مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره هشتم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۴، صفحات ۴۴۷ تا ۴۵۸

Availible online: http://ijhe.tums.ac.ir

مقاله پژوهشی

تعیین سهم انتشار گازهای منتشر شده از خودروها و برآورد میزان توزیع غلظت آلاینده CO در محیط بسته پارکینگ

خسرو اشرفی*[۱]، مجید شفیع پور مطلق[۲]، منیره سادات موسوی[۳]، محمدحسین نیک‌سخن[۴]، حمیدرضا وثوقی‌فر[۵]

۱- (نویسنده مسئول): دکترای مهندسی مکانیک، دانشیار دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران
۲- دکترای مهندسی مکانیک، استادیار دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران
۳- دانشجوی دکترای مهندسی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران
۴- دکترای مهندسی عمران، استادیار دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران
۵- دکترای مهندسی عمران، استادیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۴/۲۹
تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۷/۲۵

واژگان کلیدی: مونواکسید کربن، محیط بسته پارکینگ، گازهای خروجی از اگزوز

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
khashrafi@ut.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: *در این تحقیق سهم انتشار گازهای خروجی از اگزوز و توزیع غلظت گاز CO در محیط بسته پارکینگ مورد مطالعه قرار گرفته است.*

روش بررسی: *این مطالعه بصورت توصیفی- تحلیلی بوده است و روش بررسی در این تحقیق شامل دو مرحله است. ابتدا در مرحله اول، سهم انتشار خودروها تعیین گردیده است و سپس به اندازه‌گیری توزیع غلظت آلاینده CO پرداخته است. به‌منظور تعیین سهم انتشار گازهای خروجی از اگزوز، از میان گونه‌های گازهای خروجی، تنها چهار گاز CO، O_2، CO_2 و N_2 اندازه‌گیری شده است. غلظت گازهای CO، O_2 و CO_2 با استفاده از داده‌های سامانه اندازه‌گیری آلایندگی خودرو برآورد شده است. مقدار گاز N_2 از مجموع نسبت همه گونه‌های گاز که برابر ۱ است، برآورد شده است. سپس با استفاده از روش‌های محاسباتی مقادیر سهم انتشار از خودروها برآورد شده است. جهت اندازه‌گیری توزیع غلظت آلاینده CO در محیط پارکینگ، نمونه‌برداری و جمع‌آوری گازها توسط کیسه‌های نمونه‌برداری از جنس مواد بی‌اثر با حجم ۱۰L، در شش نقطه انجام شده‌است. روش نمونه‌برداری بر اساس الزامات OSHA ID۲۱۰ انجام گرفته‌است. نتایج به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۶) و آزمون آماری پیرسون مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. میزان p کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار در نظر گرفته شده است.*

یافته‌ها: *بیشینه سهم انتشار مربوط به خودرو پراید به مقدار ۴/۴۴ g/s و کمینه مقدار انتشار برای خودرو تیبا ۰/۳ g/s بوده است. کمینه مقدار توزیع غلظت CO برابر ۳/۶ ppm و بیشینه مقدار توزیع غلظت CO برابر ۶۹/۴۸ ppm بوده است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد تجمع غلظت آلاینده CO در مکان‌هایی که از اطراف محصور بوده، قابل توجه بوده است و در ناحیه‌ای که بازشوها وجود داشته‌اند، مقادیرغلظت کمتری اندازه‌گیری شده است. در این تحقیق بین مقادیر انتشار خروجی از اگزوز و توزیع غلظت ارتباط معناداری مشاهده نشده است. اما توزیع غلظت به مجموعه‌ای از مکان و تعداد بازشوها، تعداد و نوع خودرو، زمان کارکرد خودرو، حالت عملکردی خودرو و شرایط محیطی در ارتباط بوده است.*

نتیجه‌گیری: *اندازه‌گیری غلظت آلاینده CO ناشی از خودروها نشان می‌دهد که میزان غلظت‌ها در بعضی نقاط در مقایسه با استاندارد توصیه شده توسط سازمان جهانی بهداشت فراتر از حد استاندارد مجاز بوده است. همچنین با ارزیابی به عمل آمده مشخص گردید که استفاده از تهویه‌های 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.*

Please cite this article as: Ashrafi K, Shafie Pour Motlagh M, Mousavi MS, Niksokhan MH, Vosoughifar HR. Determining the contribution of gas emissions from cars and estimating the distribution of CO emissions in enclosed parking. Iranian Journal of Health and Environment. 2016;8(4):447-58.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-09]

مقدمه

مونواکسیدکربن گازی بی‌رنگ و بی‌بو اما بسیار سمی است. گاز CO از احتراق ناقص سوخت‌های فسیلی تولید می‌شود. تجمع CO در مکان‌هایی که تهویه ناکافی است به عنوان یک پتانسیل خطر برای سلامتی افراد در معرض این گاز مطرح است. علت سمی بودن مونواکسیدکربن به این دلیل است که میل ترکیبی هموگلوبین با این گاز حدود ۲۰۰ الی ۲۵۰ برابر اکسیژن است (۱). مسمومیت با CO به دلایل مختلفی ایجاد می‌گردد، دو مورد از رایج‌ترین منابع مسمومیت به‌وسیله CO حاصل از آتش‌سوزی و اگزوز موتورخودروها است (۲). با توجه به رشد روزافزون وسایل نقلیه نیاز به تامین پارکینگ خودروها از موارد قابل توجه است. پارکینگ‌های اتومبیل یا کاملا بسته است یا بخشی از آن‌ها باز است. در پارکینگ‌های کاملا بسته به علت تجمع آلاینده‌های سمی و خطرناک کیفیت هوای داخل دچار مشکلات زیادی می‌شود.

