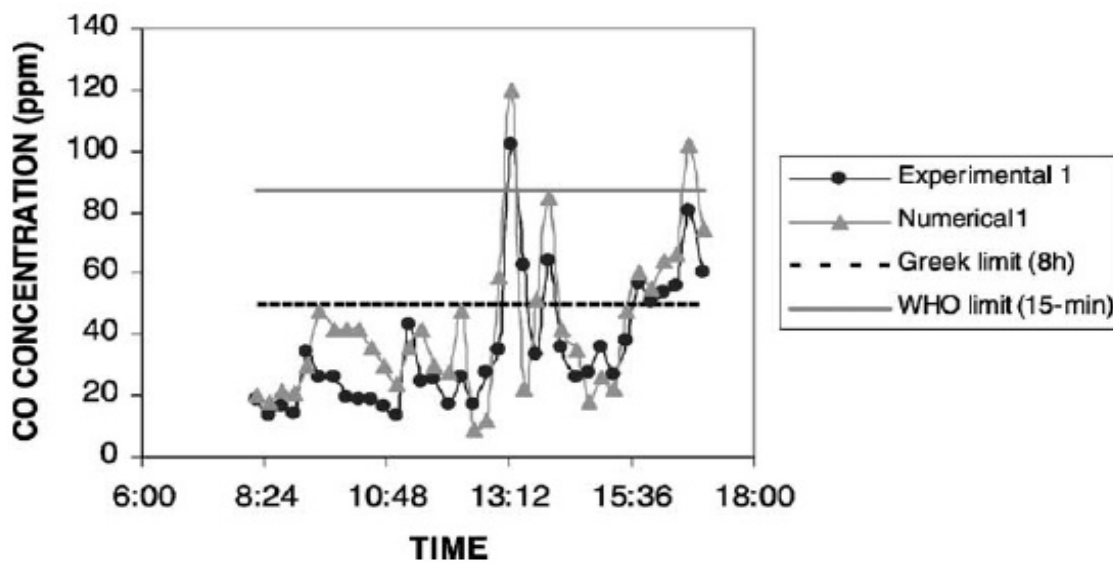


شکل ۲-۲ سرعت هوا در پارکینگ در حالت بدون تهویه [پاکونستان تینو و همکاران، ۲۰۰۳].

^۴ World Health Organization, 2015
^۵ Greek limit

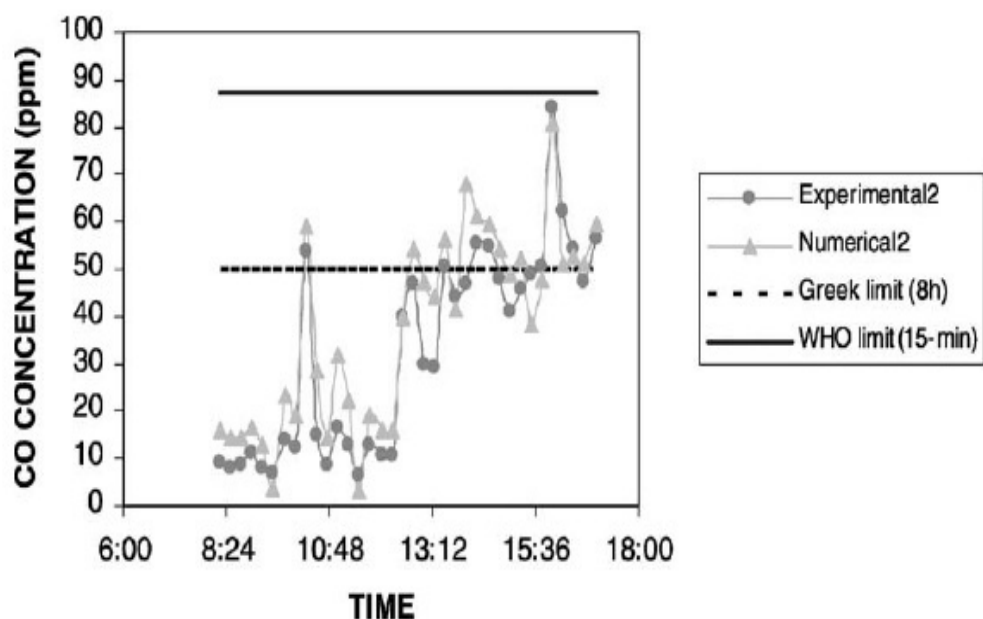


شکل ۲-۳ سرعت هوا در پارکینگ در حالت دارای سیستم تهویه [پاکونستان تینوو همکاران، ۲۰۰۳].

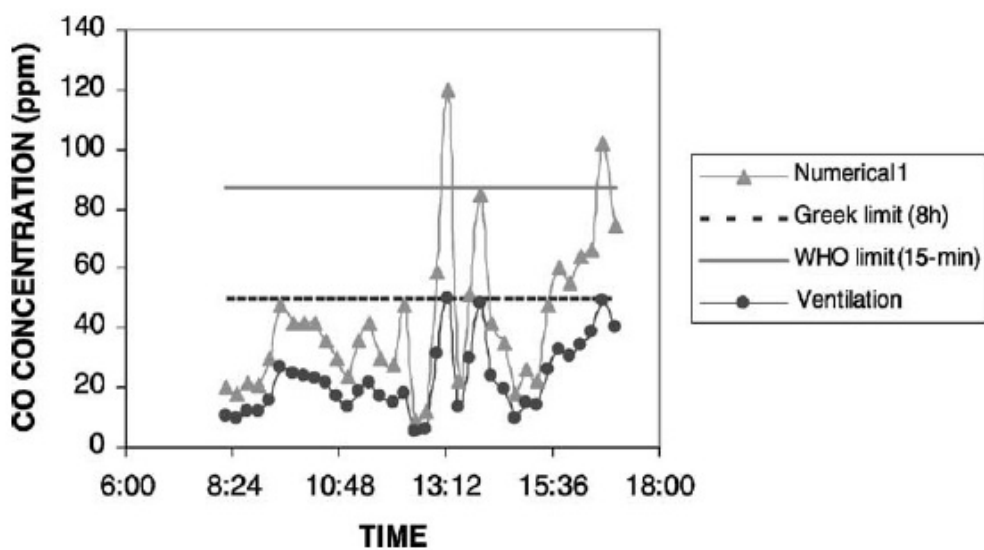


شکل ۲-۴ غلظت مونوکسید کربن در نقطه‌ی دوم در حالت بدون سیستم تهویه [پاکونستان تینوو همکاران،

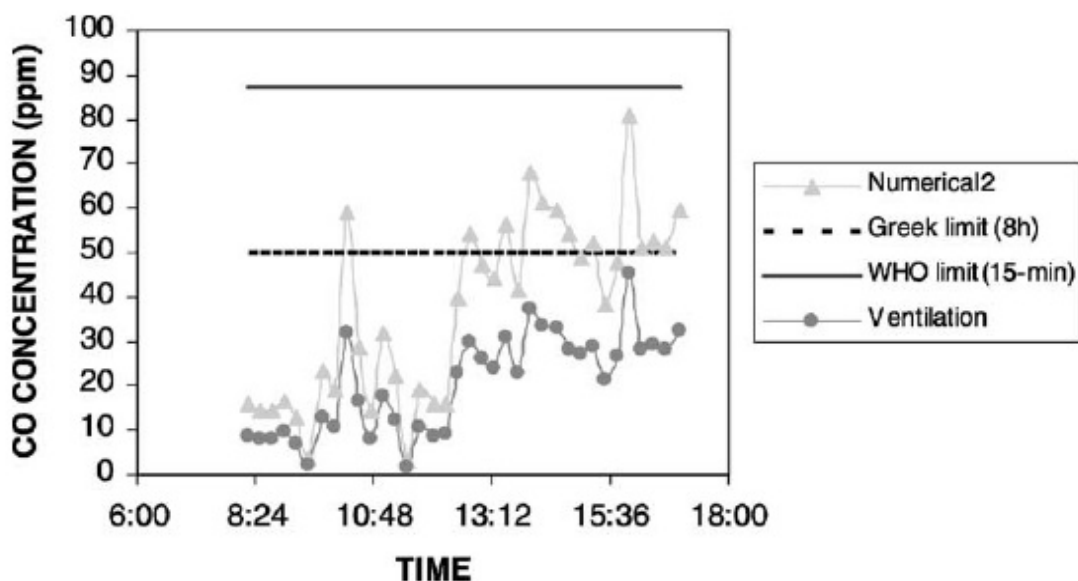
۲۰۰۳].



شکل ۲-۵ غلظت مونوکسید کربن در نقطه‌ی اول در حالت بدون سیستم تهویه [پاکونستان تینو و همکاران، ۲۰۰۳].



شکل ۲-۶ غلظت مونوکسید کربن در نقطه‌ی دوم در حالت دارای سیستم تهویه [پاکونستان تینو و همکاران، ۲۰۰۳].



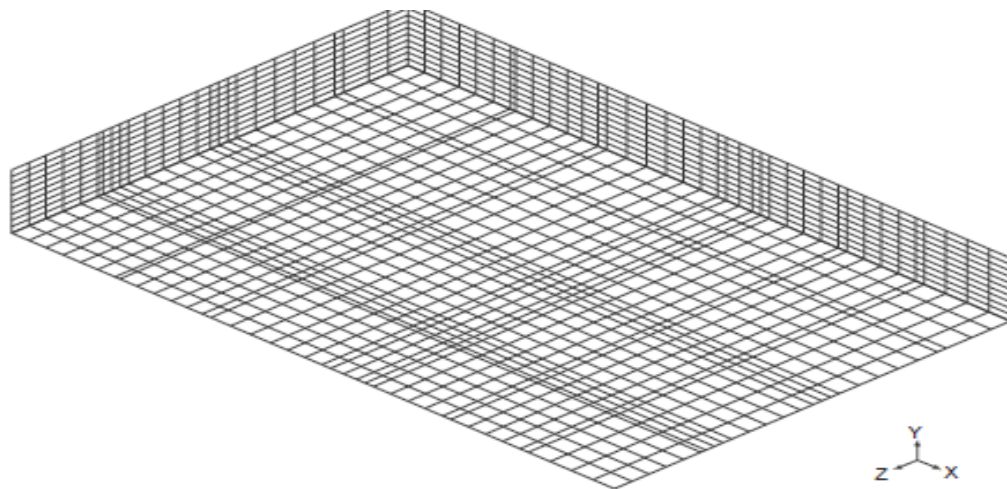
شکل ۲-۷ غلظت مونوکسیدکربن در نقطه‌ی اول در حالت دارای سیستم تهویه [پاپاکونستانینو و همکاران، ۲۰۰۳].

دوچی و همکاران^۶، در محیط بسته پارکینگ که با استفاده از یک مدل ریاضی و روش عددی به بررسی توزیع غلظت مونوکسیدکربن پرداخته‌اند. شکل ۲-۸ هندسه‌ی مدل‌سازی شده پارکینگ را نشان می‌دهد که متشکل از یک شبکه با ۳۸ سلول در جهت X و ۱۰ سلول در جهت Y و ۲۶ سلول در جهت Z می‌باشد.

همچنین شرایط حاکم در فضای بسته پارکینگ در جدول ۲-۱ نمایش داده شده است. در این جدول سه حالت حاکم در پارکینگ به ترتیب حالت اول بدون سیستم تهویه، حالت دوم دارای سیستم تهویه با سرعت تولید هوای ۱ متر بر ثانیه، و حالت سوم دارای سیستم تهویه با سرعت تولیدی تولید هوای ۲ متر بر ثانیه می‌باشد. شکل ۲-۹ سرعت هوا در راستای X-Z را بر حسب متر بر ثانیه برای حالت‌های اول و سوم نشان می‌دهد. مقادیر بیشینه و کمینه در شکل نشان داده شده است. همچنین می‌توان مشاهده کرد که در نزدیک ورودی و در مکان‌هایی که به طبقات پایین راه دارند در مقایسه با مکان‌های دیگر پارکینگ بیشتر است.

^۶ Duci .A et al

شکل ۲-۱۰ تمرکز مونوکسیدکربن در سه حالت را با هم مقایسه می‌کند. همان‌طور که مشخص است در نقطه‌ی ورودی پارکینگ مقدار تمرکز بالای مونوکسیدکربن مشاهده می‌شود. همچنین می‌توان دریافت که فعالیت سیستم تهویه دلیل کاهش غلظت مونوکسیدکربن به میزان ۳۰٪ برای حالت دوم و ۵۰٪ برای حالت سوم است [دوچی و همکاران، ۲۰۰۴].

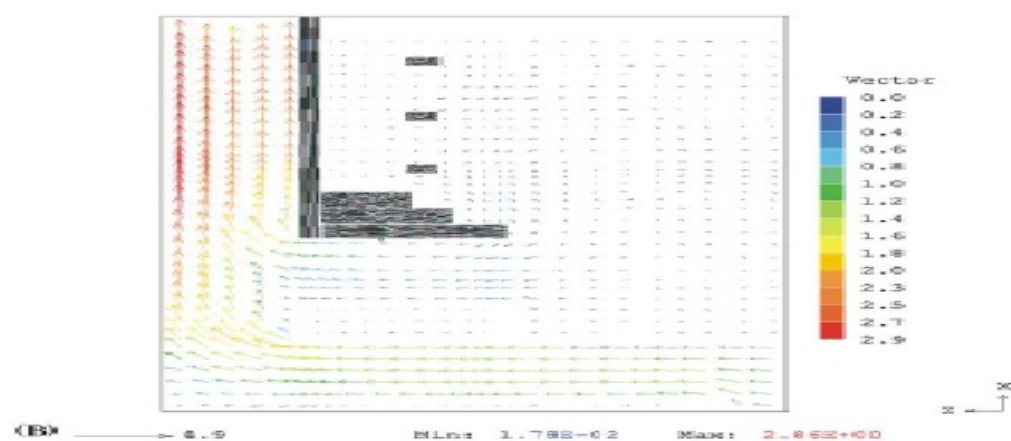
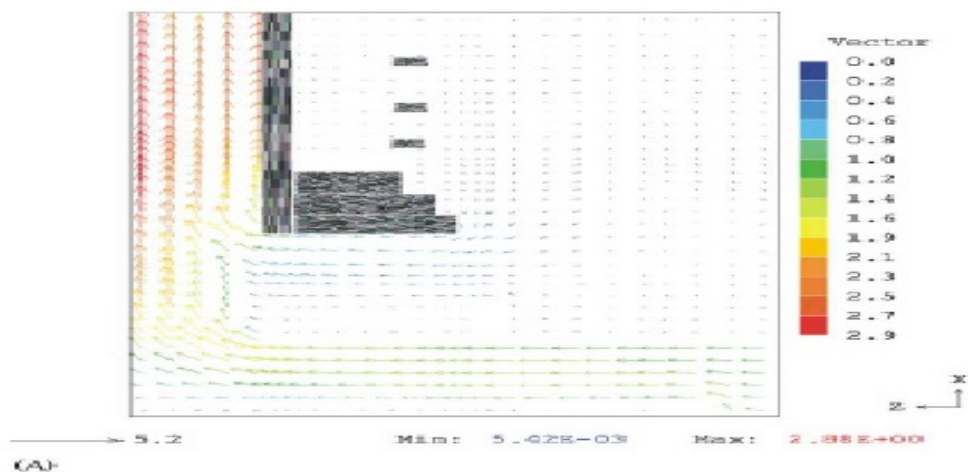


شکل ۲-۸ هندسه‌ی پارکینگ ۲۶×۱۰×۳۸ [دوچی و همکاران، ۲۰۰۴].

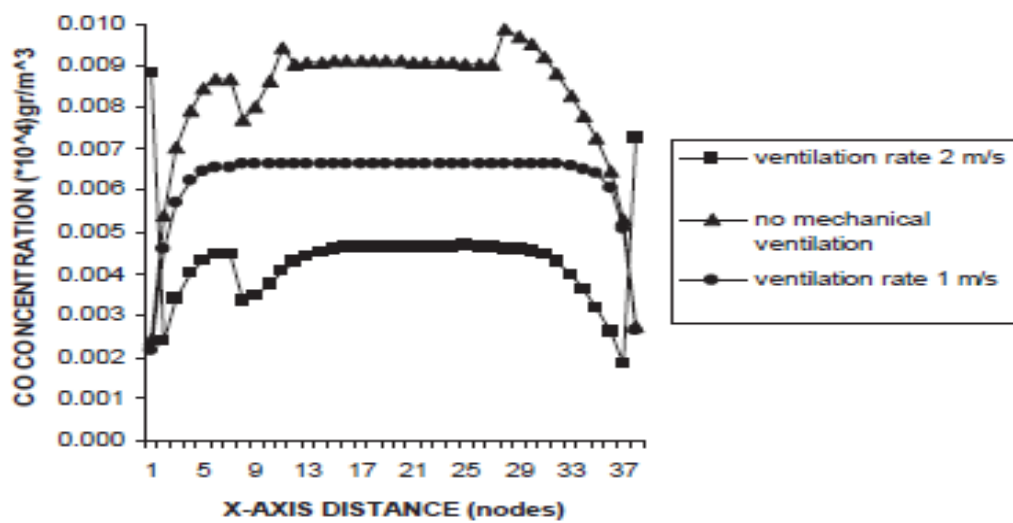
جدول ۲-۱ داده‌های استفاده شده در محاسبات [دوچی و همکاران، ۲۰۰۴].

