مجله دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی
دوره ۱۳، شماره ۱، بهار ۱۳۹٤، صفحات: ٦٨- ٥٧

روند یکساله میزان مواجهه رانندگان تاکسی شهر تهران با مونوکسیدکربن

سید محمد جواد گل حسینی: دانشجوی دوره کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
زنده یاد حسین کاکویی: استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
سید جمال الدین شاه طاهری: استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران- نویسنده رابط: shahtaheri@tums.ac.ir
کمال اعظم: استادیار، گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۹/۵ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۱/۱۹**

چکیده

زمینه و هدف: امروزه استفاده از خودروهای موتوری به عنوان یکی از نیازهای اصلی جوامع بشری قلمداد می شود و به ناچار پیامدهای ناخواسته و خطرناکی را نیز با خود به همراه دارد. مطالعات متعددی گویای عدم سلامت هوای تنفسی درون خودروها بوده و وجود آلاینده های مختلفی نظیر اکسیدهای ازت (NOx)، ذرات (PM) ، ترکیبات آلی فرار (VOCs) و مونوکسید کربن (CO) را گزارش کرده اند.

روش کار: در مطالعه حاضر، میزان مواجهه با CO در داخل خودروهای تاکسی شهر تهران به مدت یک سال مورد ارزیابی قرار گرفت. برای این منظور، از محدوده فضای تنفسی ۷۲ راننده تاکسی با استفاده از دستگاه قرائت مستقیم مجهز به سنسورهای الکتروشیمیایی، نمونه برداری انجام پذیرفت؛ همچنین مقادیر ثبت شده توسط ایستگاه های ثابت پایش آلودگی هوا در سطح شهر نیز هم زمان با اندازه گیری های درون خودرو، مورد تجزیه و تحلیل و مقایسه قرار گرفت.

نتایج: میانگین میزان مواجهه با مونوکسیدکربن درون خودروها ٤/۳۷ ± ۱۹/۹۱ پی پی ام بدست آمد در حالی که ایستگاه های ثابت پایش آلودگی هوا میزان این آلاینده را ۱/۰۳±۳/٦۹ پی پی ام ثبت کرده بودند.

نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه گویای تاثیر عواملی همچون حجم ترافیک، شرایط جوی و عمر تولید خودرو در میزان مواجهه رانندگان با آلاینده های هوا می باشد.

واژگان کلیدی: مونوکسیدکربن، حمل و نقل عمومی، رانندگان تاکسی، تهران

مقدمه

آلودگی هوا اثرات زیانبار بهداشتی و زیست محیطی متعددی را به دنبال داشته و خسارات زیادی را بر دوش دولت ها و ملت ها تحمیل می کند. مطالعات بسیاری این اثرات را مورد بررسی قرار داده و مواردی همچون اختلالات قلبی و عروقی، اختلالات تنفسی، اثرات عصبی و انواع سرطان ها را بیان نموده اند؛ ضمن اینکه پیامدهای مخرب آلودگی هوا بر روی بیماران و افراد حساسی نظیر کودکان، زنان باردار و افراد مسن قابل اغماض نیستند (Fierro et al. 2001; Vineis et al. 2004; Curtis et al. 2006; Goldberg et al. 2013; Brajer et al. 2012a). سازمان بهداشت جهانی (WHO) در آخرین گزارش خود در سال ۲۰۱۴ میزان مرگ و میر ناشی از آلودگی هوا را ۷ میلیون نفر اعلام کرد که رقم بسیار تاسف باری می باشد (WHO 2014). طبق مطالعات صورت گرفته، منبع اصلی آلودگی هوا در کلان شهرها خودروها می باشند. خودروهای بنزینی منبع مهم انتشار ترکیبات آلی فرار (VOCs)، مونوکسید کربن (CO) و سرب، همچنین از شرکت کننده های قابل توجه در انتشار اکسیدهای ازت (NOx) هستند. حدود ۸۵ تا ۹۰٪ CO از

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2024-07-16]

اگزوز خودروهای بنزینی نشات می‌گیرد در حالی که منابع عمده انتشار ذرات، خودروهای دیزلی می باشند (Faiz et al. 1996).