پژوهش‌های متعددی در ارتباط با پراکنش آلاینده‌ها انجام شده‌است، نمونه‌ای از این تحقیقات شامل Asimakopoulou و همکاران (۳) است که در تحقیق خود میزان پراکنش CO را در محیط بسته تعمیرگاه اتومبیل، با شبیه‌سازی عددی و با استفاده از کد شبیه‌ساز CFD بررسی نموده‌اند. توسط Bari و همکاران (۴) در تونل‌های جاده‌ای الگوی جریان و توزیع غلظت با استفاده از نرم‌افزارتجاری Fluent بررسی شده‌است، Ashrafi و همکاران (۵) به شبیه‌سازی عددی جریان هوا در یک تونل در داخل شهر تهران پرداخته‌اند، ایستگاه‌های مترو زیرزمینی، در تحقیق Chiam (۶) با شبیه‌سازی عددی مورد بررسی گرفته‌است، Lin و همکاران (۷) میزان تاثیر تهویه در ایستگاه حمل و نقل عمومی را مورد بررسی قرار داده‌اند، Shafipourو همکاران (۸) به تخمین غلظت آلاینده‌ها با استفاده از نرم افزار IVF در پایانه‌های مسافری شهری پرداخته‌اند، Chaloulakou و همکاران (۹) در محیط بسته اداری و مدرسه، به بررسی توزیع غلظت CO بصورت تجربی پرداخته است و همچنین مقایسه آن‌ها با غلظت هوای باز را انجام داده‌اند، در سینما و فرودگاه توسط Webb (۱۰) پراکنش دود مورد بررسی قرار گرفته‌است، توسط Zhang و همکاران (۱۱) نیز بررسی تجربی و عددی توزیع غلظت در محیط بسته کابین هواپیما انجام گرفته‌است. Saha و همکاران (۱۲) به بررسی کیفیت هوا در محیط بسته آشپز خانه مرکزی، بصورت تجربی و عددی پرداخته‌اند.

برخی از مطالعات موجود نیز به پارکینگ‌ها اختصاص داده شده و در آنها توجه ویژه‌ای به مونواکسید کربن دارد. برای مثال Fontaine و همکاران (۱۳) به بررسی کیفیت هوا در پارکینگ زیرزمینی پرداخته‌اند. در این تحقیق چندین طرح تهویه برای طراحی موثرترین سیستم تهویه ارایه شده است، در مطالعه Chow و همکاران (۱۴) به بررسی غلظت مونواکسید کربن در یک پارکینگ تجاری بزرگ پرداخته شده است. در این تحقیق عملکرد سیستم تهویه در محیط پارکینگ زیرزمینی مورد بررسی قرار گرفته است. برای طراحی تهویه پارامترهای تعداد خودروها، میانگین سرعت، شدت تلاطم و نوع سوخت قابل توجه بوده است، Xue و همکاران (۱۵) با استفاده از دینامیک سیالات محاسباتی به برآورد میزان انتشار مونواکسیدکربن و میزان تغییرات دما در یک پارکینگ زیرزمینی پرداخته‌اند. در این تحقیق عملکرد سیستم تهویه در محیط پارکینگ زیرزمینی جهت بهبود کیفیت هوا در محیط بسته پارکینگ مورد بررسی قرار گرفته است، در پژوهش Papakonstantinou و همکاران (۱۶) مدل محاسباتی عددی برای رفتار جریان و غلظت CO 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 توسط مدل تجربی مورد صحت‌سنجی قرار گرفته است. Duci و همکاران (۱۷) در محیط بسته گاراژ که با استفاده از یک مدل ریاضی و روش عددی به بررسی توزیع غلظت CO پرداخته‌اند. در این تحقیق به کمبود اطلاعات در زمینه توزیع غلظت مونواکسید کربن اشاره شده است. Ho و همکاران (۱۸) به بررسی غلظت مونواکسید کربن

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-09]

در یک پارکینگ زیرزمینی ساختمان تجاری پرداخته‌اند. غلظت مونواکسید کربن به زمان عملکرد خودرو و نوع سیستم تهویه مرتبط بوده است. هدف از این مطالعه طراحی سیستم تهویه برای پارکینگ‌های زیرزمینی بوده است. در پژوهش Risavi و همکاران (۱۹) نیز بررسی تغییرات مونواکسیدکربن در چندین پارکینگ مختلف، با استفاده از روش آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفته است.

با مروری که بر تحقیقات انجام شده صورت گرفته است می‌توان اینگونه بیان نمود، به‌منظور تعیین سهم انتشار و تحلیل چگونگی توزیع غلظت آلاینده‌ها در محیط بسته، روش‌های متفاوتی ارایه شده است. روش‌های موجود شامل روش‌های تحلیلی، عددی و تجربی است. روش تجربی کمتر از تقریب استفاده می‌کند و نتایج قابل اطمینان‌تری را ارایه می‌دهند و از نتایج آنها می‌توان برای ارزیابی و صحت‌سنجی نتایج شبیه‌سازی عددی استفاده نمود. اگرچه روش تجربی با چالش‌هایی نیز همراه است. زیرا به دلیل نیازمندی به تجهیزات آزمایشگاهی اغلب دشوار و پرهزینه بوده و انجام آنها با سرعت بالا امکان‌پذیر نیست. در این تحقیق علیرغم چالش‌های موجود، به دلیل اینکه نتایج به واقعیت نزدیک‌تر است، از روش اندازه‌گیری تجربی استفاده شده است.

امروزه ثابت شده که تاثیر آلودگی هوا در محیط‌های بسته برابر و حتی بیشتر از محیط‌های باز است. در صورت عدم تهویه مناسب، این آلودگی‌ها در محیط تجمع یافته و کیفیت هوای درون محیط بسته دچار مخاطره می‌گردد (۲۰). با توجه به افزایش تعداد خودروها، نیاز به تامین پارکینگ برای خودروها دارای اهمیت ویژه است. جدی‌ترین مشکل در بین آلاینده‌های موجود در فضای پارکینگ خودرو، افزایش سطح مونوکسیدکربنی است که توسط خودروها تولید می‌شود (۲۱).