Data used in calculations

Data	Case 1 No mechanical ventilation	Case 2 Mechanical ventilation (low)	Case 3 Mechanical ventilation (high)
Air induction velocity (m/s)	—	1.0	2.0
Air viscosity (kg/ms)		10^{-5}	
Air density (kg/m ³)		1.189	
Garage dimensions (x, y, z)		$35 \times 4.3 \times 23$	
Number of cars		100	
CO emitted by each car (ppm)		10	

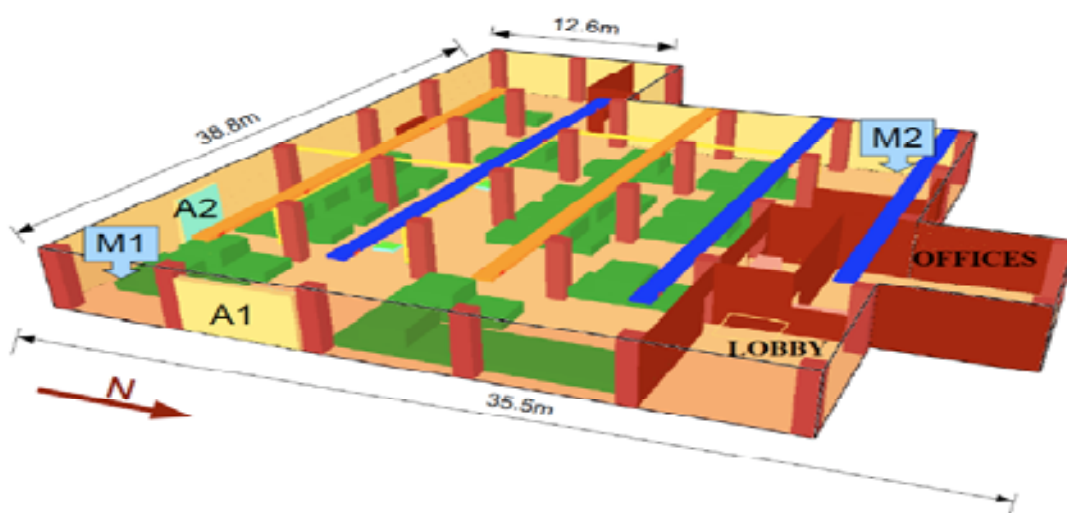


شکل ۲-۹ سرعت هوا در مقطع عرضی X-Z برای (A) حالت اول (B) حالت سوم [دوچی و همکاران، ۲۰۰۴].



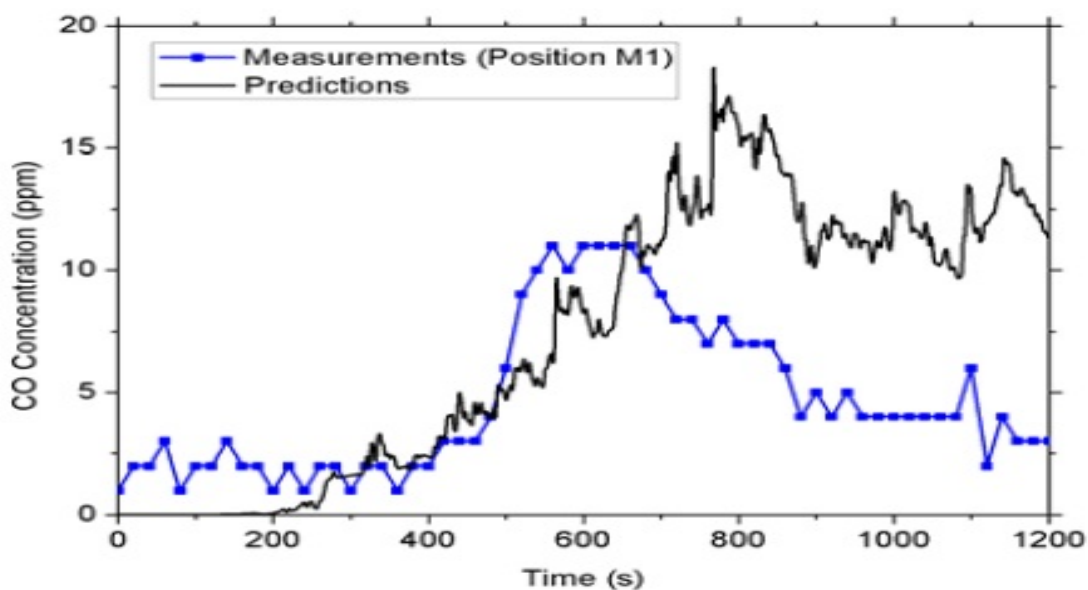
شکل ۲-۱۰ غلظت مونوکسید کربن در برابر مسافت محور X [دوچی و همکاران، ۲۰۰۴].

در پژوهش آسیماکوپولو و همکاران^۷ میزان پراکنش مونوکسیدکربن در محیط بسته تعمیرگاه اتومبیل، به دو صورت تجربی و عددی بررسی شده است [آسیماکوپولو- و همکاران، ۲۰۰۹]. در این پژوهش همان طور که در شکل ۲-۱۱ مشخص است، ورودی اصلی اول (A1) و ورودی اصلی دوم (A2) می باشد. دو موقعیت برای دستگاه های آزمایش انتخاب شده اند. موقعیت (M1) گوشه ی جنوبی پارکینگ بین دو ورودی و موقعیت (M2) در گوشه ی شمالی تعمیرگاه، دور از همه ی بازشوهای تعمیرگاه قرار دارند.



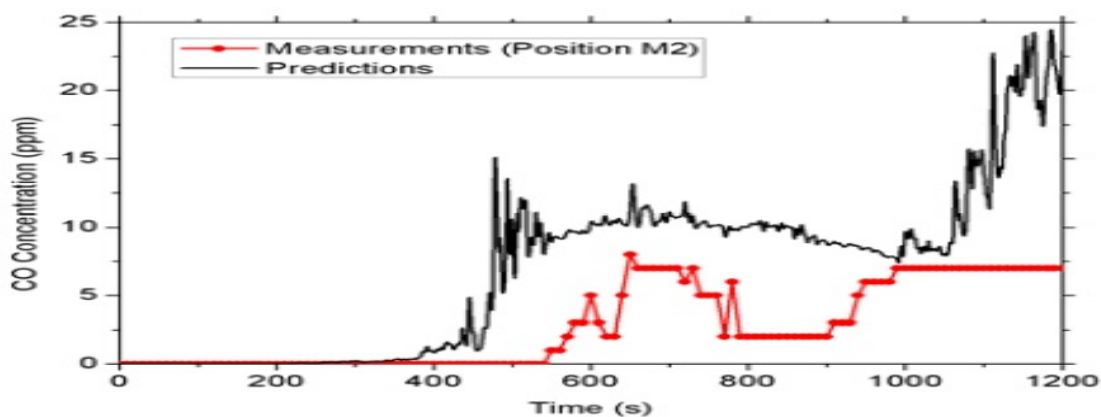
شکل ۲-۱۱ شماتیک تعمیرگاه اتومبیل [آسیماکوپولو و همکاران، ۲۰۰۹].

همان طور که در شکل ۲-۱۲ مشخص است، در یک بازه ی زمانی ۲۰ دقیقه ای مقایسه ای بین غلظت مونوکسیدکربن پیش بینی شده و اندازه گیری شده در موقعیت M1 انجام شده است. با دقت در نمودار می توان نتیجه گرفت که در ۷۰۰ ثانیه اول یک تعادل بین دو مقدار اندازه گیری شده و پیش بینی شده وجود دارد. آن ها نتیجه گرفتند که میزان انتشار آلاینده ها در پارکینگ در فصل زمستان و حالت استارت سرد ۵ برابر فصل تابستان و استارت سرد است و این مقدار برای استارت گرم ۳ برابر است.



شکل ۲-۱۲ مقایسه بین داده‌های اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده‌ی غلظت مونوکسیدکربن در موقعیت M1 [آسیماکوپولوو همکاران، ۲۰۰۹].

همچنین در شکل ۲-۱۳ یک تعادل قابل قبول بین ۱۰۰۰ ثانیه اول بین داده‌های اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده در موقعیت M2 مشاهده می‌شود.

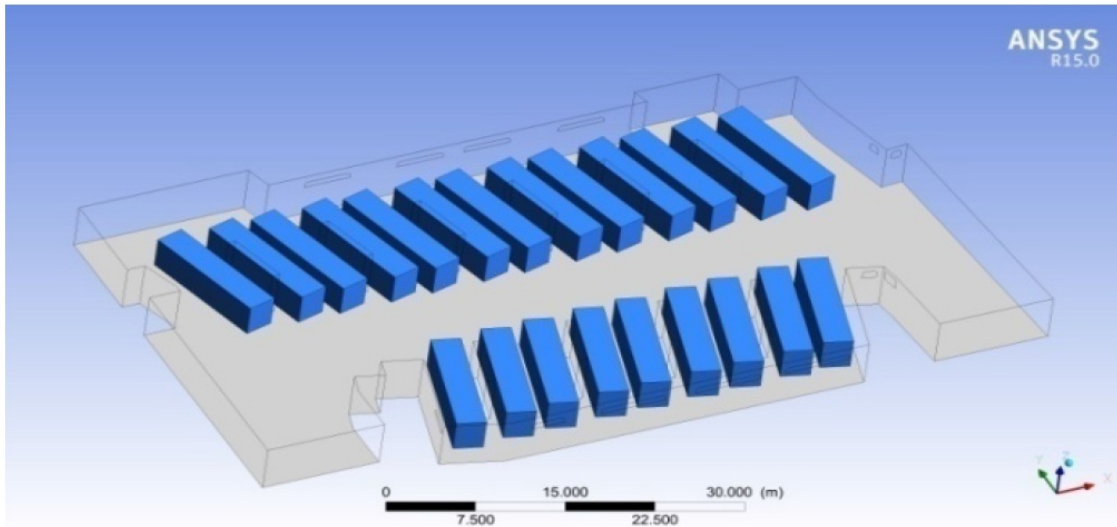


شکل ۲-۱۳ مقایسه بین داده‌های اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده در موقعیت M2 [آسیماکوپولوو همکاران، ۲۰۰۹].

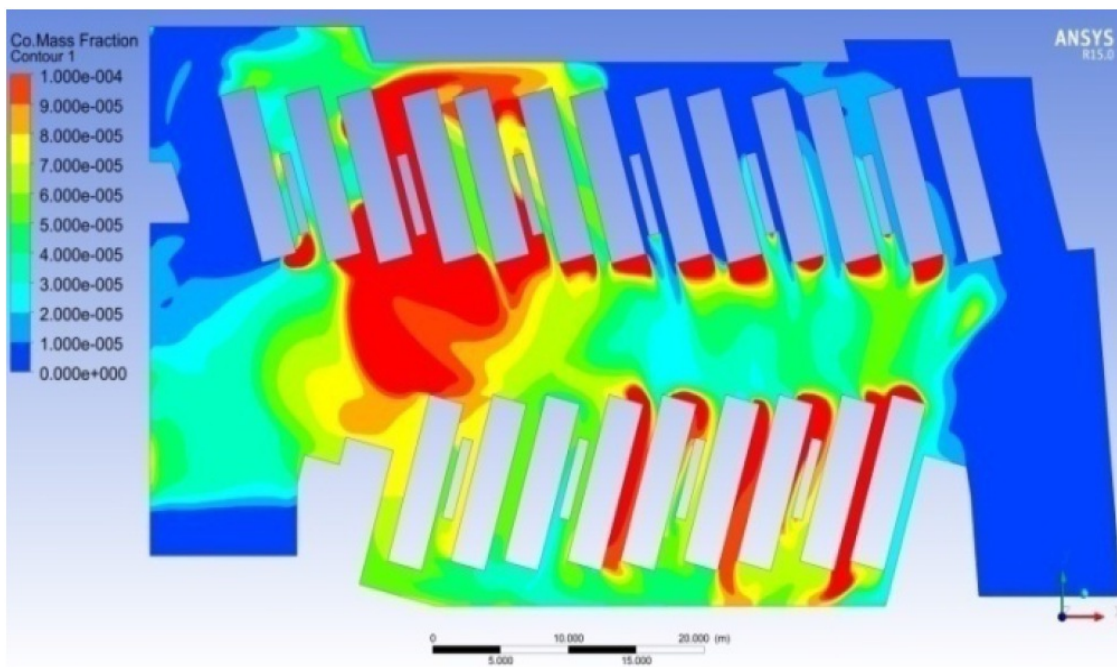
اشرفی و همکاران^۸، بر روی تعیین سهم انتشار گازهای منتشر شده از خودروها و برآورد میزان توزیع غلظت آلاینده مونوکسیدکربن در محیط بسته پارکینگ به پژوهش پرداخته اند. آن‌ها جهت تعیین غلظت مونوکسیدکربن در محیط بسته پارکینگ از کیسه های نمونه برداری از جنس مواد بی اثر با حجم ۱۰ لیتر در ۶ نقطه استفاده کرده اند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد تجمع غلظت آلاینده‌ی مونوکسیدکربن در مکان‌هایی که اطراف آن محصور بوده قابل توجه است و در ناحیه ای که بازشوها وجود دارند مقادیر غلظت کمتری اندازه‌گیری شده است. همچنین مشخص گردید که استفاده از تهویه های طبیعی یک راهکار موثر در بهبود کیفیت هوا در محیط بسته است و با یک طرح معماری معقول و با در نظر گرفتن کیفیت هوای درون محیط بسته، بدون نیاز به هزینه زیاد می‌توان به کیفیت مطلوب هوای محیط بسته رسید [اشرفی و همکاران، ۱۳۹۴].

عصام خلیل و همکاران^۹ به بررسی عملکرد سیستم تهویه پارکینگ التحریر با استفاده از CFD^{۱۰} دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) در مصر پرداخته‌اند. پارکینگ التحریر برای کاهش ترافیک و تراکم اتوموبیل‌ها در مرکز شهر قاهره مصر ساخته شده است. آیین‌نامه پارکینگ و ترافیک مصر می‌گوید برای یک پارکینگ زیرزمینی غلظت مونوکسیدکربن نباید بیشتر از ۵۰ ppm در شرایط فعالیت نرمال پارکینگ و بیشتر از ۱۰۰ ppm برای شرایط فعالیت بحرانی باشد. شکل ۲-۱۱ بیانگر مدل سه بعدی پارکینگ در محیط ANSYS می‌باشد.

شکل های ۲-۱۴ و ۲-۱۳ و ۲-۱۵ وضعیت انتشار مونوکسیدکربن را در سطح پارکینگ نمایش می‌دهند.

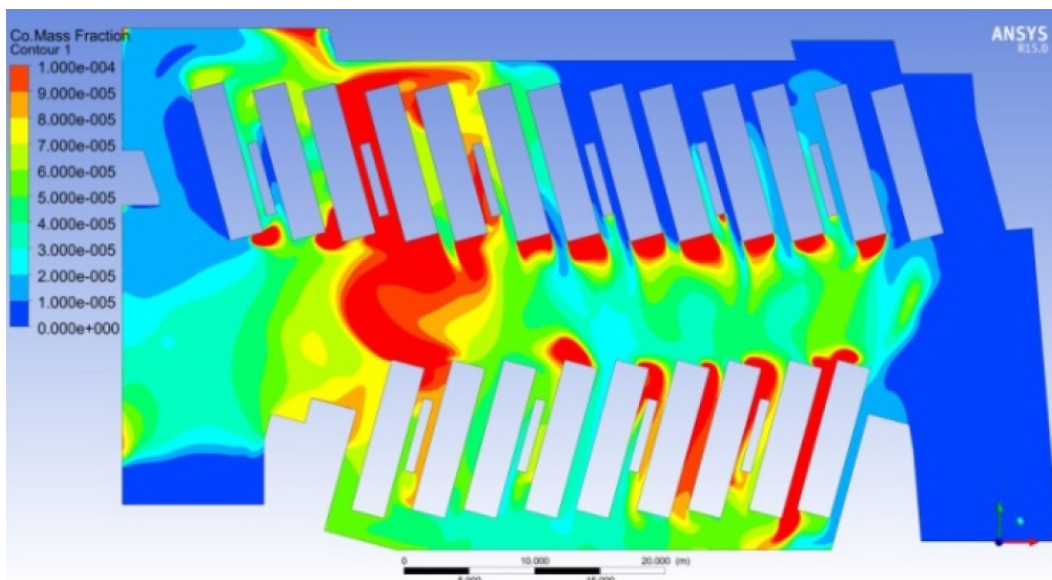


شکل ۲-۱۴ مدل سه بعدی پارکینگ در محیط Ansys [اعصاب خلیل و همکاران، ۲۰۱۵].