مواجهه با آلودگی ناشی از ترافیک، نگرانی های رو به رشدی را در مورد سلامت عمومی به همراه دارد. مطالعات متعددی گویای عدم سلامت هوای تنفسی درون خودروها بوده و وجود آلاینده های مختلفی نظیر اکسیدهای ازت (NOx)، ذرات (PM)، ترکیبات آلی فرار (VOCs)، دی اکسید گوگرد (SO_2) و مونوکسید کربن (CO) را گزارش کرده اند (Hosseinlou and Massahi 2012; Gomez-Perales et al. 2004; Karanasiou et al. 2014).

مونوکسید کربن (CO) یکی از آلاینده های مهم وابسته به ترافیک، گازی بی رنگ، بی بو، بی مزه و نسبتا در هوا پایدار است که حاصل سوختن ناقص گاز طبیعی، دیزل یا بنزین در موتورهای وسائط نقلیه می باشد؛ به عنوان یکی از فاکتورهای مهم سلامت عمومی مطرح بوده که در غلظت های پایین نیز سمیت آن قابل توجه است (Abdollahi et al. 1998). این گاز از انتقال طبیعی اکسیژن توسط خون جلوگیری کرده و از این طریق اثرات زیانبار خود را بر جای می گذارد. در واقع مکانیسم اصلی پیامدهای منفی مواجهه با مونوکسید کربن، ناشی از ترکیب CO با هموگلوبین خون و تشکیل کربوکسی هموگلوبین (COHb) می باشد که این امر منجر به کمبود اکسیژن در بافت های مختلف بدن به خصوص بافت های حساسی نظیر قلب و مغز می شود (Fierro et al. 2001). تحقیقات زیادی به ارتباط بین مواجهه با CO و برخی از اثرات مضر آن نظیر اختلالات قلبی و عروقی، نارسایی احتقانی قلب، سندرم حاد قلبی، بیماری حاد عروق کرونر، بیماری مزمن عروق کرونر، فیبریلاسیون دهلیزی، فشار خون، ضایعه عروق مغزی، بیماری حاد دستگاه تنفسی تحتانی، بیماری راه های هوایی، دیابت، آسم و حتی افزایش مرگ و میرهای روزانه اشاره کرده اند (Shah et al. 2013; Goldberg et al. 2013; Adir et al. 1999). مطالعه ای که در سال ۲۰۰۸ میلادی با هدف تخمین بار مالی ناشی از برخی از آلاینده های هوا در تهران انجام پذیرفت، بار مالی ناشی از افزایش به ازای هر واحد مونوکسیدکربن را ۲۸۸۱۶ دلار برآورد نموده است (Karimzadegan et al. 2008).

فضای درون خودرو از نظر حضور آلاینده CO، بالاترین میانگین میزان مواجهه را نسبت به هوای محیط نشان داده است (WHO 1999) بنابراین افزایش احتمال پیامدهای منفی مواجهه با این آلاینده برای سرنشینان خودرو نسبت به سایرین دور از انتظار نمی باشد. با در نظر گرفتن رشد جمعیت و توسعه شهرها و ضرورت جابجایی افراد، یکی از راهکارهای موجود، ناوگان حمل و نقل عمومی درون شهری می‌باشد. رانندگان تاکسی قسمتی از خانواده سیستم حمل و نقل تهران بزرگ می باشند که تعداد تاکسی های موجود در زمان اجرای پژوهش حاضر، بالغ بر۹۰۰۰۰ خودرو گزارش شده است. قشری زحمتکش و در معرض خطراتی که وابسته به شغل آنها می‌باشد و در طول زمان می‌تواند برای آنان آسیب زا باشد. یکی از این خطرات، آلودگی هوا بوده که در قدم اول، اندازه گیری میزان مواجهه رانندگان درون کابین خودرو با آلاینده ها، کلیدی برای آغاز کنترل می باشد. مطالعات زیادی در کشورهای مختلف جهان بر روی میزان مواجهه رانندگان با آلاینده های مختلف هوا انجام گرفته است ولی در جستجوهای انجام شده توسط محققین این پروژه، تاکنون مطالعه ای در خصوص مواجهه رانندگان تاکسی های شهری با عوامل ذکر شده در تهران یافت نشد. بنابراین لزوم مطالعات در این زمینه ضروری به نظر می رسد. با توجه به مطالب ذکر شده، در این مطالعه به ارزیابی میزان مواجهه رانندگان تاکسی‌های شهر تهران در محدوده طرح ترافیک با مونوکسیدکربن پرداخته شده است؛ بدان امید که نتایج حاصل کمکی هرچند کوچک در راستای برنامه ریزی‌های مناسب در ارتباط با این قشر در انزوا قرار گرفته شاغل در کشور باشد. همچنین با وجود مدارکی دال بر این موضوع که ایستگاه‌های ثابت پایش آلودگی هوا، میزان مواجهه افراد را به درستی منعکس نمی‌کنند (Duci et al. 2003; Gomez-Perales et al. 2004; Zuurbier et al. 2010; De Nazelle et al. 2012)، میزان این آلاینده در هوای