در پارکینگ‌ها برای محاسبه دقیق میزان سهم انتشار CO خروجی یک خودرو باید عوامل مختلفی چون تعداد خودروهای روشن و مقدار آلاینده منتشر شده از خودروها را در نظر گرفت. مقدار انتشار CO هر خودرو به خصوصیات آنها بستگی دارد و تابع عواملی مثل عمر خودرو، قدرت موتور، استانداردهای آلایندگی، شرایط محیطی و غیره است. علاوه بر تعداد خودروهای در حال تردد و میزان آلاینده پخش شده توسط خودروها که به آن‌ها اشاره گردید عوامل دیگری مانند مدت زمان حرکت خودروها نیز باید در نظر گرفته شود. غلظت CO در یک پارکینگ زیرزمینی همچنین به سه عامل اصلی که شامل تهویه مکانیکی، تهویه طبیعی و میزان ساعت کارکرد خودرو است، بستگی دارد. نرخ تهویه مکانیکی با تنظیم سرعت فن کنترل می‌شود. نرخ تهویه طبیعی در پارکینگ زیرزمینی ناچیز و می‌توان آن را به عنوان یک مقدار ثابت برآورد نمود. بنابراین غلظت CO در یک پارکینگ زیرزمینی به میزان زیادی به زمان کارکرد موتور وابسته است. در پژوهش حاضر پارامترهای تعداد خودرو، میزان آلاینده منتشرشده توسط خودروها و مدت زمانی که خودروها در پارکینگ روشن می‌ماند، در نظر گرفته شده است.

هدف از این پژوهش تعیین سهم انتشار و برآورد چگونگی و میزان توزیع غلظت CO به منظور بررسی کیفیت هوای محیط بسته پارکینگ مجتمع مسکونی است. پارکینگ مجتمع مسکونی با ظرفیت بیش از ۳۷ خودرو است و فاقد دستگاه تهویه است. مقادیر غلظت آلاینده CO با استاندارد سازمان جهانی بهداشت مقایسه شده است. این پژوهش برای معماران، طراحان و همچنین مسئولین ومتخصصان مرتبط با سلامتی و بهداشت قابل توجه است.

مواد و روش‌ها

توصیف مطالعه موردی (پارکینگ مجتمع مسکونی)

در این پژوهش، یک پارکینگ با محیط بسته که برای استفاده مجتمع مسکونی یکصد واحدی در شهر تهران بوده است، جهت مطالعه موردی انتخاب گردیده است. این پارکینگ گنجایش بیش از ۳۵ وسیله نقلیه را دارد. کل مساحت این پارکینگ m^2 ۵۴×۲۵ و ارتفاع سقف نیز ۲/۶۵m است. از مساحت کل، مساحت انباری‌ها به مقدار m^2 ۱۷/۵، مساحت موتورخانه

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-09]

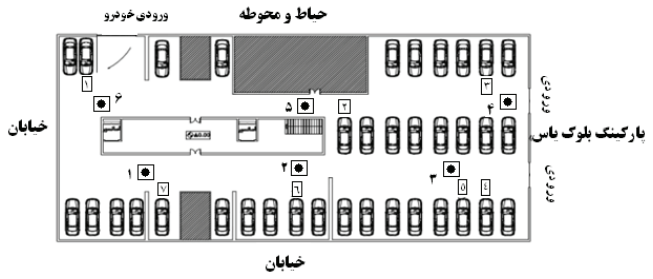
به مقدار m^2 ۱۰۸/۵ و مساحت راه پله به مقدار m^2 ۱۱۴/۷۵ است. پارکینگ فاقد تهویه مکانیکی است.

این مطالعه بصورت توصیفی- تحلیلی بوده است و روش بررسی در این تحقیق شامل دو مرحله است ابتدا در مرحله اول، سهم انتشار خودروها تعیین گردیده است و سپس به اندازه‌گیری توزیع غلظت آلاینده CO پرداخته است.

مرحله اول: بیان روش برآورد سهم انتشار گازهای منتشره از اگزوز خودروها

برای محاسبه سهم انتشار ابتدا باید نتایج آنالیز گاز خروجی از اگزوز به غلظت جرمی (mg/m^3) تبدیل گردد و سپس غلظت جرمی گاز خروجی از اگزوز به انتشار جرمی (g/s) مبدل گردد. با روش مشاهده‌ای، حداکثر مقدار خودروهایی که همزمان روشن بوده است مورد بررسی قرار گرفته و تعداد ۷ خودرو به عنوان منبع آلودگی انتخاب شده است. مکان خودروهای روشن از طریق نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب شده است که در شکل ۱ نمایش داده شده است. در این پژوهش مقادیرگازهای N_2، CO_2، CO و O_2 خروجی از اگزوز خودروها در نظر گرفته شده‌است و بقیه گازهای خروجی به دلیل ناچیز بودن مقادیر، از آن‌ها صرفنظر شده است. جهت برآورد غلظت گازهای CO_2، CO و O_2 خروجی از اگزوز خودروها، ابتدا کسر حجمی با روش تجربی و با استفاده از داده‌های سامانه اندازه‌گیری آلایندگی خودروها برآورد شده است. این سامانه به وسیله دستگاه MGT5 از نمونه‌های موجود نمونه‌برداری کرده است و سپس به آنالیز می‌پردازد. نسبت غلظت N_2 از مجموع نسبت تمام گونه‌های گازی که همواره برابر با ۱ است حاصل شده است. نتایج آنالیز و اندازه‌گیری گاز خروجی از اگزوز به وسیله دستگاه MGT5 بر حسب غلظت حجمی ppm است.

به منظور، اندازه‌گیری دبی جرمی گازهای خروجی، یکی از روش‌ها استفاده از دبی‌سنج است. ولی استفاده از دبی‌سنج بدلیل مشکلات نصب همچون محدودیت فضا در انتهای اگزوز، امکان برخورد با زمین و تفاوت در لوله اگزوز خودروها و همچنین نیاز به کالیبراسیون پی در پی رایج نیست (۲۲). روش دیگر که بسیار رایج است، استفاده از روش محاسباتی است و در این تحقیق از این روش استفاده شده است. در روش محاسباتی ابتدا باید نتایج آنالیز و اندازه‌گیری گاز خروجی از اگزوز بر حسب غلظت حجمی برآورد شده ppm به غلظت جرمی(mg/m^3) تبدیل گردد. سپس به انتشار جرمی (g/s) تبدیل گردد. انتشار جرمی به نرخ جریان گذرنده از یک نقطه سیستم در واحد زمان گفته می‌شود. انتشار جرمی کل گازهای خروجی از اگزوز از حاصلضرب غلظت جرمی گاز مورد نظر، مقدار سطح مقطع لوله اگزوز و مقدار سرعت جریان عبوری از اگزوز محاسبه می‌گردد. مقادیر سرعت با دستگاه ST-۸۹۲۰ که دامنه اندازه‌گیری سرعت در آن m/s ۸۰ -۰ و دارای دقت ۳٪± است اندازه‌گیری شده است. علاوه بر اندازه‌گیری سرعت خروجی از اگزوز خودروها، اندازه‌گیری سرعت در محیط نیز با روش شبیه‌سازی جریان در داخل پارکینگ با استفاده از نرم افزار Fluent برآورد شده است که این مقادیر با داده‌های تجربی حاصله با دستگاه سرعت‌سنج صحت‌سنجی شده است.