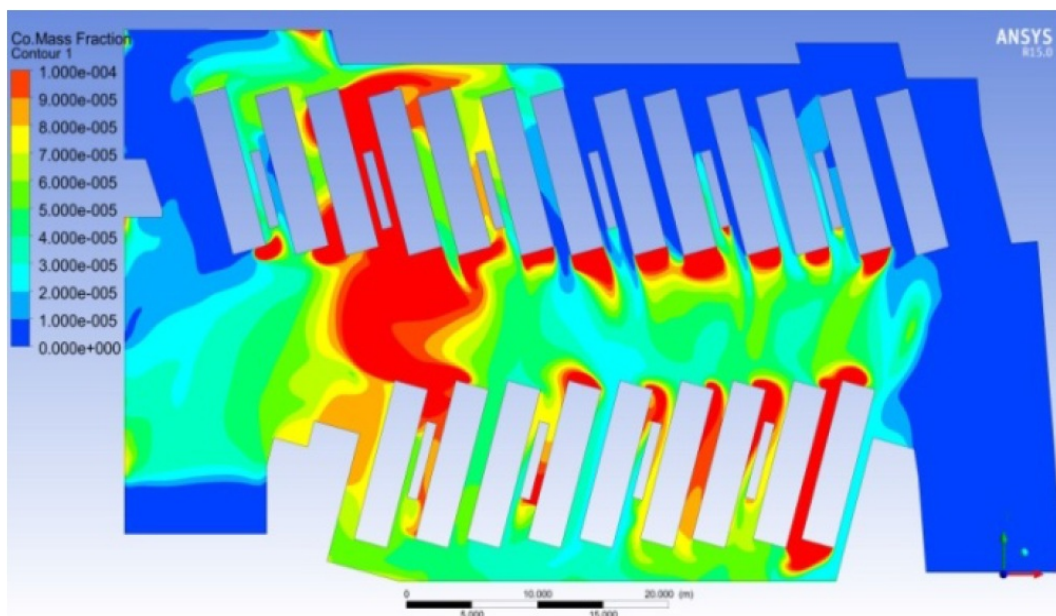
شکل ۲-۱۵ انحوهی پخش توده مونوکسیدکربن برای ۲/۱ میلیون شبکه سلولی [اعصاب خلیل و همکاران،

۲۰۱۵].



شکل ۲-۱۶ نحوه‌ی پخش توده مونوکسید کربن برای ۳/۷ میلیون شبکه سلولی [اعصاب خلیل و همکاران،

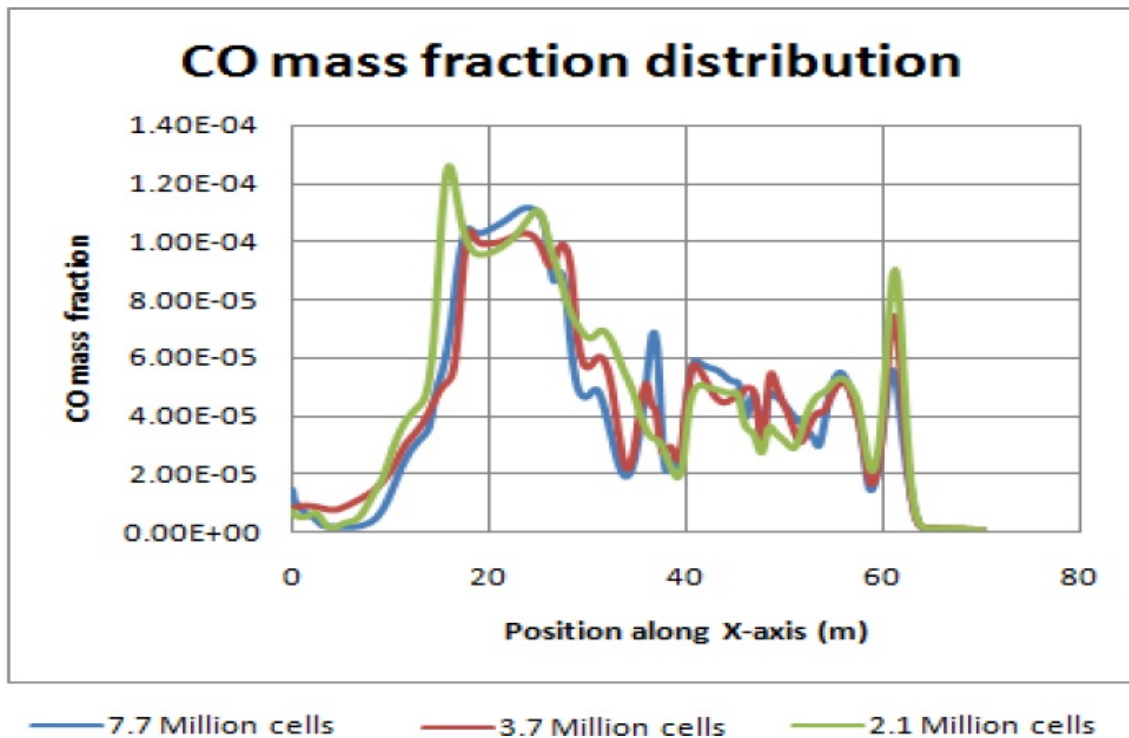
۲۰۱۵].



شکل ۲-۱۷ نحوه‌ی پخش توده مونوکسید کربن برای ۷/۷ میلیون شبکه سلولی [اعصاب خلیل و همکاران،

۲۰۱۵].

مسیر مستقیم بیانگر ناحیه اصلی تمرکز مونوکسیدکربن در پارکینگ می باشد که نحوه ی پخش مونوکسیدکربن در این ناحیه در فاصله های مختلف در شکل ۲-۱۸ آورده شده است.



شکل ۲-۱۸ نحوه ی توزیع توده مونوکسیدکربن در خط مستقیم [اعصاب خلیل و همکاران، ۲۰۱۵].

با توجه به نتایج می توان دریافت که سطوح غلظت مونوکسیدکربن در برخی مناطق پارکینگ بیشتر از غلظت توصیه شده توسط آیین نامه مصر می باشد ، اما متوسط غلظت مونوکسیدکربن پایین تر از مقادیر آیین نامه مصر می باشد [اعصاب خلیل و همکاران، ۲۰۱۵].

امنیان و همکاران^{۱۱}، مدل سازی اثر حرکت خودرو بر پخش آلودگی در پارکینگ های بسته با استفاده از مدل آشفستگی K-ε که فقط آلاینده ی مونوکسیدکربن خروجی از اگزوز را بررسی کرده اند و به این نتیجه رسیده اند که با استفاده از مدل سازی حرکت خودرو می توان پخش آلودگی را به خوبی در پارکینگ های بسته پیش بینی کرده و بر اساس آن سیستم

^{۱۱} Amnian J. et al

تهویه مناسب را انتخاب نمود. همچنین نتیجه گرفته شده است که تمرکز آلودگی در نقاط منتهی به ورودی پارکینگ کمتر بوده و تمرکز آن در نقاط نزدیک به خروجی‌های آلودگی نسبتاً زیاد می باشد [امینان و همکاران، ۲۰۱۶].

برخی از پژوهش‌های مربوط به انتشار آلاینده‌های خروجی از آگزوز خودروهای سواری مربوط به شبیه‌سازی و برداشت‌های میدانی می‌باشد. به عنوان نمونه، چن و همکارانش^{۱۲} به منظور برآورد انتشارات و مصرف سوخت از آزمایش داینامومترشاسی استفاده کرده‌اند. نتایج حاصل از کار آن‌ها نشان داد که 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 ۲ زمانه، انتشارات هیدروکربن بالاتر و انتشارات NO_x پایین‌تر نسبت به موتورهای ۴ زمانه را دارا بودند. مقایسه بادیگر 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، ۲۰۰۳].

کومار و همکاران^{۱۳}، روش‌های میدانی، داینامومترشاسی و شبیه‌سازی ترافیکی را برای ارزیابی فاکتورهای انتشار موتورسیکلت‌های شهر ادینبرگ بررسی کردند. آن‌ها میزان فاکتورهای انتشار مونوکسید کربن و هیدروکربن و اکسید نیتروژن را برای موتورهای ۶۰۰ و ۱۰۰۰ سی‌سی با استفاده از هر سه روش بدست آوردند. نتایج حاصل از کار آن‌ها نشان داد که بر اساس رویکردهای اندازه‌گیری انتشار، استفاده از روش میدانی برای تمام آلاینده‌ها، کم‌ترین مقدار آلاینده را در مقایسه با دوروش دیگر نشان می‌دهد. همچنین نتایج آن‌ها نشان داد که انتشارات مونوکسید کربن، با افزایش حجم موتور افزایش می‌یابد و انتشارات هیدروکربن حساسیت کم‌تری به حجم موتور نسبت به انتشارات مونوکسید کربن دارد. همچنین برای

Chen et al^{۱۲}
Kumar et al^{۱۳}

انتشارات اکسیدنیترژن مشخص شده که اثر حجم موتور به روش اندازه‌گیری بستگی دارد [کومار و همکاران، ۲۰۰۹].

وانگ و همکاران، اثر سرعت و شتاب را در آزادراه به طول ۹ کیلومتر مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها نتیجه گرفتند که تأثیر شتاب‌گیری در انتشار آلاینده‌های خروجی از اگزوز در سرعت‌های پایین خودرو در آزادراه، بیشتر از سرعت‌های بالاست [وانگ و همکاران، ۲۰۱۱].

پراشنت و مائوریا، اثر سرعت خودرو بر انتشارات خروجی از اگزوز را در چند تقاطع در هندوستان مورد بررسی قرار دادند. پژوهش آن‌ها نشان داد که از بین آلاینده‌های خروجی از اگزوز، آلاینده‌های مونوکسید کربن و اکسیدهای نیترژن و هیدروکربن‌ها در سرعت‌های بالا به شدت به سرعت خودرو حساس می‌باشند. آن‌ها نشان دادند آلاینده‌های خروجی از اگزوز با افزایش سرعت، افزایش می‌یابد. همچنین آن‌ها نتیجه گرفتند که کاهش شتاب همواره تأثیری در انتشار آلاینده‌ها در تقاطع‌ها ندارد [پراشنت و مائوریا، ۲۰۱۳].

شفیع پور و همکاران، به تخمین غلظت آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروها با استفاده از نرم افزار BREEZEAERMOD در پایانه‌های مسافری شهری پرداخته‌اند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد انتشار مونواکسید کربن را برابر ۱/۱۴ گرم بر کیلووات ساعت، اکسیدهای نیترژن برابر ۵ گرم بر کیلووات ساعت و اکسیدهای گوگرد برابر ۰/۰۰۴ گرم بر کیلووات ساعت و ذرات معلق برابر ۰.۷۳ گرم بر کیلووات ساعت می‌باشد. در مقایسه با استانداردهای EPA^{۱۴} انتشار مونواکسید کربن و اکسیدهای گوگرد مجاز و اکسیدهای نیترژن ۲ برابر و ذرات معلق ۳۶ برابر استاندارد است [شفیع پور و همکاران، ۲۰۱۳].

Environmental Protection Agency^{۱۴}

سیافرزال و همکارانش^{۱۵} 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 گشت‌زنی 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 آورند 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 (TPB)^{۱۶}، 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 را 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 مونوکسیدکربن، هیدروکربن، اکسیدنیترژن و کربن دی‌اکسید افزایش می‌یابد. ولی آن‌ها با ارزیابی ظرفیت اتوبوس‌ها نسبت به خودروهای سواری نشان دادند که میزان آلاینده‌ها در مجموع با بهبود نگرش می‌یابد [سیافرزال و همکاران، ۲۰۱۴].

همچنین پوراسماعیلی و همکاران^{۱۷}، باتعیین ضرایب انتشار آلاینده‌ها در یک بزرگراه اصلی در شهر مشهد نتیجه گرفتند که با توجه به ضرایب تعدیل به دست آمده از مقایسه فاکتورهای انتشار میدانی و مدل IVE، مقادیر فاکتورهای انتشار در سه گاز CO₂، NOx، CO در برداشت میدانی بیشتر از مدل IVE بدست آمد، ولی ذرات معلق در مدل IVE نسبت به برداشت میدانی بیشتر بدست آمده است. همچنین مونوکسیدکربن خروجی از آگزوز خودرو، بیشترین سهم را در میان انتشارات معیار دارا می‌باشد. با مقایسه فاکتورهای انتشار خروجی

Syafrizal et al.^{۱۵}
Theory of Planned Behaviour^{۱۶}
Pouresmaeili et al.^{۱۷}

ازگروز خودرودر شهر مشهد با پکن، پونه‌ی هندوستان و مکزیکوسیتی مشخص شد که در چرخه
رانندگی مشهد مونوکسید کربن بیشترین سهم آلاینده معیار خروجی از میان سه منطقه
دیگر دارا می‌باشد [پوراسماعیلی و همکاران، ۲۰۱۸].

جدول ۲-۲ مروری بر کارهای گذشته در حوزه انتشار آلاینده‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۲-۲ مروری بر کارهای گذشته در حوزه انتشار آلاینده‌ها

نویسنده	نوع آزمون	نتایج
ژو و همکاران (۲۰۰۰)	با استفاده از مدل دینامیک سیالات محاسباتی به برآورد میزان انتشار آلاینده‌ی مونوکسید کربن و میزان تغییرات دما در یک پارکینگ زیرزمینی با استفاده از نرم‌افزار Ansys, Fluent پرداخته‌اند.	در این پژوهش عملکرد سیستم تهویه در محیط پارکینگ زیرزمینی جهت بهبود کیفیت هوا در محیط بسته پارکینگ در موقعیت‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است.
چن و همکاران (۲۰۰۳)	به منظور برآورد انتشارات آلاینده‌های خروجی از آگزوز و مصرف سوخت خودرو از آزمایش داینامومترشاسی استفاده کردند.	نتایج حاصل از کار آن‌ها نشان داد که 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 ۲ زمانه، انتشارات هیدروکربن بالاتر و انتشارات NO_x پایین‌تر نسبت به موتورهای ۴ زمانه را دارا بودند. مقایسه با دیگر مطالعات نشان داد که فاکتورهای مانندی: عوامل جاده، حجم ترافیک، نوع وسیله و شرایط رانندگی در سطح انتشار در شرایط ترافیک واقعی اثر می‌گذارد.
پاکونستانینوو همکاران (۲۰۰۳)	ایجاد مدل محاسباتی عددی برای تعیین رفتار جریان و غلظت مونوکسید کربن.	مقدار سرعت هوا در نزدیکی ورودی و روی رمپ در مقایسه با مکان‌های دیگر بیشتر است. همان‌طور که مشاهده می‌کنیم مقادیر بیشینه غلظت مونوکسید کربن در پارکینگ در ساعات ۱۳:۰۰ و ۱۴:۰۰ و بعد از ۱۵:۳۰ می‌باشد. همچنین می‌توان دریافت که غلظت مونوکسید کربن در مقایسه با حالت بدون تهویه، کاهش قابل توجهی داشته است که با مقایسه‌ی معیارهای