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2024-07-16]

عمومی شهر که توسط این ایستگاه ها ثبت شده نیز مورد بررسی قرار گرفته تا در مقایسه با میزان اندازه گیری شده مونوکسید کربن درون خودرو، مورد استفاده قرار گیرد.

روش کار

این مطالعه توصیفی- تحلیلی طی آبانماه ۱۳۸۸ الی مهرماه ۱۳۸۹ به مدت یک سال در شهر تهران انجام پذیرفت. فضای داخل کابین ۷۲ خودوری تاکسی در محدوده تنفسی رانندگان مورد بررسی قرار گرفت. تمام خودروهای حاضر در این تحقیق نیز با سوخت بنزین و بدون استفاده از سیستم تهویه کار می کردند و همه رانندگان شرکت کننده در مطالعه را آقایان تشکیل می دادند. با توجه به وسعت بسیار زیاد شهر تهران، محدوده ای در مرکز شهر به وسعت ۳۱۹۸۸۱۰۴ مترمربع که دارای محدودیت تردد برای خودروهای فاقد مجوز طی ساعات ۶/۳۰ الی ۱۷ می‌باشد، به عنوان مکان نمونه برداری انتخاب گردید. همانگونه که در شکل ۱ نمایش داده شده است جهت نمونه برداری در این محدوده، ۱۶ مسیر اصلی شامل ۷ مسیر شرقی - غربی و ۹ مسیر شمالی - جنوبی تعیین و در هر روز نمونه برداری به صورت تصادفی مسیرهایی انتخاب و نمونه برداری در آنها صورت پذیرفت.

نمونه برداری ها در ۶ روز کاری (شنبه تا پنج شنبه) هفته آخر هر ماه برای مدت ۱۲ ماه در بین ساعات ۹ الی ۱۳ و ۱۶ الی ۲۰ انجام پذیرفت و در مجموع، اطلاعات مربوط به ۷۲ روز کاری برای تجزیه و تحلیل های آماری مورد استفاده قرار گرفت. جهت نمونه برداری، از دستگاه آنالیزور گاز قابل حمل FirstCheck 5000+ ساخت شرکت ION Science کشور انگلستان استفاده شد. این دستگاه مجهز به سنسورهای الکترو شیمیایی بوده و با دبی ۲۲۰ میلی لیتر در دقیقه هوا را مکش کرده و به صورت لحظه ای مقادیر مونوکسید کربن را نشان می دهد. دستگاه مذکور قابلیت تشخیص مقادیر ۱۰۰۰ – ۱ پی پی ام مونوکسید کربن را دارا می باشد. برای اطمینان از صحت عملکرد دستگاه و داده های حاصل از آن، دستگاه به صورت ماهیانه قبل از هر بار نمونه برداری با استفاده از سیلندرهای گاز حاوی مقادیر استاندارد با غلظت معلوم مونوکسیدکربن طبق توصیه شرکت سازنده کالیبره می شد.