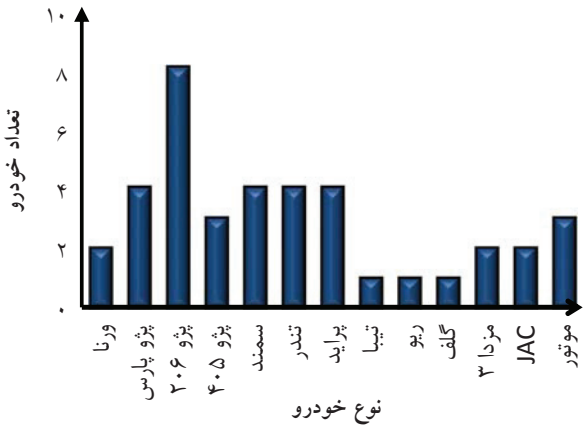


شکل ۱- نمایش پلان مکان خودروهای در حال کارکرد در پارکینگ مجتمع مسکونی با علامت و نمایش جانمایی۶ نقطه اندازه‌گیری گاز با علامت

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-09]

مرحله دوم: بیان روش اندازه‌گیری توزیع غلظت آلاینده CO

در ایـن پژوهـش به‌منظـور تحلیل توزیـع CO خروجی از اگزوز، زمان کارکرد موتورخودرو، نوع، تعداد و سـال ساخت خودرو از موارد قابل توجه بوده اسـت. جمع آوری اطلاعات در مورد زمان کارکرد از طریق روش مشاهده انجام شده است. برآورد نوع خودروها، سـال تولید و تعـداد خودروها موجود در پارکینگ از طریق چک لیسـت‌های تدوین شـده که توسط صاحبان خودروها تکمیل شده، صورت پذیرفته است. برآورد تعـداد و نوع خودروها موجود در پارکینگ مجتمع مسـکونی در شـکل ۲ نمایش داده شده است. با توجه به بررسی صورت گرفته فراوانی خودرو پراید، تندر، سـمند و پژوه ۲۰۶ بیشتر از سایر خودروها بوده اسـت. لذا در پژوهش صوررت گرفته از این نوع خودروها نیز استفاده شده است.



شکل ۲- برآورد تعداد و نوع خودروها موجود در پارکینگ مجتمع مسکونی

اندازه‌گیـری در شـرایط معمول و به مـدت min ۴ در حالی کـه خوروهـا در حالـت درجـا بصـورت هم‌زمـان در حال کارکرد است، انجام شده است. مدت min ۴ به دلیل این است که با اندازه‌گیری انجام شده، بطور میانگین بعد از ورود عموما min ۴ خودروها در حال کارکرد بوده است.

نمونه‌برداری و جمع‌آوری گازها در پارکینگ مجتمع مسکونی توسـط کیسـه‌های نمونه‌بـرداری از جنس مواد بـی اثر تدلار (Tedlar) بـا حجم L ۰/۱، در مدت min ۴، در شـش نقطه انجام شـده اسـت. در شـکل ۱ جانمایی ۶ نقطه اندازه‌گیری نمایش داده است.

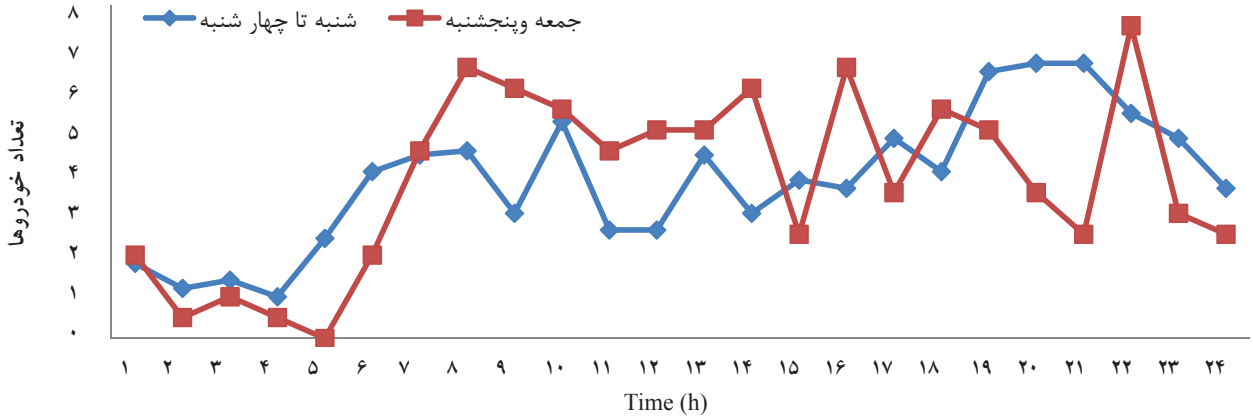
برای نمونه‌گیری از روش طبقه‌ای استفاده شده است، پارکینگ مورد مطالعه به ۱۲ قسـمت تقسیم شده است و ۶ نقطه جهت نمونه‌گیری از این ۱۲ قسـمت انتخاب گردیده است. گازهای موجود توسط پمپ الکتریکی به درون کیسه‌های نمونه‌برداری مکش شده است. بررسـی نشتی و شستشو کیسه‌ها با نیتروژن نیز قبل از انجام نمونه‌برداری انجام شـده اسـت. قبل از انجام آزمایـش و حیـن انجـام آزمایش جهـت پایـداری جریان و جلوگیری از افزایش غلظت CO از وارد و خارج شـدن سایر خودروهـا جلوگیری به عمل آمده اسـت. روش نمونه‌برداری بر اسـاس الزامات OSHA ID ۲۱۰ انجام گرفته اسـت. پس از جمع‌آوری نمونه‌ها، اندازه‌گیری کیسـه‌های پر شـده از گاز در آزمایشگاه توسط دسـتگاه Environnement S.A مدل M ۱۲ که کالیبره بوده، با روش مادون قرمز غیر پخشی سنجش شـده است. نتایج بدسـت آمده با اسـتفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۶) و آزمون آماری پیرسون مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. میزان p کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار در نظر گرفته شده است.