<p>WHO می‌توان نتیجه گرفت که سیستم تهویه این پارکینگ مناسب است.</p>		
<p>آن‌ها دریافتند که در نزدیک ورودی و در مکان‌هایی که به طبقات پایین راه دارند در مقایسه با مکان‌های دیگر پارکینگ، غلظت مونوکسیدکربن بیشتر است. همچنین در نقطه‌ی ورودی پارکینگ مقدار تمرکز بالای مونوکسیدکربن مشاهده می‌شود. همچنین دریافتند که فعالیت سیستم تهویه دلیل کاهش غلظت مونوکسیدکربن به میزان ۳۰٪ برای حالت دوم و ۵۰٪ برای حالت سوم است.</p>	<p>بررسی توزیع غلظت مونوکسیدکربن در محیط بسته پارکینگ که با استفاده از یک مدل ریاضی و روش عددی به آن پرداخته اند.</p>	<p>دوچی و همکاران (۲۰۰۴)</p>
<p>انتشارات CO با افزایش حجم موتورافزایش می‌یابد و انتشارات HC حساسیت کم‌تری به حجم موتور نسبت به انتشارات CO دارد، و انتشارات CO با افزایش حجم موتور کاهش می‌یابد.</p>	<p>روش‌های میدانی، داینامومترشاسی و شبیه‌سازی ترافیکی را برای ارزیابی فاکتورهای انتشار موتورسیکلت‌های شهر ادینبرگ بررسی کردند.</p>	<p>کومارو همکاران (۲۰۰۹)</p>
<p>مقایسه بین غلظت مونوکسیدکربن پیش-بینی شده و اندازه‌گیری شده و مشاهده یک تعادل بین این دو مقدار در یک فاصله زمانی مشخص.</p>	<p>بررسی پراکنش مونوکسیدکربن در نقاط مختلف تعمیرگاه اتوموبیل.</p>	<p>آسیما کوپولوو همکاران (۲۰۰۹)</p>
<p>آن‌ها نتیجه گرفتند که تأثیر شتاب‌گیری در انتشار آلاینده‌های خروجی از آگزوز در سرعت‌های پایین خودرو در آزادراه‌ها، بیشتر از سرعت‌های بالاست.</p>	<p>اثر سرعت و شتاب را در آزادراه به طول ۹ کیلومتر مورد بررسی قرار دادند.</p>	<p>وانگ و همکاران (۲۰۱۱)</p>
<p>تجمع غلظت آلاینده‌ی مونوکسیدکربن در مکان‌هایی که اطراف آن محصور بوده قابل توجه است و در ناحیه‌ای که بازشوها وجود دارند مقادیر غلظت کمتری اندازه‌گیری شده است.</p>	<p>تعیین سهم انتشار گازهای منتشر شده از خودروها و برآورد میزان توزیع غلظت آلاینده مونوکسیدکربن در محیط بسته پارکینگ توسط دستگاه‌های نصب شده در محیط پارکینگ را بررسی کردند.</p>	<p>اشرفی و همکاران (۲۰۱۳)</p>

<p>پژوهش آن‌ها نشان داد که از بین آلاینده‌های خروجی از اگزوز، آلاینده‌های مونوکسیدکربن و اکسیدهای نیتروژن و هیدروکربن‌ها در سرعت‌های بالا به شدت به سرعت خودرو حساس می‌باشند. آن‌ها نشان دادند آلاینده‌های خروجی از اگزوز با افزایش سرعت، افزایش می‌یابد. همچنین آن‌ها نتیجه گرفتند که کاهش شتاب همواره تأثیری در انتشار آلاینده‌ها در تقاطع‌ها ندارد.</p>	<p>اثر سرعت خودرو بر انتشارات خروجی از اگزوز را در چند تقاطع در هندوستان مورد بررسی قرار دادند.</p>	<p>پراشت و مائوریا (۲۰۱۳)</p>
<p>نتایج آن‌ها نشان می‌دهد انتشار مونواکسید کربن را برابر ۱.۱۴ گرم بر کیلووات ساعت، اکسیدهای نیتروژن برابر ۵ گرم بر کیلووات ساعت و اکسیدهای گوگرد برابر ۰.۰۰۴ گرم بر کیلووات ساعت و ذرات معلق برابر ۰.۷۳ گرم بر کیلووات ساعت می‌باشد. در مقایسه با استانداردهای EPA^{۱۸} انتشار مونواکسیدکربن و اکسیدهای گوگرد مجاز و اکسیدهای نیتروژن ۲ برابر و ذرات معلق ۳۶ برابر استاندارد است.</p>	<p>آن‌ها به تخمین غلظت آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروها با استفاده از افزار BREEZEAERMOD در پایانه‌های مسافری شهری پرداخته‌اند.</p>	<p>شفیع پور و همکاران (۲۰۱۳)</p>
<p>۴ پارامتر اساسی برای ارزیابی چرخه رانندگی یعنی شتاب مثبت، حالت سکون، حالت گشت‌زنی و سرعت متوسط چرخه با ترکیب آماری ریزسفرها بدست آمد. سپس با استفاده از داینامومترشاسی براساس سرعت‌های مختلف میزان آلاینده‌های مختلف جاکارتای اندونزی بدست آمد. براساس تئوری رفتار برنامه‌ریزی شده TRB، تغییر نگرش در استفاده از حمل‌ونقل عمومی به جای استفاده از خودروهای شخصی در افراد بررسی شد و میزان</p>	<p>ایجاد چرخه رانندگی به منظور بررسی فاکتورهای انتشار و مصرف سوخت شهر جاکارتای اندونزی.</p>	<p>سیافریزال و همکاران (۲۰۱۴)</p>

<p>فاکتورهای انتشار پس از بهبودنگرش در افراد در استفاده از حمل و نقل 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 چهار فاکتور انتشار مونوکسیدکربن، هیدروکربن، دی‌اکسیدکربن و اکسید نیتروژن کاهش می‌یابد.</p>	<p>ایجاد چرخه رانندگی به منظور بررسی فاکتورهای انتشار و مصرف سوخت شهرجا کارتای اندونزی</p>	<p>سیافریزال و همکاران (۲۰۱۴)</p>
<p>نتیجه گرفتند که سطوح غلظت مونوکسیدکربن در برخی مناطق پارکینگ بیشتر از غلظت توصیه شده توسط آیین-نامه مصر می‌باشد، اما متوسط غلظت مونوکسیدکربن پایین‌تر از مقادیر آیین‌نامه کشور مصر می‌باشد.</p>	<p>بررسی عملکرد سیستم تهویه پارکینگالتحریر با استفاده ازمدل دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) در کشور مصر.</p>	<p>عصام خلیل و همکاران (۲۰۱۵)</p>
<p>با استفاده از مدل‌سازی حرکت ماشین، میزان مونوکسیدکربن در نقاط نزدیک به ورودی و خروجی‌ها دارای درصد خطای بیشتری بوده و میزان مونوکسیدکربن را بیشتر از مقادیر اندازه‌گیری شده محاسبه می‌کنند. همچنین نتیجه گرفته شده است که غلظت آلودگی در نقاط منتهی به ورودی پارکینگ کمتر بوده و غلظت آن در نقاط نزدیک به خروجی‌های آلودگی نسبتاً زیاد می‌باشد.</p>	<p>مدل‌سازی اثر حرکت ماشین بر پخش آلودگی در پارکینگ‌های بسته با استفاده از مدل آشفستگی K-ε.</p>	<p>امنیان و همکاران (۲۰۱۶)</p>

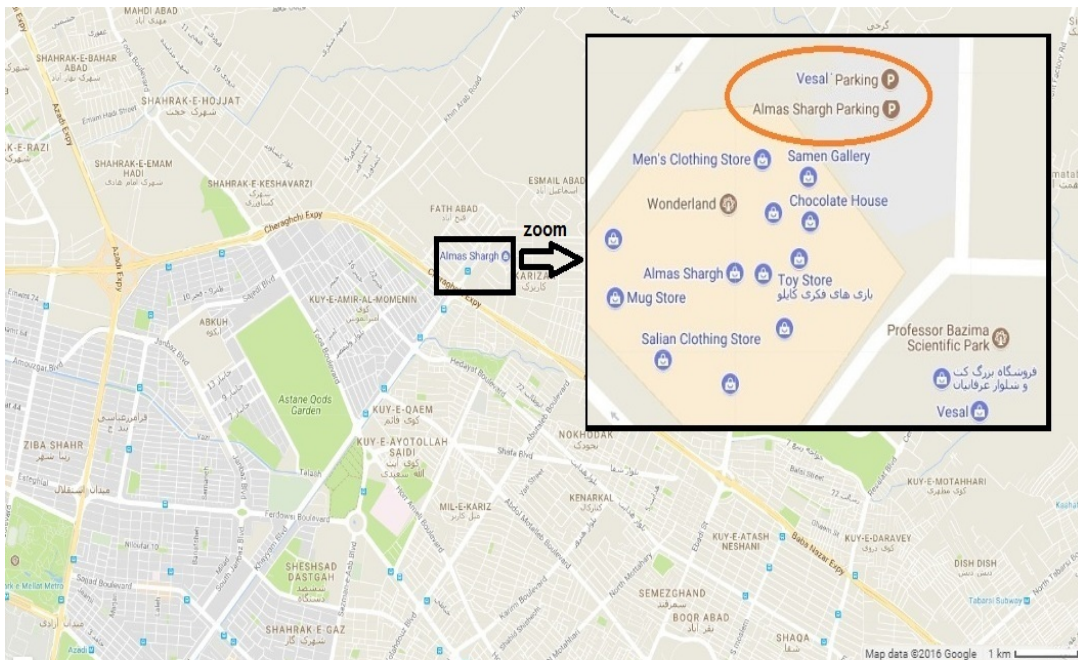
<p>آن‌ها دریافتند که مونوکسیدکربن از بین آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودرو، بیشترین سهم را در میان انتشارات معیاردار می‌باشد. با مقایسه فاکتورهای انتشار خروجی از اگزوز خودرو در شهر مشهد با پکن، پونه و مکزیک مشخص شد که در چرخه رانندگی مشهد مونوکسیدکربن بیشترین سهم آلاینده معیار خروجی از میان سه منطقه دیگر دارا می‌باشد.</p>	<p>تعیین چرخه رانندگی به منظور تخمین آلاینده های هوا در راه های درون شهری در شهر مشهد.</p>	<p>پوراسماعیلی و همکاران (۲۰۱۸)</p>
--	--	-------------------------------------

فصل سوم

بر آورد ضرایب انتشار

۳-۱- مقدمه

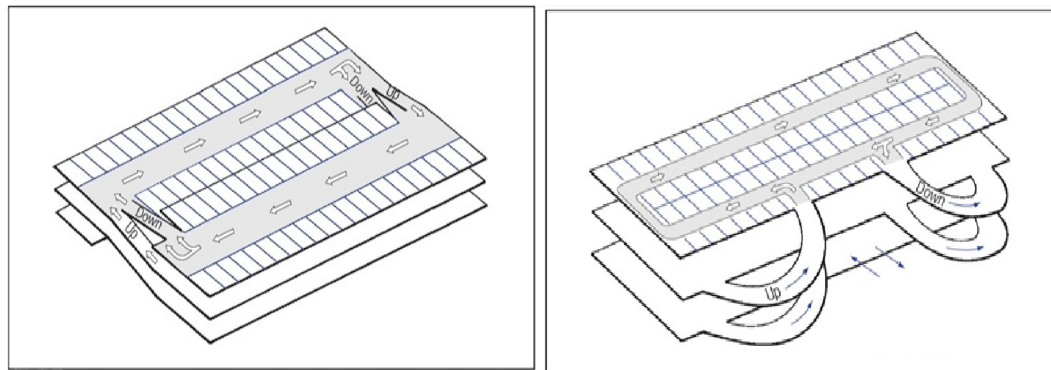
در این پژوهش دو پارکینگ مجتمع تجاری که در مرکز شهر مشهد واقع شده‌اند و نزدیک بزرگراه اصلی شهید چراغچی می‌باشد، جهت مطالعه موردی انتخاب شده‌اند. علت انتخاب این دو پارکینگ در مرکز شهر، این است که از نظر موقعیت از پرفت و آمدترین پارکینگ‌های تجاری در مشهد هستند. همچنین این دو پارکینگ از نظر تنوع اتوموبیل‌های ورودی به پارکینگ شرایط مطلوبی دارند. شکل (۱) موقعیت این پارکینگ‌ها را در شهر مشهد نمایش می‌دهد.



شکل ۳-۱ موقعیت پارکینگ‌های الماس شرق و وصال در شهر مشهد (منبع: GOOGLE MAPS).

پارکینگ مجتمع‌های تجاری الماس شرق و وصال گنجایش بیش از ۲۵ وسیله نقلیه را دارند، بنابراین با توجه به مبحث چهارم مقررات ملی ساختمان از نوع پارکینگ‌های بزرگ محسوب می‌شوند. (مبحث چهارم مقررات ملی ساختمان، ۱۳۹۵). پارکینگ‌های طبقاتی دارای پیکربندی‌های مختلفی هستند و عامل متمایزکننده آن‌ها نحوه استفاده از رمپ جهت

جابجایی خودروها بین طبقات است. در حالت کلی، یا طبقات پارکینگ به طور کامل از یکدیگر جدا بوده و تنها با رمپ به یکدیگر مرتبط هستند و یا تمام طبقات توسط اتصالات نیم طبقه‌ای به یکدیگر راه دارند. حداکثر میزان شیب رمپ دسترسی به پارکینگ ۱۶ درصد می‌باشد (مبحث چهارم مقررات ملی ساختمان، ویرایش سوم، ۱۳۹۶). همچنین میانگین سرعت مجاز در پارکینگ بین ۵-۱۰ مایل بر ساعت می‌باشد (انجمن بزرگراه‌های دولتی و حمل و نقل آمریکا، ۲۰۱۱). دو هندسه متداول پارکینگ‌های طبقاتی در شکل (۲-۳) نمایش داده شده است. با توجه به شکل (a) ۲-۳، پارکینگ دارای طبقاتی جدا از هم است و آلودگی بین طبقات تنها از طریق رمپ‌ها قابل انتقال است. در شکل (b) ۲-۳، پارکینگ علاوه بر رمپ‌ها، اتصال بین نیم طبقات هم عامل انتقال آلودگی بین بخش‌های مختلف پارکینگ است. در این پژوهش، به دلیل این‌که پارکینگ‌های تجاری الماس شرق و وصال دارای هندسه‌ی متداول پارکینگ‌های طبقاتی از نوع (a) ۲-۳ هستند، پارکینگ تجاری الماس شرق با عنوان کلی پارکینگ (۱)، و پارکینگ تجاری وصال با عنوان کلی پارکینگ (۲) بیان می‌شوند.



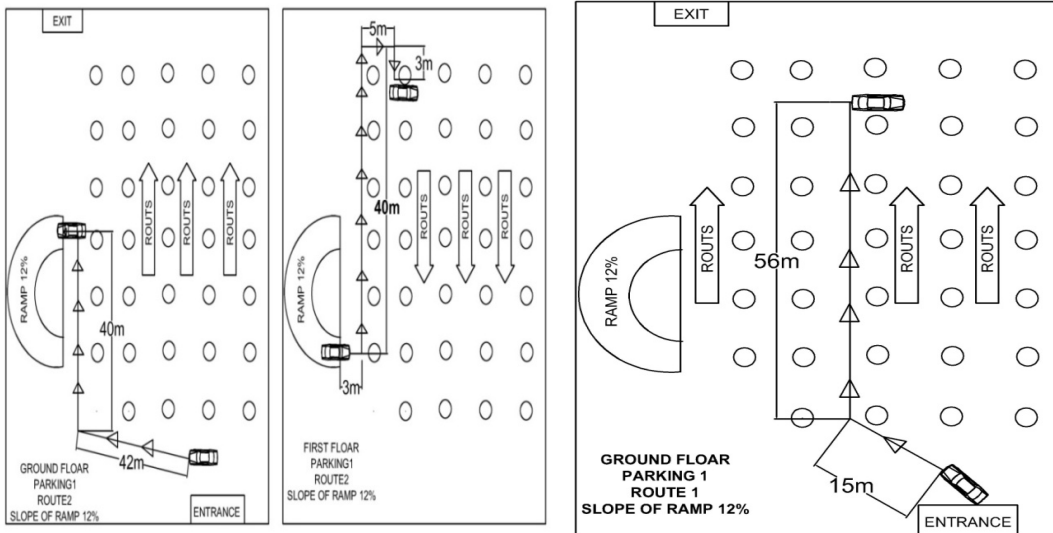
(b)

(a)

شکل ۲-۳ هندسه متداول پارکینگ‌های طبقاتی (ضوابط مربوط به پارکینگ‌های چند طبقه و

زیرزمینی، ۲۰۱۱).