پیش از آغاز نمونه برداری در هر روز، پرسشنامه ای شامل اطلاعات فردی و شغلی راننده تکمیل شده و توضیحاتی در مورد نحوه کار به رانندگان شرکت کننده در مطالعه داده می‌شد. همچنین از تمامی رانندگان خواسته می شد که مانند روزهای عادی به کار خود مشغول شوند. در مسیرهای مورد نظر برای هر روز، پروب دستگاه نمونه بردار در محدوده تنفسی راننده قرار داده شده و داده ها هر ۳۰ ثانیه به همراه جزئیات مسیر ثبت می گردیدند. اطلاعات مربوط به ایستگاه-های ثابت پایش هوا و مقادیر پارامترهای جوی (دما، رطوبت و سرعت وزش باد) نیز در روزهای اندازه گیری از شرکت کنترل کیفیت هوای تهران اخذ گردید و داده های منطبق با ساعات اندازه گیری درون تاکسی، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

کلیه تجزیه و تحلیل های آماری استفاده شده شامل آزمون های t-test، آنالیز واریانس یک طرفه و همبستگی توسط نرم افزار SPSS 16 انجام پذیرفت.

نتایج

اطلاعات مرتبط با افراد شرکت کننده در مطالعه: کلیه رانندگان شرکت کننده در این مطالعه، رانندگان مرد بودند. میانگین سنی و میانگین سابقه کاری این افراد به ترتیب ۹/۰۵±۴۳/۷۹ و ۸/۰۸ ±۹/۲۰ سال بود.

غلظت مونوکسیدکربن در داخل خوردرو: اطلاعات مربوط به میزان CO مورد اندازه گیری در جدول ۱ آورده شده است. همانگونه که مشاهده می شود میانگین غلظت CO در داخل خودرو ۴/۳۷±۱۹/۹۱ پی پی ام بدست آمد. بیشترین میزان مواجهه با CO مربوط به ساعات عصر (۵/۲۳±۲۰/۶۲ پی پی ام) و کمترین میزان، مربوط به ساعات صبح بود (۳/۲±۱۹/۱۸ پی پی ام).

میزان مونوکسیدکربن در روزهای هفته: برای تجزیه و تحلیل آماری میزان مواجهه با مونوکسیدکربن در روزهای مختلف هفته، از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه در داده‌های ۳۰

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2024-07-16]

ثانیه‌ای استفاده گردید که اختلاف معناداری بین میزان مواجهه درون خودرو با CO در روزهای هفته مشاهده گردید (p<۰/۰۰۱). رانندگان در روزهای شنبه بیشترین میزان مواجهه را با CO داشتند (۱۱/۴۱±۲۲/۰۵ پی پی ام) در حالی که کمترین میزان مواجهه مربوط به روزهای پنج شنبه بود (۹/۰۴±۱۷/۳۹ پی پی ام).

میزان مونوکسیدکربن در ماه های سال: همانطور که در نمودار ۱ مشاهده می شود میزان مواجهه دورن خودرو در طول ماه های مختلف سال متفاوت می باشد. آزمون آنالیز واریانس یکطرفه، این اختلاف را تایید می کند (p<۰/۰۰۱) بطوری که بیشترین و کمترین میزان مواجهه درون خودرو به ترتیب برای شهریورماه ۱۳/۸٤±۲۲/۹٦ پی پی ام و اردیبهشت ماه ۵/٤۸±۱٦/۱۹ پی پی ام ثبت گردیدند.

میزان مونوکسیدکربن در طول مسیر: در طول مسیرهای نمونه برداری، جزئیاتی مانند نوع خیابان، چراغ های قرمز، میادین، پل ها، زیرگذر و سوار و پیاده شدن مسافرین ثبت و با آزمون آنالیز واریانس یکطرفه مورد بررسی قرار گرفت. بیشترین میزان مواجهه درون خودرو با CO به میزان ۱۲/۳٤±۲۱/۹۱ پی پی ام، پشت چراغ قرمز در هنگام سبز شدن چراغ بدست آمد. همچنین کمترین میزان مواجهه داخل تاکسی ها در روی پل ها به میزان ٦/٦۰±۱۷/٤۹ پی پی ام تجربه شد. نمودار ۲ میانگین مقادیر بدست آمده بر مبنای جزئیات مسیر را نمایش داده است.