یافته‌ها

یافته‌های مربوط به برآورد کسر حجمی

به‌منظـور تعیین نـرخ ورود و خروج خودروها، در بازه زمانی یـک هفته، ورود و خروج خودروها مورد بررسـی قرار گرفته اسـت. شـکل ۳ میانگین ورود و خروج برای یک هفته در دو حالت شـنبه تا چهارشنبه (روزهای کاری) و پنج شنبه و جمعه (روزهای تعطیل)، برآورد شده است.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-09]



شکل ۳- میانگین ورود و خروج خودروها برای یک هفته در دو حالت روزهای کاری و روزهای غیرکاری

اوج ورود و خـــروج در روزهای پنج‌شـــنبه و جمعه در حدود ساعت ۲۲:۳۰ برآورد شده است. در این زمان بیش از ۷ خودرو باهم روشن بوده اند. بر این اساس در این پژوهش از ۷ خودرو که به مدت min ۴ بطور همزمان با هم در حال کارکرد اســت بـــرای اندازه‌گیری تجربی میزان پراکنش CO در محیط بســته پارکینگ استفاده شده است.

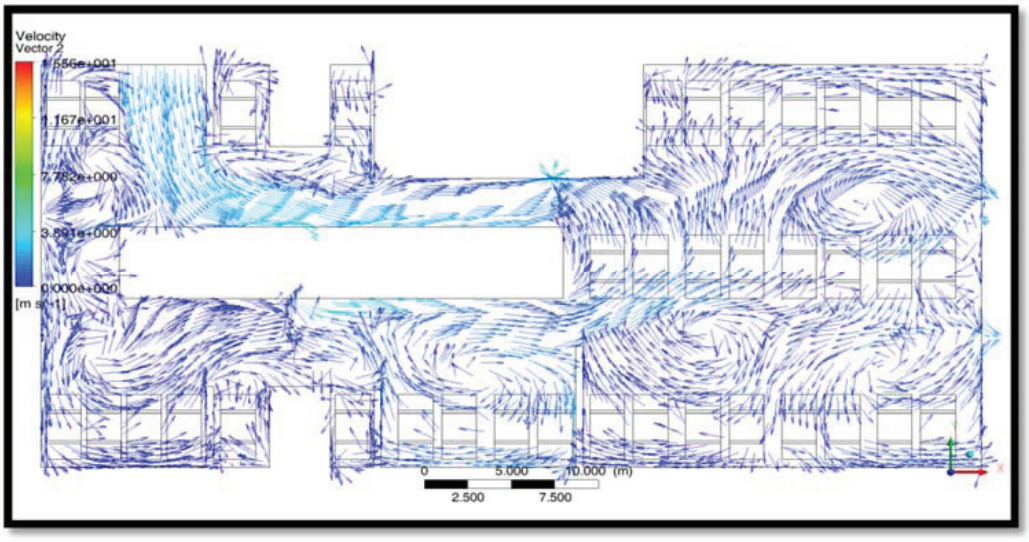
مقادیـــر کســـر حجمی محصـــولات احتراق تولیـــدی از بنزین مصرفی که به وسیله دستگاه MGT5 اندازه‌گیری شده است، مقادیر مساحت قطر لوله اگزوز، کسر حجمی و مقادیرسرعت خروجی از اگزوزها در جدول ۱ نمایش داده شده است.

جدول۱- مقادیر سرعت خروجی از اگزوز، مساحت قطر لوله اگزوز و مقادیر کسر حجمی محصولات تولید شده از احتراق بنزین مصرف شده توسط خودروها

ردیف	نوع خودرو	سال تولید	سرعت میانگین گاز های خروجی از اگزوز(m/s)	قطر لوله اگزوز (cm/s)	مساحت اگزوز (m^2)	مکان قرار گیری در پلان شکل ۱	مقادیر کسر حجمی محصولات احتراق			
							CO (%)	O_2 (%)	CO_2(%)	N_2(%)
۱	پراید	۱۳۸۹	۰/۵۸	۳	۰/۰۰۰۷۰۶۵	۱	۱/۰۹	۱/۶۷	۱۳/۱۳	۸۴/۱۱
۲	ریو	۱۳۸۷	۰/۶۵	۴	۰/۰۰۱۲۵۶	۲	۰/۱۴	۱/۲۴	۱۴/۵۱	۸۴/۱۱
۳	پراید	۱۳۹۰	۰/۵۸	۳	۰/۰۰۰۷۰۶۵	۳	۱/۰۳	۱/۸۶	۱۳/۸۱	۸۳/۳
۴	ال۹۰	۱۳۸۷	۰/۵۷	۵	۰/۰۰۱۹۶۲۵	۴	۰/۰۶	۱/۴۴	۱۵/۰۹	۸۳/۴۱
۵	سمند	۱۳۸۶	۰/۵۲	۴	۰/۰۰۱۲۵۶	۵	۰/۵۸	۱/۸۶	۱۳/۳۲	۸۴/۲۶
۶	تیبا	۱۳۹۱	۰/۶	۴	۰/۰۰۱۲۵۶	۶	۰/۰۴	۰/۹۹۶	۱۵/۲۴	۸۳/۷۲
۷	پژو۲۰۶	۱۳۸۷	۰/۴۵	۴	۰/۰۰۱۲۵۶	۷	۰/۷۳	۱/۶۲	۱۴/۴۱	۸۳/۲۴

مقادیر ســـرعت در نقاط مختلف در محیط پارکینگ در شکل۴ نمایش داده شـــده اســـت. مقدار ســـرعت در مقابل در ورودی خودرو بیشترین مقدار را داشته است.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-09]



شکل ۴- نمایش مقدار و جهت سرعت جریان در محیط پارکینگ

یافته‌های مربوط به برآورد کسر جرمی

مقادیر کسر جرمی خودروهای موجود در این تحقیق در جدول ۲ نمایش داده شده است.