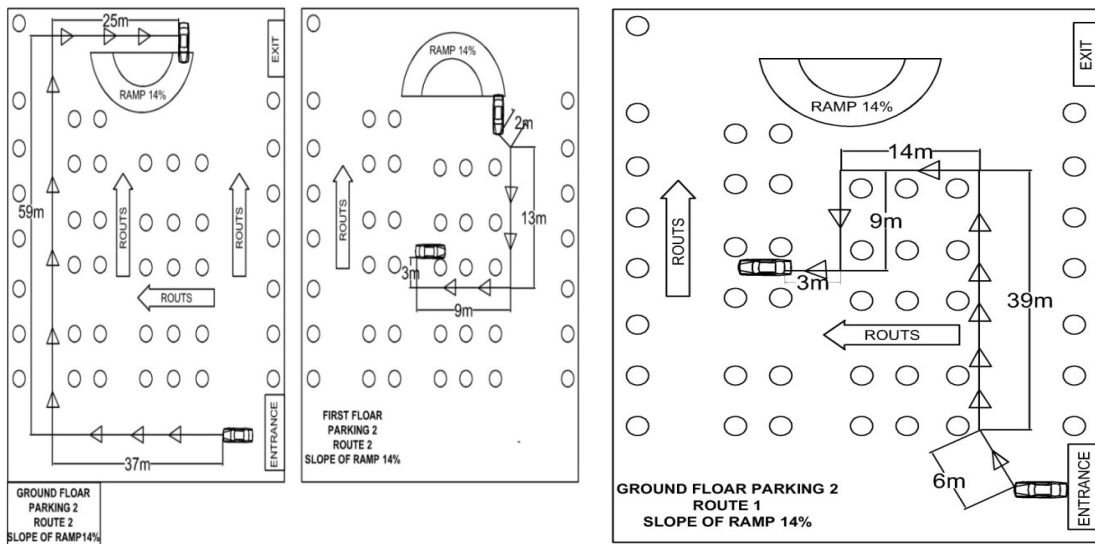
پارکینگ مجتمع تجاری الماس شرق، با مساحتی بالغ بر ۳۱۰۰۰ مترمربع در ۵ طبقه مجاور مجموعه تجاری، منظور گردیده است که به وسیله پل و تونل مستقیماً به مجموعه ارتباط دارد و گنجایش ۱۵۰۰ دستگاه خودرو را دارا می‌باشد. پارکینگ مجتمع تجاری وصال، در ۶ طبقه و با مساحت ۲۵۰۰۰ مترمربع احداث شده است که ظرفیت ۱۲۰۰ دستگاه خودرو را دارا می‌باشد. در این پژوهش به منظور بررسی انتشار آلاینده‌ها به طور دقیق، از دو مسیر در هر پارکینگ استفاده شده است. مسیر اول، مسیر مستقیم در طبقه همکف پارکینگ‌های طبقاتی و مسیری دوم، مسیر دارای رمپ متصل به طبقه اول پارکینگ‌های طبقاتی می‌باشد. این دو مسیر، مسیرهای اصلی عبور و مرور خودروها بوده‌اند. همچنین خودروها به گونه‌ای انتخاب شده‌اند که از فراوانی مطلوبی در استفاده از پارکینگ‌های (۱) و (۲) برخوردار باشند. براساس اطلاعات گرفته شده از حراست پارکینگ‌های الماس شرق و وصال نزدیک به ۷۰ درصد خودروهایی که از این پارکینگ‌ها استفاده می‌کنند، از نظر دسته‌بندی خودروها براساس حجم موتور در دسته متوسط قرار دارند. پلان پارکینگ طبقاتی (۱) به همراه مسیرهای برداشت داده‌های سرعت و انتشار خودروها، در شکل (۳-۳) و پلان پارکینگ طبقاتی (۲) به همراه مسیرهای برداشت داده‌های سرعت و انتشار آلاینده‌های خودرو، در شکل (۳-۴) نمایش داده شده است.



(b) طبقه اول

(a) طبقه همکف

شکل ۳-۳-۳ هندسه‌ی پارکینگ (۱) به همراه مسیرهای برداشت داده‌های سرعت و انتشار آلاینده‌های خروجی از آگروز خودروهای سواری



(b) طبقه اول

(a) طبقه همکف

شکل ۳-۴-۴ هندسه‌ی پارکینگ (۲) به همراه مسیرهای برداشت داده‌های سرعت و انتشار آلاینده‌های خروجی از آگروز خودروهای سواری

۲-۲- فیلتر کردن داده‌های سرعت

فرآیند فیلتر کردن داده‌های سرعت زمان 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 غیرعادی: 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 درون‌یابی 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 درون‌یابی 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^{۱۹} 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.

همچنین مشخصات خودروهای سواری مورد استفاده در این پژوهش، در جدول ۳-۱ نشان داده شده است.

جدول ۳-۱ مشخصات خودروهای سواری مورد استفاده در پژوهش

نوع خودرو	نوع سوخت	اندازه موتور	کنترل سوخت/هوا	کنترل اگزوز	کنترل بخار	سن
خودروی سواری (۱)	بنزین بدون سرب اکتان ۹۵	متوسط	سیستم پاشش چند نقطه‌ای	۳گانه	تهویه کارتر مثبت	۸۰-۱۶۱ هزار کیلومتر
خودروی سواری (۲)	بنزین بدون سرب اکتان ۸۷ و ۹۵	متوسط	سیستم پاشش چند نقطه‌ای	۳گانه	تهویه کارتر مثبت	۸۰-۱۶۱ هزار کیلومتر

۳-۳- توصیف روش برآورد سهم انتشار گازهای منتشره از اگزوز و ثبت داده-های انتشار (برداشت میدانی)

یکی از روش‌های دقیق اندازه‌گیری انتشارات آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودرو، روش اندازه‌گیری میدانی است. این روش با توجه به ویژگی‌های ترافیکی و طرح هندسی برآورد دقیقی از نرخ انتشار آلاینده‌های خروجی از اگزوز در پارکینگ مورد مطالعه دارد. در این پژوهش از دستگاه AVL DITEST MDS ۲۱۵ به منظور برداشت داده‌های آلاینده‌ی خروجی از اگزوز استفاده می‌گردد. دستگاه AVL داده‌های انتشار را به صورت ثانیه به ثانیه در تبلت مخصوص سازمان پایش محیط زیست نمایش می‌دهد. شکل‌های ۳-۵ تا ۳-۹ این دستگاه را نشان می‌دهد.



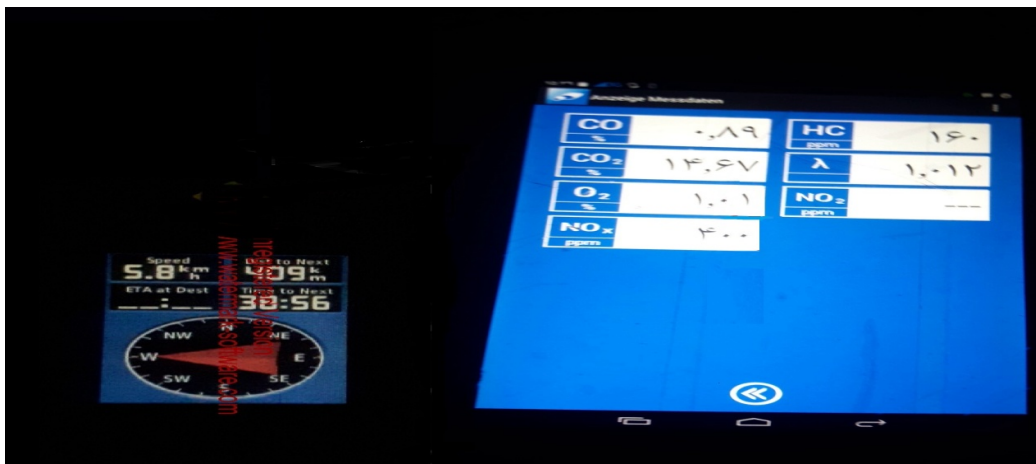
شکل ۳-۵ حضور اتوموبیل سازمان پایش محیط زیست در محل پارکینگها به منظور برداشت داده‌های انتشار آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری



شکل ۳-۶ دستگاه AVL DITESTMDS215



شکل ۳-۷ اتصال دستگاه به اگزوز خودروها



شکل ۳-۸ ثبت داده‌های انتشار آلاینده‌های خروجی از اگزوز و سرعت خودروهای سواری



شکل ۳-۹ ثبت داده‌های دور موتور خودروهای سواری

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

$$\text{معادله } CO(g/s) = Q_{\text{exhaust}} \times \frac{M_{CO} \times CO\% \times 10^{-2}}{0.0283} \quad (1-3)$$

$$\text{معادله } HC(g/s) = Q_{\text{exhaust}} \times \frac{M_{HC} \times HC_{ppm} \times 10^{-6}}{0.0283} \quad (2-3)$$

$$\text{معادله } NO_x(g/s) = Q_{\text{exhaust}} \times \frac{M_{NO_x} \times NO_x(ppm) \times 10^{-6}}{0.0283} \quad (3-3)$$

$$\text{معادله } CO_2(g/s) = Q_{\text{exhaust}} \times \frac{M_{CO_2} \times CO_2(\%) \times 10^{-2}}{0.0283} \quad (4-3)$$

که در این روابط:

M_{HC} (g/mol): وزن مولی HC

M_{CO} (g/mol) : وزن مولی CO

M_{NO_x} (g/mol) : وزن مولی NO_x

M_{CO_2} (g/mol) : وزن مولی CO_2

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

پس از بدست آوردن مقدار CO ، HC ، NO_x و CO_2 بر حسب گرم بر ثانیه مقدار متوسط

فاکتور انتشار از فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$\text{فاکتور انتشار متوسط بر حسب گرم بر کیلومتر} = \frac{3600 \times \sum_t^n e_t}{\sum_t^n V_t} \quad (5-3)$$

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.

۳-۴- برآورد داده‌های انتشار توسط مدل انتشار IVE

مدل IVE برای محاسبات مربوط به فاکتورهای انتشار خروجی از اگزوز نیازمند اطلاعات زیر می‌باشد:

۳-۴-۱- رفتار رانندگی

سرعت، شتاب مثبت و منفی از پارامترهای تأثیر گذار بر انتشارات اگزوز خودروها هستند. در مدل IVE، الگوی رانندگی با استفاده از دو پارامتر بیان می‌شود: (۱) توان خاص خودرو (VSP) (۲) تنش موتور^{۲۱}. بیان ریاضی VSP اولین بار توسط خیمنز^{۲۲} 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 به 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، ۲۰۱۳]. بررسی این دو پارامتر، تأثیر سرعت، شیب راه، شتاب مثبت و شتاب منفی بر میزان گازهای خروجی از اگزوز خودرو برای شرایط

^{۲۰} Vehicle Specific Power
^{۲۱} Engine stress
^{۲۲} Jimenez

عملیاتی مختلف را نشان می‌دهد [یاو و همکاران^{۲۳}، ۲۰۱۳]. VSP و تنش موتور به ترتیب از معادلات زیر بدست می‌آید:

$$VSP = V \times [1.1a + 9.81(\arctan(\sin(\text{grade}))) + 0.132] + 0.000302V^3 \quad (6-3)$$

$$V = (\text{m/s}) \text{ سرعت خودرو} \quad VSP(\text{Kw/ton}) = \text{توان موثر خودرو}$$

$$\text{grade} = \text{شیب زمین در مکان مورد نظر} \quad a = (\text{m/s}^2) \text{ شتاب خودرو}$$

$$\text{توان متوسط پیشین} \times (\text{ton/Kw}) + 0.08 \text{ RPMINDEX} = \text{تنش موتور} \quad (7-3)$$

$$\text{متوسط (2- به 5- VSP t) = توان متوسط پیشین} \quad (8-3)$$

$$\text{RPMINDEXmin} = 0.9 \text{ جداکننده سرعت / t=0 سرعت} = \text{RPMINDEX} \quad (9-3)$$

دسته بندی جدا کننده سرعت بر اساس حداکثر و حداقل سرعت و VSP، مطابق جدول (۲-۳) بدست می‌آید. مدل انتشار IVE، VSP را به ۶۰ دسته تقسیم کرده است. این ۶۰ دسته با توجه به مقادیر تنش موتور، به ۳ گروه با مشخصات تنش موتور پایین، تنش موتور متوسط و تنش موتور بالا تقسیم می‌شود. با توجه به نتایج داده‌های پژوهش، تنش موتور خودروهایی سواری در پارکینگ‌های طبقاتی در دسته‌ی تنش موتور پایین قرار می‌گیرد. بنابراین محدوده‌ی مورد بررسی برای VSP و تنش موتور در این پژوهش، در ۲۰ دسته-ی ابتدایی قرار دارد. در جدول (۳-۳) دسته‌بندی مقادیر VSP را در ۲۰ دسته‌ی ابتدایی مشاهده می‌کنیم (ISSRC، ۲۰۰۸). در این پژوهش فراوانی VSP در طبقات همکف پارکینگ‌های طبقاتی در شکل (a) ۱۰-۳، و فراوانی VSP در طبقات اول پارکینگ‌های طبقاتی در شکل (b) ۱۰-۳ نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل‌های ۱۰-۳ مشاهده می‌کنیم، فراوانی داده‌های VSP، بیشتر بین اعداد ۲- تا ۲+ می‌باشد. همچنین محدوده‌ی تنش موتور در این ۲۰ دسته، بین ۱/۶- تا ۳/۱+ می‌باشد. پس می‌توان نتیجه گرفت خودرو در پارکینگ‌های طبقاتی در حالت تنش موتور پایین و توان موثر متوسط قرار می‌گیرد. داده‌های VSP به

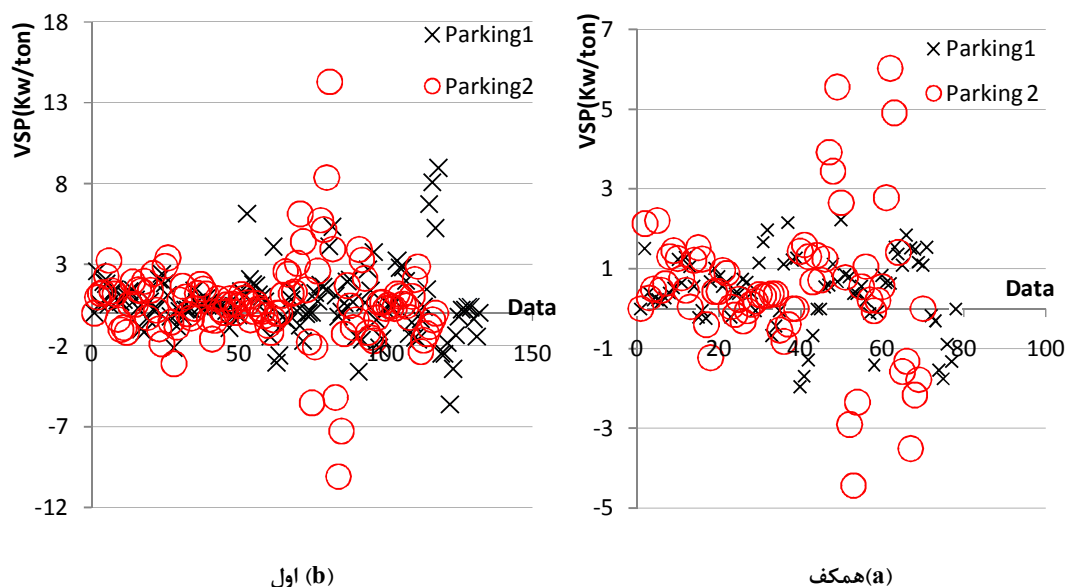
دست آمده ، بر حسب درصد برای هر دسته به مدل IVE وارد می شود.

جدول ۲-۳ مقادیر جداکننده سرعت براساس محدوده سرعت و VSP های مختلف (ISSRC, 2008).

Speed cut(m/s)		Power cut(kw/ton)		Speed divider(s/m)
Max		Min	Max	
Min				
0	5.4	-20	400	3
5.4	8.5	-20	16	5
5.4	8.5	16	400	3
8.5	12.5	-20	16	7
8.5	12.5	16	400	5
12.5	50	-20	16	13
12.5	50	16	400	5

جدول ۳-۳ دسته بندی VSP و حالت های تنش برای دسته تنش پایین (۱/۶- تا ۳/۱+) (ISSRC, ۲۰۰۸).