میزان مونوکسیدکربن با توجه به عمر تولید خودرو: میانگین عمر تولید خودروهای شرکت کننده در این مطالعه ۱/۸۸±۲/۱۸ سال بود که برای سهولت در بیان رابطه عمر تولید خودرو با غلظت آلودگی داخل کابین، خودروها به دو طبقه کمتر از ۲ سال و بیش از ۲ سال ساخت، گروه بندی شدند. طبق آزمون Independent Samples T Test خودروهای با عمر بیشتر از دو سال با میانگین مواجهه ۱۱/٦۱±۲۱/۸۵ پی پی ام میزان غلظت بالاتری را در کابین خودرو نسبت به خودروهای با عمر پایینتر(۸/۸۲±۱۸/۸ پی پی ام) نشان دادند.

همبستگی بین میزان مونوکسیدکربن با شرایط جوی: طبق آزمون همبستگی Pearson، غلظت CO با دمای هوا رابطه مثبت و همچنین با رطوبت هوا رابطه معکوسی را نشان داد هرچند که این اختلاف از نظر آماری معنادار نبود (p>۰/۰۵) در حالی که در ارتباط با سرعت وزش باد اختلاف معنادار و معکوسی را شاهد بودیم؛ بدین معنی که با افزایش سرعت وزش باد میزان مونوکسیدکربن داخل خودرو کاهش پیدا می نمود (Pearson = -۰/۳۳۱ Correlation و p=۰/۰۰۵).

ایستگاه های ثابت پایش آلودگی هوا در سطح شهر: اطلاعات مربوط به میزان مونوکسیدکربن ثبت شده توسط ایستگاه‌های ثابت پایش آلودگی هوا در جدول ۱ آورده شده است. داده‌های مربوط به ساعات ۹ الی ۱۳ و ۱۶ الی ۲۰ مطابق با روزهای نمونه برداری داخل خودرو، از اطلاعات کلی ایستگاه های ثابت پایش آلودگی هوا مستقر در سطح شهر، استخراج و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. میانگین غلظت CO ثبت شده توسط این ایستگاه ها ۱/۰۳± ۳/۶۹ پی پی ام بدست آمد.

بحث

در بیشتر مراکز شهری، وسایل حمل و نقل موتوری عامل اصلی شرکت کننده در زوال کیفیت هوای محیط می باشند. آلودگی هوای ناشی از خودروهای موتوری با توجه به افزایش مداوم استفاده از خودروها و همچنین افزایش مسافت های طی شده توسط هر خودرو در هر سال، حقیقتا تبدیل به مساله ای جدی شده است. مطالعه حاضر، میانگین میزان مواجهه درون خودروهای تاکسی با مونوکسیدکربن را مقادیر بالایی نشان داد که در مقایسه با استانداردهای زیست محیطی مانند آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده آمریکا (US-EPA) و کمیسیون محیط زیست اروپا (ECE) که ۹ پی پی ام برای ۸ ساعت مواجهه را ذکر نموده اند، بسیار بالا می باشد. در مطالعات مشابه انجام یافته در نقاط مختلف جهان، مقادیر مونوکسیدکربن داخل خودرو بسیار متفاوت گزارش شده و از

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2024-07-16]