جدول۲- محاسبه کسر جرمی خودروهای موجود

ردیف	نوع خودرو	مقادیر کسر جرمی محصولات احتراق				مکان قرارگیری در پلان شکل ۱
		CO (%)	O_2 (%)	CO_2 (%)	N_2 (%)	
۱	پراید	۱/۰۱	۱/۷۷	۱۹/۲۴	۷۷/۹۸	۱
۲	ریو	۰/۱۲	۱/۳۰	۲۱/۱۲	۷۷/۴۴	۲
۳	پراید	۰/۹۵	۱/۹۶	۲۰/۱۶	۷۶/۹۲	۳
۴	ال۹۰	۰/۰۵	۱/۱۵	۲۱/۸۹	۷۶/۵۴	۴
۵	سمند	۰/۵۴	۱/۹۷	۱۹/۵۰	۷۸	۵
۶	تیبا	۰/۰۳۶	۱/۰۴	۲۲/۱۰	۷۶/۸۱	۶
۷	پژو۲۰۶	۰/۶۷	۱/۷۰	۲۰/۹۷	۷۶/۶۴	۷

یافته‌های مربوط به محاسبه سهم انتشار هر خودرو

مقادیر سهم انتشار گازهای خروجی از اگزوز برای ۷ خودرو در نظر گرفته شده است، که این مقادیر در جدول ۳ نمایش داده شده است. بررسی داده‌های حاصل از محاسبه مقدار انتشار گاز خروجی از اگزوز نشان می‌دهد در بین خودروها بیشینه سهم انتشار CO مربوط خودرو پراید به مقدار ۴/۴۴ g/s و کمینه مقدار سهم انتشار CO برای خودرو تیبا ۰/۳ g/s بوده است.

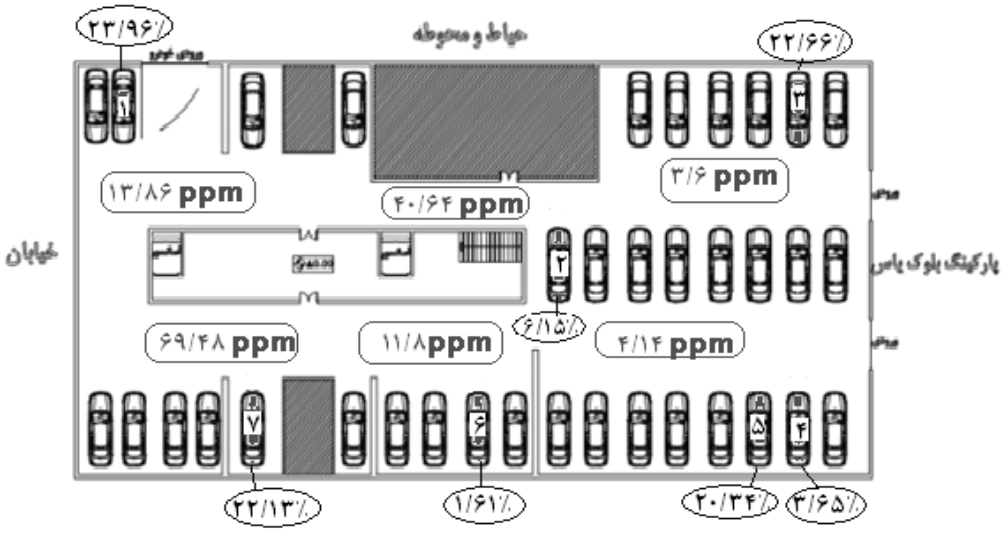
[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-09]

جدول۳- مقادیر انتشار خودروهای موجود(g/s)

محصولات احتراق	پراید ۱	ریو	پراید۲	ال۹۰	سمند	تیبا	پژو۲۰۶ (تیپ۲)
CO	۴/۴۴	۱/۱۴	۴/۲۰	۰/۶۷۸۶	۳/۷۷	۰/۳	۴/۱۰
O_2	۷/۷۸	۱۱/۵۲	۸/۶۷	۱۸/۳۳	۱۳/۸۳	۸/۵۴۳۴	۱۰/۴۲
CO_2	۸۴/۲۳	۱۸۵,۴۶۶	۸۸/۵۹۲۱	۲۶۴/۲۷۹۹	۱۳۶/۱۹۸۵	۱۷۹/۸۱۱۶	۱۴۶/۵۷
N_2	۳۴۳/۳۸۹	۶۸۴/۱۴	۳۴۰/۰۸۳	۹۲۹/۶۱۰۶	۵۴۸/۲۹۱۴	۶۲۸/۵۹۱۵۳	۵۳۸/۷۸

یافته‌های برآورد توزیع مقادیرغلظت CO در نقاط اندازه‌گیری در محیط پارکینگ

نتایـج حاصل از آزمایش نشـان می‌دهد، کمینه مقدار غلظت در مکان شـماره ۴ معادل ۳/۶ ppm و بیشینه مقدار غلظت در مکان شـماره ۱ معادل ۶۹/۴۸ ppm بوده‌است. بعد از مکان ۱ که دارای بیشترین مکان غلظت بوده‌است، مکان شماره ۵ که در مجاورت با موتورخانه بوده اسـت، دارای مقدار غلظت معادل ۴۰/۶۴ ppm سنجش شده است. در شکل ۵ سهم انتشار CO خودروها و مقادیر توزیع آلاینـده CO در ۶ نقطه اندازه‌گیری نمایش داده شده است.