Bin	0	1	2	3	4	5	6
Vsp cut point	- 80	- 44	- 39.9	- 35.8	- 31.7	- 27.6	- 23.4
Bin	7	8	9	10	11	12	13
Vsp cut point	- 19.3	- 15.2	- 11.1	- 7	- 2.9	+ 1.2	+ 5.3
Bin	14	15	16	17	18	19	
Vsp cut point	+ 9.4	+ 13.6	+ 17.7	+ 21.8	+ 25.9	+ 30	

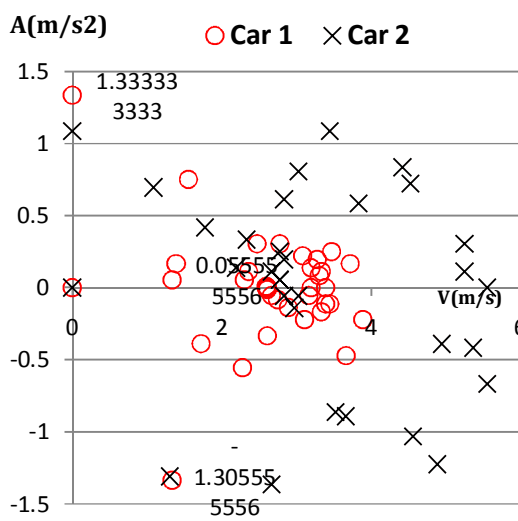


شکل ۳-۱۰ فراوانی مقادیر VSP در طبقه همکف و اول پارکینگ‌های (۱) و (۲)

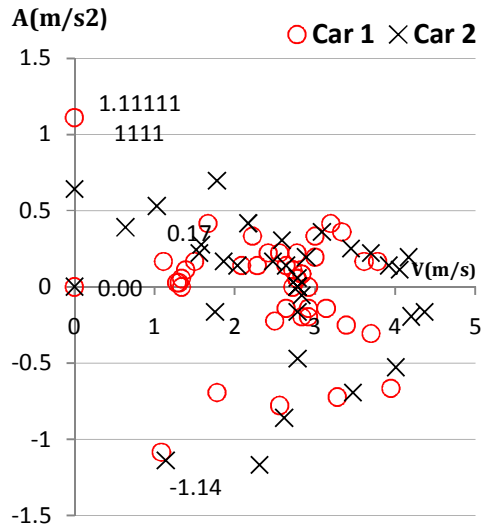
با توجه به شکل‌های (a) ۳-۱۰ و (b) ۳-۱۰ و همچنین فرمول ریاضیاتی VSP، می‌توان نتیجه گرفت که مقادیر شتاب و تغییرات آن زیاد نیست و با دانستن این نکته که در پارکینگ‌ها همواره محدودیت سرعت وجود دارد، این مقادیر منطقی به نظر می‌رسند. با توجه به شکل (a) ۳-۱۱ که فراوانی مقادیر سرعت و شتاب را در طبقه همکف پارکینگ (۱) نشان می‌دهد، مقدار بیشینه شتاب $1/11$ متر بر مجذور ثانیه و مقدار کمینه شتاب $-1/14$ متر بر مجذور ثانیه می‌باشد. همچنین در شکل (b) ۳-۱۱ که مقادیر سرعت و شتاب را در طبقه همکف پارکینگ (۲) نشان می‌دهد، مقدار بیشینه شتاب $1/33$ متر بر مجذور ثانیه و مقدار کمینه شتاب $-1/31$ متر بر مجذور ثانیه می‌باشد. در شکل (a) ۳-۱۲ همان‌طور که مشخص است مقدار بیشینه شتاب در طبقه اول پارکینگ (۱)، $1/47$ متر بر مجذور ثانیه و مقدار کمینه شتاب $-1/47$ متر بر مجذور ثانیه و در شکل (b) ۳-۱۲ مقدار بیشینه شتاب $1/53$ متر بر مجذور ثانیه مقدار کمینه شتاب $-1/97$ متر بر مجذور ثانیه می‌باشد.

با توجه به شکل‌های ۱۱ و ۱۲ می‌توان نتیجه کلی گرفت که تغییرات سرعت و شتاب در

پارکینگ‌های طبقاتی پایین است و با توجه به همین مقادیر سرعت و شتاب، می‌توان نتیجه کلی گرفت که مقادیر VSP در تمامی پارکینگ‌های طبقاتی در دسته یازدهم قرار می‌گیرند.

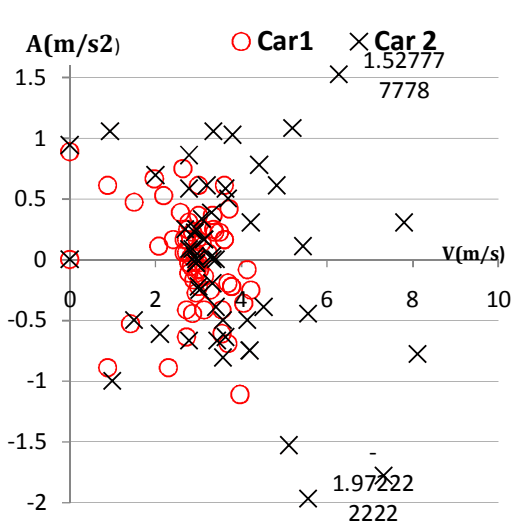


(b) پارکینگ (۲)

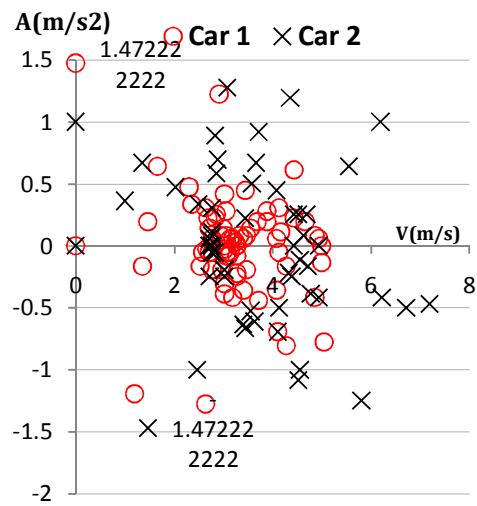


(a) پارکینگ (۱)

شکل ۳-۱۱ فراوانی مقادیر سرعت و شتاب در طبقه همکف پارکینگ‌های (۱) و (۲)



(b) پارکینگ (۲)



(a) پارکینگ (۱)

شکل ۳-۱۲ فراوانی مقادیر سرعت و شتاب در طبقه اول پارکینگ‌های (۱) و (۲)

۳-۴-۲- الگوی استارت خودرو

مشابه الگوی رانندگی، استارت‌های مختلف نیز می‌تواند اثر قابل توجهی بر انتشارات خروجی اگزوز 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 [دولیجر^{۲۴}، ۱۹۹۷]. مدت زمان خاموش بودن خودرو بر روی استارت سرد خودرو تأثیر می‌گذارد. در این پژوهش بدلیل آن‌که پیش گرمایش خودرو انجام شده از استارت سرد صرف نظر شده است.

۳-۴-۳- شرایط محیطی

دمای محیط و رطوبت نسبی دیگر پارامترهای محلی هستند که برای تعدیل انتشار در مدل IVE استفاده می‌شوند. از این‌رو در هنگام آزمایش باید اطلاعاتی در مورد دمای محیط و رطوبت نسبی جمع‌آوری شود. داده‌های انتشار در فصل زمستان برداشت شده‌اند. در این پژوهش رطوبت نسبی داخل پارکینگ‌ها ۲۰ درصد و دمای داخل پارکینگ‌ها ۱۰ درجه سلسیوس اندازه‌گیری شده است. ضمناً برداشت داده‌ها در دسامبر سال ۲۰۱۷ میلادی برداشت شده است.

۳-۴-۴- ویژگی‌های سوخت

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

در حد بالا (۰.۳٪) و مقدار اکسیژن و سرب تقریباً صفر در نظر گرفته شده است.

۳-۴-۵- توزیع ناوگان حمل و نقل

در مدل IVE در مجموع ۱۳۷۲ تکنولوژی مختلف ارائه شده است. این تکنولوژی‌ها بر اساس جزئیاتی شامل نوع خورو، حجم موتور، کنترل هوا/سوخت، سیستم کنترل اگزوز، سیستم‌های کنترل بخار و سن خودرو که بصورت کیلومتر سفردر هزار کیلومتر ارائه شده است. در این پژوهش از دو خودروی با حجم موتور متوسط استفاده شده است. مشخصات این دو خودرو که مورد نیاز مدل IVE می‌باشد، در جدول (۳-۱) آورده شده است. خودروها از نظر حجم 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 (PCV) دارند، در این فرآیند کارتر برای تولید فشار منفی در کارتر به سوپاپ هوای موتور متصل شده است و ترکیبات آلی فرار را به سیستم احتراق موتور به منظور سوختن آن‌ها با باقیمانده‌ی سوخت می‌راند. اگزوز خودرو توسط کاتالیزور سه راهه کنترل می‌شود، این کاتالیزور باعث کاهش مونوکسید کربن و ترکیبات آلی فرار و اکسیدهای نیتروژن منتشر شده از موتور خودرو می‌شود. کنترل هوا/سوخت در این‌جا 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 سیلندرها ی موتور تزریق شود.

۳-۵- برآورد میزان جریان خروجی اگزوز بر اساس دور موتور

یکی از عوامل تأثیر 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 بر حسب 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 می‌شود. ابتدا باید از صحت و سلامت کیسه مورد استفاده اطمینان حاصل گردد به همین منظور کیسه پلاستیکی پر از آب می‌شود تا اطمینان حاصل شود که کیسه پلاستیکی کاملاً سالم است. سپس مقدار حجم آب موجود در کیسه پلاستیکی اندازه گیری می‌شود. پس از اطمینان از صحت کیسه و محاسبه حجم آن زمان پر شدن کیسه پلاستیکی بر حسب دور موتور مختلف بدست می‌آید. سپس دبی حجمی خروجی از اگزوز خودرو برای دوره‌های مختلف خودرو با تقسیم حجم کیسه پلاستیکی بر زمان بر حسب مترمکعب بر ثانیه بدست می‌آید. معادله دبی در برابر دور موتور با استفاده از مدل رگرسیون در نرم‌افزار SPSS به صورت معادله (۴-۸) بدست می‌آید. براساس نتایج حاصل از SPSS میزان ضریب همبستگی (R^2)، حاصل از این مدل ۰/۹۵ می‌شود. همچنین معناداری مدل نیز نزدیک به صفر می‌گردد.

$$Q = (e^{1.266RPM+0.01})/1000 \quad (10 - 3)$$

که در اینجا

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

$RPM =$ دور موتور بر حسب ۱۰۰۰ دور بر دقیقه

۳-۶- به دست آوردن ضرایب تعدیل و همسان سازی بین داده‌های میدانی و مدل

IVE

یکی از اهداف این پژوهش به دست آوردن ضرایب تعدیل در طبقات همکف و اول، به منظور همسان سازی داده‌های میدانی و مدل IVE می‌باشد. بدین ترتیب که بعد از به دست آوردن فاکتورهای انتشار میدانی و مدل IVE، با تقسیم فاکتور انتشار میدانی بر مدل IVE هر

آلاینده، ضریب تعدیل برای طبقات همکف و اول به دست می‌آید. با توجه به این که هندسه-
ی دو پارکینگ (۱) و (۲)، هندسه‌ی متداول پارکینگ‌های طبقاتی هستند ضرایب تعدیل به
دست آمده برای هر پارکینگ طبقاتی قابل تعمیم است.

فصل چهارم

بررسی نتایج

۴-۱- مقدمه

در این فصل به بررسی نتایج حاصل از داده‌هایی که در فصل سوم به دست آمده‌اند می‌پردازیم. در این فصل ابتدا ضرایب انتشار میدانی مشخص می‌شوند و به بررسی تأثیرشتاب خودروی سواری بر نحوه‌ی انتشار آلاینده‌های خروجی از اگزوز پرداخته می‌شود. سپس ضرایب انتشار مدل برای هر آلاینده‌ی خروجی از اگزوز به دست می‌آیند. با داشتن ضرایب انتشار میدانی و مدل IVE، ضرایب تعدیل برای هر آلاینده‌ی خروجی از اگزوز خودرو به دست می‌آید.

۴-۲- بررسی میزان تأثیرشتاب بر نحوه‌ی انتشار آلاینده‌های خروجی از

اگزوز

برای بررسی میزان تأثیرشتاب خودروهای موردآزمایش، ابتدا باید ضرایب انتشار میدانی آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری در پژوهش مشخص شود. در بخش‌های زیر به بررسی ضرایب انتشار میدانی و سپس تأثیر شتاب بر نحوه‌ی انتشار آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری می‌پردازیم.

۴-۲-۱- مقادیر ضرایب انتشار میدانی آلاینده‌های خروجی از اگزوز

ضرایب انتشار میدانی برحسب گرم بر کیلومتر در جدول‌های (۴-۱) و (۴-۲) نمایش داده شده‌اند. بیشترین سهم انتشار در آلاینده‌های خروجی از اگزوز در پارکینگ‌های طبقاتی را به ترتیب آلاینده‌های دی‌اکسید کربن (CO_2)، مونوکسید کربن (CO)، اکسیدهای نیتروژن (NO_x) و هیدروکربن‌ها (HC) دارند. همان‌طور که در جدول (۴-۱) مشاهده می‌کنیم ضریب انتشار آلاینده‌ی اکسید نیتروژن (NO_x) در مسیر طبقات اول به علت وجود رمپ، افزایش بیشتری نسبت به سایر آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری دارد. در ادامه به بررسی تغییرات شتاب در پارکینگ‌های طبقاتی و تأثیرگذاری آن بر نحوه‌ی انتشار آلاینده‌های

خروجی از آگزوز خودرو می‌پردازیم.

مسیر ۱: مسیر طبقه همکف (بدون رمپ) مسیر ۲: مسیر طبقه اول (با رمپ)

جدول ۴-۱ ضرایب انتشار میدانی آلاینده‌های خروجی از آگزوز خودروهای سواری در پارکینگ‌های (۱) و (۲)

EF (gr/km)	CO(g/km)	CO ₂ (g/km)	NO _x (g/km)	HC(g/km)
Car1- Route1- P(1)	17.61	440.73	0.68	0.13
Car1- Route1- P(2)	16.99	440.06	0.85	0.09
Car2- Route1- P(1)	27	517.03	1	0.19
Car2- Route1- P(2)	23.88	550.03	0.95	0.13
Car1- Route2- P(1)	16.38	432.35	2.09	0.12
Car1- Route2- P(2)	19.14	437.9	1.77	0.12
Car2- Route2- P(1)	25.26	459.14	1.56	0.19
Car2- Route2- P(2)	24.29	467.45	1.09	0.11

پارکینگ (۲) = P(2)

پارکینگ (۱) = P(1)

۴-۲-۲- تأثیر تغییرات شتاب بر نحوه انتشار آلاینده‌های خروجی از آگزوز در طبقات

همکف

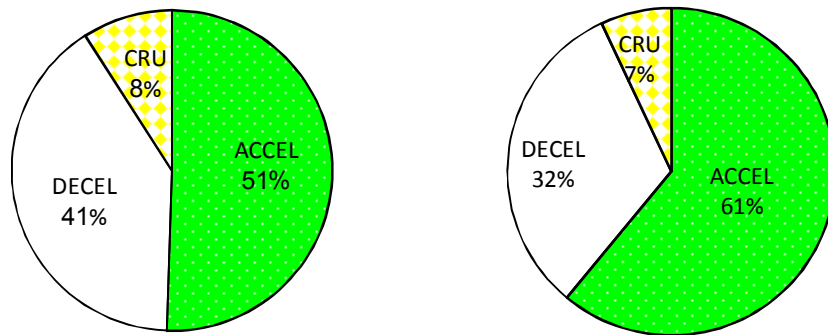
نحوه تغییرات شتاب خودروهای سواری در طبقات همکف پارکینگ‌های (۱) و (۲)، در شکل (۴-۱) نمایش داده شده است. همچنین مجموع انتشارات آلاینده‌های خروجی از آگزوز خودروها بر حسب گرم بر ثانیه در طبقه همکف پارکینگ‌های (۱) و (۲)، در شکل (۴-۲) نمایش

داده شده است. همان‌طور که در شکل (a) ۴-۱ مشاهده می‌کنیم، در پارکینگ (۱) چون تعداد گردش‌ها برای رسیدن به مکان توقف خودرو کمتر و طول مسیر مستقیم بیشتر است، فرآیند شتاب‌گیری خودروهای سواری^{۲۵}، ۱۰ درصد بیشتر از فرآیند شتاب‌گیری در پارکینگ (۲) می‌باشد. فرآیند شتاب صفر خودرو^{۲۶} تقریباً در دو پارکینگ یکسان است و فرآیند کاهش شتاب خودرو^{۲۷} در پارکینگ (۲)، ۹ درصد بیشتر است.

با مقایسه‌ی شکل‌های (a) ۴-۲ و (b) ۴-۲ می‌توان دریافت که در پارکینگ (۱)، چون فرآیند شتاب‌گیری بیشتری وجود داشته است، مجموع مقادیر انتشار تمامی آلاینده‌های خروجی از آگزوز بر حسب گرم بر ثانیه در طی این فرآیند بالاتر است. در حالت کاهش شتاب مقادیر انتشار تمامی آلاینده‌های خروجی از آگزوز در پارکینگ (۲) بیشتر است. در حالت شتاب صفر، مقادیر انتشار تمامی آلاینده‌های خروجی از آگزوز تقریباً ثابت است. با توجه به شکل-های (a) ۴-۳ و (b) ۴-۳ در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان عنوان کرد که در سرعت‌های پایین، مجموع انتشار آلاینده‌های خروجی از آگزوز خودروهای سواری بر حسب گرم بر ثانیه، در طی فرآیند شتاب‌گیری خودرو بیشتر از حالت‌های کاهش شتاب و شتاب ثابت است. به عنوان نمونه، با توجه به شکل‌های (a) ۴-۱ و (a) ۴-۳ می‌توان دریافت که با این‌که در طبقه همکف پارکینگ (۱)، فرآیند شتاب‌گیری ۶۱ درصد حالت رانندگی را شامل می‌شود، ولی ۶۸ درصد مجموع آلاینده‌های خروجی از آگزوز خودروی سواری، در طی این فرآیند وارد محیط پارکینگ شده است. همچنین با توجه به شکل‌های (b) ۴-۱ و (b) ۴-۳ می‌توان دریافت که با این‌که در طبقه همکف پارکینگ (۲)، فرآیند شتاب‌گیری ۵۱ درصد حالت رانندگی را شامل می‌شود، ولی ۵۸ درصد مجموع آلاینده‌های خروجی از آگزوز خودروی سواری، در طی این فرآیند از طریق آگزوز خودروهای سواری وارد محیط پارکینگ شده است. همچنین مجموع

Acceleration^{۲۵}
Cruise^{۲۶}
Deceleration^{۲۷}

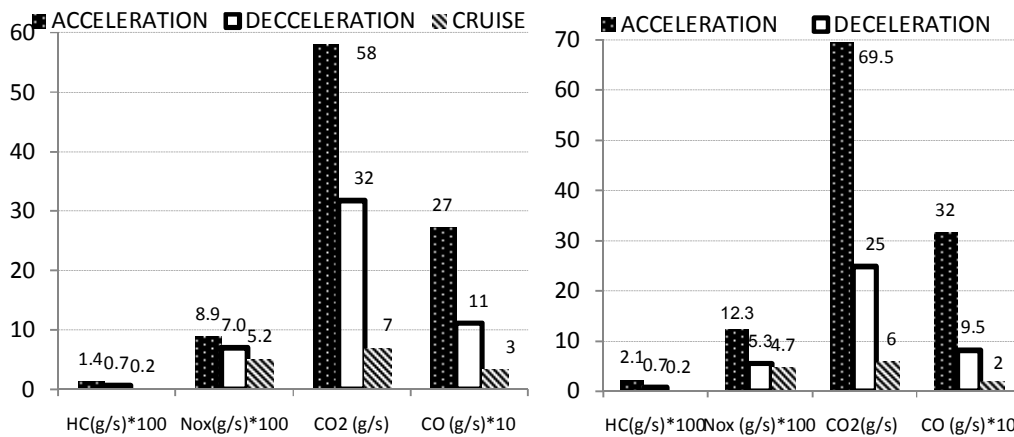
انتشارات آلاینده‌های خروجی از آگزوز خودروهای سواری در پارکینگ (۱) به ترتیب برای آلاینده‌های مونوکسیدکربن (CO)، دی‌اکسیدکربن (CO₂)، اکسیدهای نیتروژن (NO_x) و هیدروکربن‌ها (HC)، مقدار ۶، ۴، ۱۲ و ۳۰ درصد بیشتر از مجموع انتشارات آلاینده‌های خروجی از آگزوز خودروهای سواری در پارکینگ (۲) می‌باشد.



(b) پارکینگ (۲)

(a) پارکینگ (۱)

شکل ۴-۱ نحوه تغییرات شتاب خودروهای سواری در طبقه همکف پارکینگ‌های (۱) و (۲)

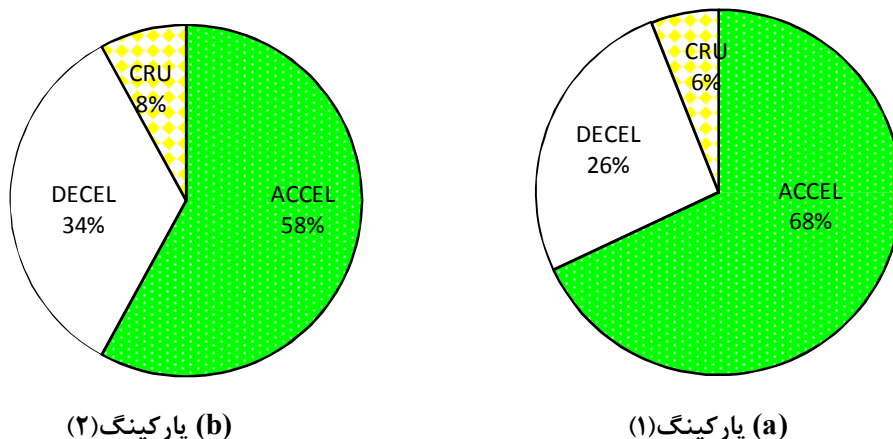


(b) پارکینگ (۲)

(a) پارکینگ (۱)

شکل ۴-۲ رابطه تغییرات شتاب خودروها بر نحوه انتشار آلاینده‌های خروجی از آگزوز در طبقه همکف

پارکینگ‌های (۱) و (۲)



شکل ۴-۳ رابطه‌ی انتشار تمامی آلاینده‌ها با تغییرات شتاب خودروهای سواری در طبقه همکف پارکینگ-های (۱) و (۲)

۴-۲-۳- تأثیر تغییرات شتاب بر نحوه‌ی انتشار آلاینده‌های خروجی از آگزوز در طبقات

اول

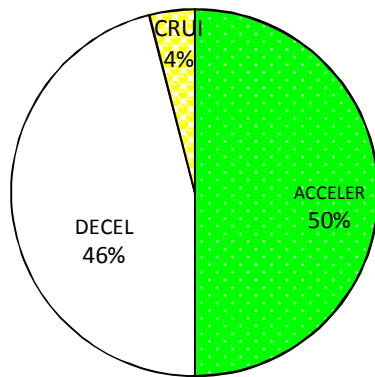
نحوه‌ی تغییرات شتاب خودروهای سواری در طبقات اول پارکینگ‌های (۱) و (۲) در شکل (۴-۴) نمایش داده شده است. همچنین مجموع انتشارات آلاینده‌های خروجی از آگزوز خودروها بر حسب گرم بر ثانیه در طبقه اول پارکینگ‌های (۱) و (۲)، در شکل (۴-۵) نمایش داده شده است. تعداد گردش‌ها برای رسیدن به نقطه‌ی توقف خودروهای سواری در دو پارکینگ برابر است. شیب رمپ ورودی به طبقات بالای همکف در پارکینگ (۱)، ۱۲ درصد و در پارکینگ (۲)، ۱۴ درصد می‌باشد. همان‌طور که در شکل‌های ۴-۴ مشاهده می‌کنیم، فرآیند شتاب‌گیری خودروهای سواری در پارکینگ (۲)، ۳ درصد بیشتر از پارکینگ (۱) است. فرآیند شتاب صفر خودرو در پارکینگ (۱) به میزان ۴ درصد بیشتر است و فرآیند کاهش شتاب خودرو در هر دو پارکینگ تقریباً یکسان است.

با مقایسه‌ی شکل‌های (a) ۴-۵ و (b) ۴-۵ می‌توان دریافت که در پارکینگ (۲)، چون فرآیند شتاب‌گیری بیشتری وجود داشته است، مجموع مقادیر انتشار تمامی آلاینده‌ها در طی این

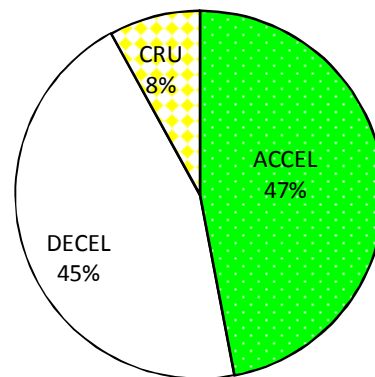
فرآیند بالاتر است. در حالت کاهش شتاب مقادیر انتشار تمامی آلاینده‌های خروجی از اگزوز در پارکینگ (۱) کمی بیشتر است. در حالت شتاب صفر مقادیر انتشار تمامی آلاینده‌های خروجی از اگزوز در پارکینگ (۱) بیشتر است. با توجه به شکل‌های ۴-۴(a) و ۴-۴(b) در یک نتیجه-گیری کلی می‌توان عنوان کرد که در سرعت‌های پایین، مجموع انتشار آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری، در طی فرآیند شتاب‌گیری خودرو، بیشتر از حالت‌های کاهش شتاب و شتاب ثابت است.

به عنوان نمونه، با توجه به شکل‌های ۴-۴(a) و ۴-۴(a) می‌توان دریافت که با این‌که در طبقه اول پارکینگ (۱)، فرآیند شتاب‌گیری ۴۷ درصد حالت رانندگی را شامل می‌شود، ولی ۵۲ درصد مجموع آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروی سواری، در طی این فرآیند وارد محیط پارکینگ شده است. همچنین با توجه به شکل‌های ۴-۴(b) و ۴-۴(b) می‌توان دریافت که با این‌که در طبقه اول پارکینگ (۲)، فرآیند شتاب‌گیری ۵۰ درصد حالت رانندگی را شامل می‌شود، ولی ۵۴ درصد مجموع آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروی سواری، در طی این فرآیند از طریق اگزوز خودروهای سواری وارد محیط پارکینگ شده است. همچنین مجموع انتشارات آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری در پارکینگ (۱) به ترتیب برای آلاینده‌های مونوکسیدکربن (CO)، دی‌اکسیدکربن (CO₂)، وهیدروکربن‌ها (HC)، مقدار ۱، ۵، ۱۱ و درصد بیشتر از مجموع انتشارات آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری در پارکینگ (۲) می‌باشد. همچنین مجموع انتشارات آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری در پارکینگ (۲)، برای آلاینده‌ی اکسیدهای نیتروژن (NO_x) مقدار ۵ درصد بیشتر از مجموع انتشارات آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری در پارکینگ (۱) می‌باشد. پس می‌توان عنوان کرد که افزایش شیب رمپ تأثیر زیادی در انتشار آلاینده‌ی اکسیدهای نیتروژن (NO_x) دارد. در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان عنوان کرد که در پارکینگ (۲)، به علت وجود رمپ با شیب تندتر (۱۴٪) فرآیند شتاب‌گیری بیشتر انجام می‌شود. در نتیجه

مجموع انتشارات آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری در طی این فرآیند بیشتر است. اما با مقایسه‌ی مجموع انتشارات آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری در طی تمامی فرآیندها، متوجه می‌شویم بازهم مجموع انتشارات در پارکینگ (۱)، کمی بیشتر است. پس می‌توان نتیجه گرفت که شیب تندتر در پارکینگ‌های طبقاتی موجب افزایش انتشارات آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری ناشی از فرآیند شتاب‌گیری می‌شود اما در مجموع کل انتشارات آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری تأثیر زیادی ندارد. علت این امر می‌تواند همواره رابطه‌ی معکوس بین شیب رمپ و طول رمپ باشد.

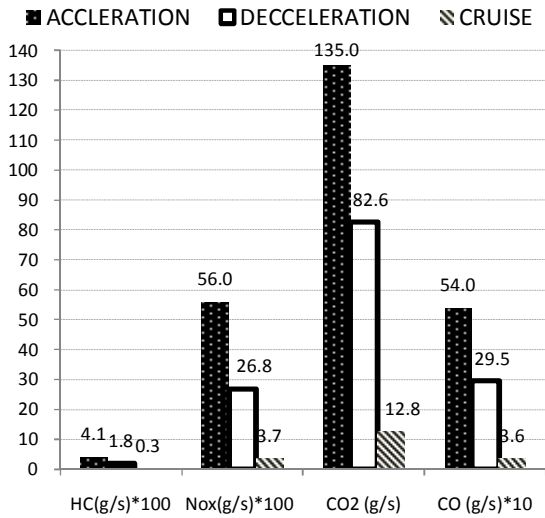


(b) پارکینگ (۲)

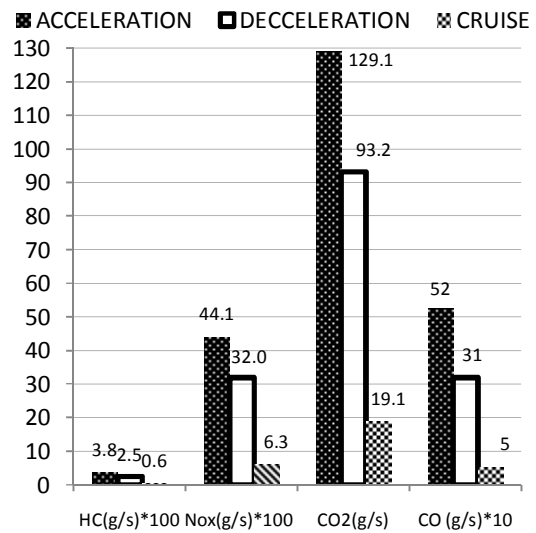


(a) پارکینگ (۱)

شکل ۴-۴ نحوه‌ی تغییرات شتاب خودروهای سواری در طبقه اول پارکینگ‌های (۱) و (۲)



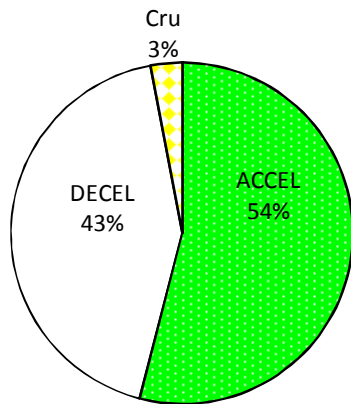
(b) پارکینگ (۲)



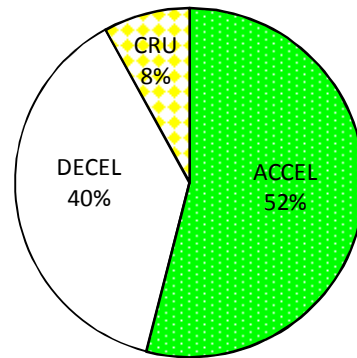
(a) پارکینگ (۱)

شکل ۴-۵ رابطه تغییرات شتاب خودروها بر نحوه انتشار آلاینده‌های خروجی از آگزوز در طبقه اول

پارکینگ‌های (۱) و (۲)



(b) پارکینگ (۲)



(a) پارکینگ (۱)

شکل ۴-۶ رابطه انتشار تمامی آلاینده‌ها با تغییرات شتاب خودروهای سواری در طبقه اول پارکینگ-

های (۱) و (۲)

۴-۳- به دست آوردن ضرایب انتشار مدل IVE و ارائه ضرایب تعدیل

مدل IVE جدیدترین مدلی است که توسط سازمان محیط‌زیست آمریکا عرضه شده است. یکی از قسمت‌های مدل IVE، قسمت BaseAdjustment است که در آن ضرایبی وارد می‌شود که بتوان بین ضرایب انتشار میدانی و مدل آلاینده‌های خروجی از آگزوز خودروهای سواری در پارکینگ‌های طبقاتی همسان سازی انجام داد. در این پژوهش پارکینگ‌های (۱) و (۲)، دارای هندسه متداول پارکینگ‌های طبقاتی هستند، پس برای هر پژوهشی در هر نقطه از دنیا که در زمینه انتشار آلاینده‌های خروجی از آگزوز خودروهای سواری در پارکینگ‌های طبقاتی انجام شود قابل تعمیم است. با توجه به این که پژوهش در دو طبقه‌ی همکف و اول پارکینگ‌های طبقاتی انجام شده است، ارائه‌ی دو دسته ضرایب تعدیل که یکی مربوط به انتشار آلاینده‌ها در طبقه همکف، و دیگری مربوط به انتشار داده‌ها در طبقه اول می‌باشد منطقی به نظر می‌رسد. برای به دست آوردن ضرایب تعدیل باید ضرایب انتشار میدانی را تقسیم بر ضرایب انتشار مدل IVE کنیم.

برای به دست آوردن ضرایب انتشار میدانی طبقه همکف و طبقه اول، میانگین ضرایب انتشار آلاینده‌های میدانی موجود در جدول (۴-۱) را محاسبه می‌کنیم. جدول (۴-۲) نشان‌دهنده‌ی ضرایب انتشار میدانی، مدل IVE و ضریب تعدیل برای طبقه همکف می‌باشد.

همچنین، جدول (۴-۳) نشان‌دهنده‌ی ضرایب انتشار میدانی، مدل IVE و ضریب تعدیل برای طبقه اول می‌باشد.