شکل۵- مقادیر سهم انتشار CO خودروها و نمایش مقادیر اندازه‌گیری شده

بحث

تجزیـه و تحلیـل داده‌های پژوهـش با اسـتفاده از نرم‌افزار SPSS۱۶ و بر اساس آزمون آماری پیرسون، با سطح معنا داری ۰/۰۵ صورت گرفته اسـت. نتایج نشان داده است که اختلاف آمـاری معنی داری بین مقادیر انتشـار آلاینده های خروجی از اگـزوز و توزیع مقادیر غلظت CO در نقاط اندازه‌گیری وجود

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-09]

نداشته اســت (P >۰/۰۵). غلظت CO در مکان اندازه‌گیری ۱ و مکان اندازه‌گیری ۵ بالاتر از حد مجاز یک ســاعته استاندارد بهداشت جهانی (۲۳) و در سایر نقاط کاملا مطلوب و پایین‌تر از حد اســتانداردهای مجاز اســت. در نواحی محصور غلظت بالاتر مشاهده شده است.

در تحقیــق Risavi و همکاران (۱۹) نیز نتایج مشــابهی دیده شد، پس از بررسی میزان تغییرات غلظت CO بصورت هفتگی، روزانــه و ماهیانه، در فضای محصور شــده غلظــت بالایی از آلاینده مونواکســیدکربن موجود بوده است. از دیگر یافته‌هایی این تحقیق بدین‌صورت بوده اســت کــه در طول یک هفته در روزهایی که اوج خرید (روز جمعه و شــنبه) بوده است میزان غلظت بالاتری گزارش شــده اســت. در مورد تغییرات روزانه نیز با تمام شــدن ساعات کاری میزان غلظت کاهش و تغییرات غلظت در ماه‌های متفاوت نیز متغیر بوده اســت و در ماه نوامبر و دسامبر غلظت بالاتری گزارش شده است.

Xue و همکاران (۱۵) نیز با توجه به حرکت مکرر اتومبیل‌ها، خصوصا در پارکینگ‌های تجاری، سناریوهای مختلف با توجه به فاکتور زمان و حرکت خودرو ها در نظر گرفته‌اند.

Papakonstantinou و همــکاران (۱۶) میزان انتشــار CO خودرو را به مشــخصات خودرو از جمله، عواملی مانند ســن وســیله نقلیه، قدرت موتور، حالت عملکردی خودرو، سرعت خــودرو و نوع تعمیر و نگهداری خودرو وابســته دانســته‌اند. مدت زمانی هم که خودرو داخل پارکینگ به سر برده است از عوامل تاثیرگذار بوده است.

بنابرایــن توزیع غلظت CO در محیط پارکینگ به علل متعددی بســتگی داشــته و نیازمند انجام مطالعات و بررسی‌های بیشتر اســت. بدیهی اســت چنانچه نقاط نمونه‌برداری و اندازه‌گیری افزایــش یابــد مقدار دقت نتایــج نیز بالاتر خواهــد رفت. لذا پیشــنهاد می‌گردد، در مطالعات آینده به‌منظور بررسی و برآورد توزیع غلظت از شبیه‌سازی عددی استفاده گردد.

یافته‌های به دست آمده در این مطالعه نشان می‌دهد غلظت در نواحی که دارای بازشــوها بوده است، به کمترین مقدار رسیده اســت. اصلاحات پیشــنهادی برای بهبود کیفیت هوا در طرح پارکینگ مورد مطالعه، راهکار معماری پیشــنهاد شده است. که بــه طرح موجود یــک پنجره در نواحی محصور افزوده شــود همچنین اســتفاده از تهویه نیز می‌تواند بــه عنوان یک راهکار مفید دیگر پیشــنهاد گردد. طرح معماری چنانچه در ابتدا لحاظ گردد یک طرح ســاده و کم هزینه بوده و نشــان می‌دهد که با یک طرح معقول و با در نظر گرفتن کیفیت هوای درون محیط بسته، بدون نیاز به هزینه زیاد می‌توان به کیفیت مطلوب هوای محیط بسته رسید.

نتیجه‌گیری

این تحقیق به محاســبه مقدار انتشــار گاز خروجی از اگزوز و چگونگی توزیع مقادیر غلظت CO در شرایط واقعی پرداخته اســت. موثرتریــن گام در بهبــود کیفیت هوا در محیط بســته ممانعت از تولید آلودگی و در مرحله دوم تهویه مناســب برای کنترل آلودگی است.

در این تحقیق بین مقادیر انتشــار خروجــی از اگزوز و توزیع غلظــت ارتباط معناداری مشــاهده نشــده اســت. امــا توزیع غلظت به مجموعه‌ای از مکان و تعداد بازشــوها، تعداد و نوع خــودرو، زمان کارکرد خــودرو، حالت عملکــردی خودرو و شــرایط محیطی در ارتباط بوده اســت. اطلاعات کمی به‌دست آمده در این تحقیق، می‌توانــد در داده‌های ورودی برای انجام شبیه‌ســازی‌های مرتبط با برآورد توزیع غلظت آلودگی جریان هوا در آینده مفید واقع گردد.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-09]