جدول ۴-۲ ضرایب انتشار میدانی، مدل IVE و ضریب تعدیل طبقه همکف

آلاینده ضرایب انتشار	مونوکسید کربن (g/km)	دی اکسید کربن (g/km)	اکسید نیتروژن (g/km)	هیدروکربن (g/km)
میانگین ضریب انتشار میدانی	۲۱/۳۷	۴۸۶/۹۷	۰/۸۷	۰/۱۳۵
ضرایب انتشار مدل	۴/۸۷	۳۲۹/۵۶	۰/۷۱	۰/۰۶
ضریب تعدیل	۴/۳۸	۱/۴۷	۱/۲۲	۲/۲۵

جدول ۴-۳ ضرایب انتشار میدانی، مدل IVE و ضریب تعدیل طبقه اول

آلاینده ضرایب انتشار	مونوکسید کربن (g/km)	دی اکسید کربن (g/km)	اکسید نیتروژن (g/km)	هیدروکربن (g/km)
میانگین ضریب انتشار میدانی	۲۱/۲۷	۴۴۹/۲۱	۱/۶۳	۰/۱۳۵
ضرایب انتشار مدل	۸/۱۳	۳۹۸/۲۷	۱/۱۴	۰/۰۸
ضریب تعدیل	۲/۶۱	۱/۱۲	۱/۴۲	۱/۶۸

۴-۴ - مقایسه‌ی نحوه‌ی انتشار آلاینده‌های خروجی از آگروز در سرعت و شتاب‌های

متفاوت

در این بخش به بررسی و مقایسه‌ی نحوه‌ی انتشار آلاینده‌های خروجی از آگروز تحت تأثیر سرعت و شتاب‌های مختلف می‌پردازیم. جداول ۴-۴ بیانگر میزان سرعت و شتاب در پارکینگ‌های طبقاتی و راه شریانی اصلی در شهر مشهد می‌باشد.

جدول ۴-۴ اثرمیزان شتاب و سرعت بر روی پارامترهای آلودگی خروجی از آگزوز در

پارکینگ طبقاتی و راه شریانی اصلی در شهر مشهد

پارامتر مکان	V_m (km/hr)	a_p (m/s ²)	a_n (m/s ²)	P_a %	P_d %	P_c %	CO (g/km)	CO ₂ (g/km)	NO _x (g/km)	Hc (g/km)
پارکینگ طبقاتی	۱۰/۷۶	۰/۳۵	-۰/۴۵	۵۳	۴۰/۵	۶/۵	۲۱/۳۲	۴۶۸/۰۹	۱/۲۵	۰/۱۳۵
راه اصلی (پوراسماعیلی و همکاران، ۲۰۱۸)	۲۰/۲۷	۰/۵۳	-۰/۵۴	۳۷/۶۷	۳۷/۴۸	۳/۱۶	۹/۴۶	۳۹۲	۲/۰۵	۰/۰۶

همان‌طور که در جدول ۴-۴ مشاهده می‌کنیم میانگین سرعت خودروهای سواری در پارکینگ طبقاتی کمتر از راه شریانی اصلی می‌باشد. بامقایسه‌ی ضرایب انتشار پارکینگ طبقاتی و راه شریانی اصلی در مشهد مشخص شد که نرخ انتشار در پارکینگ طبقاتی با میانگین سرعت ۱۰/۷۶ کیلومتر بر ساعت نسبت به راه شریانی اصلی با میانگین سرعت ۲۰/۲۷ کیلومتر بر ساعت به ترتیب برای آلاینده‌های مونوکسید کربن (CO)، دی-اکسید کربن (CO₂)، وهیدروکربن‌ها (HC)، ۱۲۵، ۱۹، ۱۲۵ درصد افزایش داشته است.

اما برای آلاینده‌ی اکسیدهای نیتروژن (NO_x) این نرخ با ۳۹ درصد کاهش همراه بوده است. پس می‌توان برای آلاینده‌ی اکسیدهای نیتروژن (NO_x) نتیجه گرفت هرچقدر میانگین سرعت خودرو و طول مسیر طی شده بیشتر باشد، به علت بالارفتن دمای موتور خودرو و افزایش فشار، اکسیژن و نیتروژن با هم بیشتر ترکیب شده و نرخ انتشار آلاینده‌ی اکسیدهای نیتروژن (NO_x) را افزایش می‌دهند.

در یک نتیجه‌گیری می‌توان عنوان کرد که هرچقدر میانگین سرعت و شتاب‌گیری در یک مسیر بیشتر شود، میزان انتشار آلاینده‌های مونوکسید کربن (CO)، دی-

اکسیدکربن (CO_2) و هیدروکربن‌ها (HC) کاهش و میزان انتشار آلاینده‌ی اکسیدهای-

نیتروژن (NO_x) افزایش می‌یابد.

فصل پنجم

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۵-۱- مقدمه

در این پژوهش نحوه‌ی تأثیر تغییرات شتاب خودرو بر انتشار آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری در پارکینگ طبقاتی، به منظور یافتن شکل هندسی ایده‌آل‌تر در زمینه‌ی کاهش انتشارات آلاینده‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. در اولین مرحله، ضرایب انتشارمیدانی آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری محاسبه شده‌اند. سپس ضرایب انتشار مدل محاسبه شده‌اند. همچنین ضرایب تعدیل انتشار در پارکینگ‌های طبقاتی، به منظور وارد شدن در مدل IVE از نتایج مهم این پژوهش می‌باشد.

۵-۲- نتیجه‌گیری

در این پژوهش نحوه‌ی تأثیر تغییرات شتاب خودرو بر انتشار آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری در پارکینگ طبقاتی، به منظور مقایسه‌ی الگوهای هندسی پارکینگ‌های طبقاتی در زمینه‌ی کاهش انتشارات آلاینده‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین ضرایب تعدیل انتشار در پارکینگ‌های طبقاتی، به منظور وارد شدن در مدل IVE از یافته‌های این پژوهش می‌باشد. نتایج حاصل از بررسی انتشارات آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری در طبقات همکف دو پارکینگ طبقاتی نشان می‌دهد هرچقدر الگوی هندسی پارکینگ طبقاتی طراحی شده به شکلی باشد که راننده‌ی خودرو، مجبور به اعمال سرعت و شتاب کمتر در پارکینگ شود، امتیازاتی همانند کاهش انتشارات خروجی از اگزوز خودروهای سواری را به همراه دارد. با توجه به این‌که محدودیت سرعت خودروهای سواری در پارکینگ‌ها وجود دارد، در سرعت‌های پایین، انتشار آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری، در طی فرآیند شتاب‌گیری خودرو، بیشتر از حالت‌های کاهش شتاب و شتاب ثابت است. بررسی نحوه‌ی انتشارات آلاینده‌های خروجی از اگزوز در طول رمپ‌ها نشان داد که افزایش یا کاهش شیب رمپ، تغییرات زیادی در مجموع میزان

حجم انتشارات آلاینده‌های خروجی از اگزوز ندارد. همچنین آلاینده‌ی اکسیدنیترژن در طول رمپ بیشترین تغییرات را نسبت به سایر آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری دارد. این افزایش انتشار آلاینده‌ی اکسید نیترژن به این دلیل است که هنگامی که خودرو تحت دورموتور بالاتر و فشار بیشتر قرار می‌گیرد، ترکیب اکسیژن و نیترژن در موتور خودرو را تحت تأثیر خود قرار داده و انتشارات آلاینده‌ی اکسید نیترژن افزایش می‌یابد. همچنین بیشترین سهم را از انتشار آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری در پارکینگ‌های طبقاتی به ترتیب آلاینده‌های دی‌اکسیدکربن، مونوکسیدکربن، اکسیدهای نیترژن و هیدروکربن‌ها دارند. مهمترین آلاینده‌ی خروجی از اگزوز خودروهای سواری از نظر بحث و پژوهش در پارکینگ‌های طبقاتی، مونوکسید کربن است. ضمناً انتشار آلاینده‌ی اکسیدنیترژن در طول رمپ‌ها قابل توجه است. مجموع انتشارات آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروهای سواری در طبقه همکف پارکینگ طبقاتی که فرآیند شتاب‌گیری در آن بیشتر صورت می‌گیرد، به ترتیب برای آلاینده‌های مونوکسیدکربن (CO)، دی‌اکسیدکربن (CO₂)، اکسیدهای نیترژن (NO_x) و هیدروکربن‌ها (HC)، مقدار ۶، ۴، ۶ و ۳۰ درصد بیشتر می‌باشد. همچنین بامقایسه‌ی ضرایب انتشار پارکینگ طبقاتی و راه شریانی اصلی در مشهد مشخص شد که نرخ انتشار در پارکینگ طبقاتی با میانگین سرعت ۱۰/۷۶ کیلومتر بر ساعت نسبت به راه شریانی اصلی با میانگین سرعت ۲۰/۲۷ کیلومتر بر ساعت به ترتیب برای آلاینده‌های مونوکسیدکربن (CO)، دی‌اکسیدکربن (CO₂)، هیدروکربن‌ها (HC)، ۱۲۵، ۱۹، ۱۲۵ درصد افزایش داشته است. اما برای آلاینده‌ی اکسیدهای نیترژن (NO_x) این نرخ با ۳۹ درصد کاهش همراه بوده است. پس می‌توان برای آلاینده‌ی اکسیدهای نیترژن (NO_x) نتیجه گرفت هرچه قدر میانگین سرعت خودرو و طول مسیر طی شده بیشتر باشد، به علت بالارفتن دمای موتور خودرو و افزایش فشار، اکسیژن و نیترژن با هم بیشتر ترکیب شده و نرخ انتشار آلاینده‌ی

اکسیدهای نیتروژن (NO_x) را افزایش می‌دهند.

۳-۵- پیشنهادات

۱- بررسی ضرایب انتشار میدانی و مدل آلاینده‌های خروجی از آگزوز خودروهای سواری در آزادراه‌ها

۲- بررسی ضرایب انتشار میدانی و مدل آلاینده‌های خروجی از آگزوز خودروهای سواری در تقاطع‌ها

۳- بررسی ضرایب انتشار توسط مدل‌های سیالاتی و ریاضیاتی و مقایسه با مدل انتشار

۴- بررسی ضرایب انتشار آلاینده‌ها به روش داینامومترشاسی

منابع

- اشرفی، خسرو. ۱۳۹۴. "تعیین سهم انتشار گاز های منتشر شده از خودرو ها و برآورد میزان توزیع غلظت آلاینده CO در محیط بسته پارکینگ". دانشگاه تهران. تهران.
- امنیان، جواد، ۱۳۹۵. "ارائه راهکار کاهش آلودگی و معیار سنجش جریان تهویه در پارکینگ های بسته چندطبقه". دانشگاه تربیت مدرس. تهران.
- امنیان، جواد. ۱۳۹۴، "مدل سازی اثر حرکت ماشین بر پخش آلودگی در پارکینگ های بسته"، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- پوراسماعیلی، محمدمین، ۱۳۹۵، "تعیین چرخه رانندگی به منظور تخمین آلاینده های هوا در راه های برون شهری (مطالعه موردی شهر مشهد)"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شاهرود.
- Amnian J., M. Maerefat, Gh. Heidarnejad, Investigation oo effect of exhaust vents location on reduction of pollution in enclosed car parks, Modares Mechanical Engineering, 2016, Vol. 16, No. 5, pp. 70-80.**
- American Association of State Highway and Transportation Officials, 2011.**
- Chen K. S., Wang, W. C., Chen, H. M., Lin, C. F., Hsu, H. C., Kao, J. H., Hu, M. T , Motorcycle emissions and fuel consumption in urban and rural driving conditions, The Science of the Total Environment, 2003, vol. 312, issue 1-3, pp. 113-122.**
- Chi, J., Huang, J., Du, B. and Mao, Z., Division of Beijing Road Based on the Driving Pattern, 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. 2013, pp. 159-167.**
- Chow W.K., Wong L.T., Fung W.Y., Field study on the indoor thermal enviorenment and carbon monoxide levels in a large underground car park, Tunneling and Underground Space Technology, 1996, Vol 11, No. 3,pp. 333-343.**
- DE-Vlioger, I., On-board emission and fuel consumption measurement campaign on petrol-driven passenger cars, Atmospheric Environment, 1997, vol. 31, no. 22, pp. 3753-3761.**
- Duci A, Papakonstantinou K, Chaloulakou A, Markatos N. Numerical approach of carbon monoxide concentration dispersion in an enclosed garage. Building and Enviroinment. 2004: 39(9): 1043-48.**

ISSRC(2008). IVE model users manual version2.0.

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[Ph.D, thesis].

Khalil E., Shoukry M., Hesham A., Investigation of ventilation system performance of tahreer car park using CFD; Energy and Power Sources, 2015; vol. 2, No.2, pp81-89.

Kumar, R. Kirby, H., Kumar, Transportation Research Part D , Real world driving cycle for motorcycles in Edinburgh, 2009, vol. 14, n. 5, pp. 326–333.

National Building Regulations of Islamic Republic of Iran, Topic 4, Office of National Building Regulation Affairs, Second Edition2008.

Pike D., C. Jolly, M. Pundsack, J. Stewart, W. Whapples, Design recommendations for multi-storey and underground car parks, Fourth edition, London, Published by the Institution of Structural Engineers, 2011, pp.58-60.

Pouresmaeili M. , Aghayan I., Taghizadeh S.A, Development of Mashhad driving cycle for passenger car to model vehicle exhaust emissions calibrated using on-board measurements, Sustainable Cities and Society, 36(2018) 12-20.

Prashant Shridhar B., Akhilesh Kumar M., Study of effect of speed, acceleration and deceleration of small petrol car on its tailpipe emission, International Journal for Traffic and Transport Engineering, 2013, 3(4):465-478.

Shahbazi H., Ganjizad R., Hosseini V., Hamed M., Investigating the influence of traffic emission reduction plans on Tehran air quality using WRF/CAMx modelling tools, Transportation Research, 2017, 1361-9209.

The Institution of Structural Engineers Design recommendations for multi-storey and underground car parks , fourth edition, 2011.

Vukovic G., Urosevic M., Razumenic I., Kuzmanoski M., Air quality in urban parking garages(PM10, major and trace elements PAHs): Instrumental measurements vs. active moss biomonitoring, Atmospheric Environment, 85(2014) 31-40.

Wang, M.; Daamen, W.; Hoogendoorn, S.; Arem, B. Estimating Acceleration, Fuel Consumption, and Emissions from Macroscopic Traffic Flow Data, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. DOI: <http://dx.doi.org/10.3141/2260-14>, 2260(2011): 123-132.

Xue H., Ho J. Modelling of heat and carbon monoxide emitted from moving cars in an underground car park. Tunnelling and Underground Space Technology. 2000;15(1):101-15.

Yao Z., Wei, H., Liu, H., Li, Z., Statistical Vehicle Specific Power Profiling for Urban Freeways, Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2013, vol. 96, no. 6, pp. 2927-2938.

Abstract

Increasing the number of vehicles has led to an increase in demand for class parking cars. This research has been done to determine the share of emissions from exhaust fumes of passenger cars in class parking spaces. The results show that emission exhaust of cars in class parking spaces have the highest share of emissions (CO₂), (CO), (NO_x) and (HC), respectively. Considering that (CO) is a toxic gas, it is the most important pollutant in parking lots. The largest share of emissions from exhaust emissions from passenger cars during ramps is due to contamination(NO_x). Also, the total emission of exhaust pollutants from the car's exhaust floor on the ground floor parking class, the acceleration process is further performed, for carbon monoxide(CO), carbon dioxide (CO₂), nitrogen oxides (NO_x)) And hydrocarbons (HC) are 6, 4, 6 and 30 percent higher.

Meanwhile, by comparing the coefficients of class carriage propagation and the main arterial pathway in Mosshad-Iran, it was found that the rate of propagation in class parking with an average velocity of 10.76 km/h was greater than the original arterial pathway with an average speed of 20.27 km/h for (CO) contaminants, Carbon dioxide (CO₂), and hydrocarbons (HC) increased 125, 19 and 125 percent. But for nitrous oxide contaminants (NO_x), this rate has been down by 39 percent. Therefore, it can be concluded that (NO_x) emissions are higher. The higher the average speed of the vehicle and the more longitudinal length, the higher the (NO_x) emission rate due to the increase in engine temperature and the increase in pressure, the increase in nitrogen oxide emissions (NO_x) Find out.

Keywords: Multy-storey carparks, Emission exhaust, Emission factor, IVE model



Shahrood University of Technology

Faculty of Civil Engineering

M.Sc. Thesis in Road and Transport Engineering

**Determining the Proportion of the Exhaust Emissions and Presenting a
Calibrated Emission Model in Multi-storey Car Parks**

By: Seyed Milad Ataei

Supervisor:

Dr. Iman Aghayan

Advisor:

Eng. Mohammad Amin Pouresmaeili

January-2019