منابع

1. Chaloulakou A, Duci A, Spyrellis N. Exposure to carbon monoxide in enclosed multi-level parking garages in the central Athens urban area. Indoor and Built Environment. 2002;11(4):191-201.
2. Bateman DN. Carbon monoxide. Medicine. 2007;35(11):604-05.
3. Asimakopoulou E, Kolaitis DI, Founti MA. CO dispersion in a car-repair shop: an experimental and CFD modelling study. Seventh International Conference on CFD in the Minerals and Process Industries; 2009; Melbourne, Australia.
4. Bari S, Naser J. Simulation of airflow and pollution levels caused by severe traffic jam in a road tunnel. Tunnelling and Underground Space Technology. 2010;25(1):70-77.
5. Ashrafi K, Shafie-pour M, Kalhor M, Esfahanian V. Numerical simulation of air pollutant distribution in urban tunnels. Environmental Modeling & Assessment. 2012;17(5):555-64.
6. Chiam BH. Numerical simulation of a metro train fire [dissertation]. Canterbury: University of Canterbury; 2005.
7. Lin Z, Jiang F, Chow T, Tsang C, Lu W. CFD analysis of ventilation effectiveness in a public transport interchange. Building and Environment. 2006;41(3):254-61.
8. Shafiepour Motlagh M, Pardakhti AR, Mojezi M, Joudi H. Estimation of pollutants emissions from urban passenger terminals using the IVE model (case study: Beyhaghi Terminal). Proceeding of the 3rd Conference of Planning and Environmental Management; 2013; Tehran, Iran (in Persian).
9. Chaloulakou A, Mavroidis I, Duci A. Indoor and outdoor carbon monoxide concentration relationships at different microenvironments in the Athens area. Chemosphere. 2003;52(6):1007-19.
10. Webb A. FDS Modelling of hot smoke testing, cinema and airport concourse [dissertation]. Worcester: Worcester Polytechnic Institute; 2006.
11. Zhang Z, Chen X, Mazumdar S, Zhang T, Chen Q. Experimental and numerical investigation of airflow and contaminant transport in an airliner cabin mockup. Building and Environment. 2009;44(1):85-94.
12. Saha S, Guha A, Roy S. Experimental and computational investigation of indoor air quality inside several community kitchens in a large campus. Building and Environment. 2012;52:177-90.
13. Fontaine J, Rapp R. The design of ventilation systems of large enclosures with unconfined pollutant sources. Fifth international conference on air distribution in rooms. 1996; Florence, Italy.
14. Chow W, Wong L, Fung W. Field study on the indoor thermal environment and carbon monoxide levels in a large underground car park. Tunnelling and Underground Space Technology. 1996;11(3):333-43.
15. 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.
16. Papakonstantinou K, Chaloulakou A, Duci A, Vlachakis N, Markatos N. Air quality in an underground garage: computational and experimental investigation of ventilation effectiveness. Energy and Buildings. 2003;35(9):933-40.
17. Duci A, Papakonstantinou K, Chaloulakou A, Markatos N. Numerical approach of carbon monoxide concentration dispersion in an enclosed garage. Building and Environment. 2004;39(9):1043-48.
18. Ho J, Xue H, Tay K. A field study on determination of carbon monoxide level and thermal environment in an underground car park. Building and Environment. 2004;39(1):67-75.
19. Risavi BL, Wadas RJ, Thomas C, Kupas DF. A Novel Method for Continuous Environmental Surveillance for Carbon Monoxide Exposure to Protect Emergency Medical Service Providers and Patients. The Journal of Emergency Medicine. 2013;44(3):637-40.
20. ShafiepourMotlagh M, Kalhor M, Khalil Arya F. Comparison of Numerical Simulation of NOx with Modeling of IAQX in Indoor Environments. Iranian Journal of Health and Environment. 2011;4(2):125-36 (in Persian).
21. Clifford M, Clarke R, Riffat S. Drivers' exposure to carbon monoxide in Nottingham, UK. Atmospheric Environment. 1997;31(7):1003-1009.
22. Banitaleb E, Hoseini V. Calculation of car mass emission coefficients from the pollution data of vol-

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-09]

umetric method with along method. Proceeding of Second National Conference on Air and Noise Pollution Management; 2013; Tehran, Iran.
23. Kaden D, Mandin C, Nielsen G, Wolkoff PE. WHO Guidelines for Indoor Air quality: Selected Pollutants. Geneva: World Health Organization; 2010.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-09]

Availible online: http://ijhe.tums.ac.ir

Original Article

Determining the Contribution of Gas Emissions from Cars and Estimating the Distribution of CO Emissions in Enclosed Parking

Kh. Ashrafi[1*], M. Shafie Pour Motlagh[1], M. S. Mousavi[2], M. H. Niksokhan[1], H. R. Vosoughifar[3]

[1] Department of Environmental Engineering, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran
[2] Ph.D Student of Environmental Engineering, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran
[3] Department of Civil Engineering, Islamic Azad University- South Tehran Branch, Tehran, Iran

ARTICLE INFORMATIONS:

Received: 20 July 2015;
Accepted: 17 October 2015

Key words: Monoxide carbon, Enclosed Parking, Exhaust gases

***Corresponding Author:**
khashrafi@ut.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objectives: In this study, contribution of exhaust emission and CO distribution was estimated in enclosed residential complex parking.

Materials and Methods: This was a descriptive - analytical study consisted of two stages. In the first stage, the emission contribution of vehicles was determined. In order to determine the contribution of exhaust gas emissions, through gas species, only four species CO, O_2, CO_2, and N_2 were measured. Concentration of CO, O_2, and CO_2 was estimated using data obtained from the vehicle emissions monitoring system. The amount of N_2 was estimated from sum ratio of all species, which equals to 1. Then, using computational methods, the amount of the emission contribution from vehicles. In the second phase, to measure the distribution of CO pollutant, gas sampling and collecting was performed using sampling bags made of inert materials with a volume of 10 l at six points. Sampling was conducted in accordance with the requirements of OSHA ID 210. The Obtained data were analyzed using SPSS Ver.16 software and Pearson statistical test ($P > 0.05$ means there was no significant difference).

Results: Maximum contribution was estimated for Pride with amount of 44.4 g/s and minimum contribution was estimated for Tiba with amount of 0.3 g/s. The minimum and maximum distribution value of CO concentration was achieved 3.6 and 69.48 ppm respectively. It was found that no significant relationship was observed between the values of exhaust emissions and CO distribution. However, the distribution of concentration was associated with locations and the number of openings, the number and type of vehicle, time of operation of the vehicle, the vehicle performance, and environmental factors.

Conclusion: Measuring vehicles CO emission indicated that the concentration was beyond the permissible level recommended by the World Health Organization at some. Moreover, it was indicated that natural air conditioning is an effective alternative for improving the air quality in built environments and suitable quality in built environments is achievable through reasonable architectural design, without need to spend too much expense.

Please cite this article as: Ashrafi K, Shafie Pour Motlagh M, Mousavi MS, Niksokhan MH, Vosoughifar HR. Determining the contribution of gas emissions from cars and estimating the distribution of CO emissions in enclosed parking. Iranian Journal of Health and Environment. 2016;8(4):447-58.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-09]