مقادیر کم تا بسیار بالا را مطرح نموده اند. Kaur و Zagury هر یک در مطالعات خود مقادیر ۱/۲ و ۳/۸ پی پی ام را به ترتیب در لندن و پاریس بیان کرده اند (Kaur and Nieuwenhuijsen 2009; Zagury et al. 2000) میزان مواجهه رانندگان تاکسی را مورد بررسی قرار داده و مقادیر ۲۸/۷ و ۱۸/۷ پی پی ام را به ترتیب برای تاکسی های دارای سیستم تهویه و فاقد سیستم تهویه ارائه نموده است (Chan et al. 2002). مطالعه صورت گرفته در جاکارتا نیز مقدار مونوکسید کربن را درون فضای خودرو ۲۲ پی پی ام عنوان نموده است (Both et al. 2013). همانطور که این مطالعات نشان می دهند، مقادیر بدست آمده با توجه به شرایط اقلیمی، دانش فنی، عمر تولید خودرو و سایر شرایط، در نقاط مختلف متفاوت می باشند. عوامل متعددی می تواند توجیهی برای حضور میزان بالای این آلاینده درون خودرو باشد. یکی از این عوامل، تجمع آلاینده ها درون فضای محدود خودرو است؛ با توجه به اینکه سرعت خودرو درون ترافیک های شهری بسیار پایین می باشد، در نتیجه گردش هوا درون خودرو ناچیز بوده و بنابراین آلودگی، درون خودرو جمع شده و میزان مواجهه را بالا می برد. سرعت های بالاتر می تواند به عنوان یک سیستم ترقیقی عمل نموده و از میزان غلظت آلودگی درون خودرو بکاهد که با وجود ترافیک های سنگین و در نتیجه سرعت پایین اتومبیل ها این موضوع حاصل نمی شود (Hosseinlou and Massahi 2012; You et al. 2007). از عوامل دیگر، حضور خودرو در قلب تولید آلودگی می باشد. خودروها با مشارکتی در حدود ۸۰٪ در بحران آلودگی هوا (Nadim et al. 2009) به عنوان عامل اصلی ایجاد آلودگی مطرح بوده و اولین نقطه اثر خروجی (اگزوز) خودروها در خیابان، ماشین های اطراف خود می باشند (Duffy and Nelson 1997). بنابراین، سرنشینان درون خودرو، بار آلودگی بسیار بالایی را نسبت به سایر نقاط شهر تجربه می کنند. عوامل دیگری همچون تکنولوژی ساخت موتور و نحوه سوخت بنزین درون آن، استفاده یا عدم استفاده از سیستم های کنترلی، نشتی های ناشی از تبخیر درون موتور و اگزوز خودرو و نفوذ آن بداخل کابین خودرو را می‌توان از فاکتورهای دیگر میزان بالای مواجهه درون خودرو دانست (Gomez-Perales et al. 2004; Chan et al. 2003; Hsu and Husang 2009).

میزان مواجهه بالای افراد درون خودرو با آلاینده ها در ساعات عصرگاهی را می توان به دلیل حجم بیشتر خودروها در این ساعات دانست. در مطالعه ای افزایش ۱۰۰۰ تا ۵۰۰۰ خودرو با افزایش ۷۱٪ میزان مونوکسیدکربن منتشر شده، گزارش شده است (Zagury et al. 2000). همانطور که بیان گردید محدوده مورد مطالعه بین ساعات ۶/۳۰ الی ۱۷ دارای محدودیت تردد برای خودروهای فاقد مجوز می باشد. مطالعات متعددی حجم خودروهای موجود را به عنوان عامل اصلی غلظت بالای آلودگی درون خودرو اظهار داشته اند (Kingham et al. 2013; Both et al. 2013; Chan and Liu 2001). همانگونه که در قسمت نتایج بیان گردید، میزان مونوکسیدکربن اندازه گیری شده درون خودرو مقادیر متفاوتی را در روزهای مختلف هفته نشان داد. در روز آغازین هفته با توجه به آغاز فعالیت بعد از روز تعطیل، بیشترین میزان غلظت آلاینده ها را درون خودرو شاهد بودیم، ضمن اینکه شهر تهران با توجه به موقعیت خاص خود دارای تعداد بالایی از جمعیت غیر ساکن می باشد (Atash 2007) که برخی از این افراد ابتدای هفته به تهران آمده و پایان هفته تهران را ترک می کنند. غلظت پایین مونوکسیدکربن داخل خودرو در روز پنج شنبه نیز با توجه به آخر هفته بودن و همچنین وضعیت نیمه تعطیل این روز در شهر تهران، خارج از انتظار نمی باشد. در طول ماه های مختلف سال میزان مواجهه درون خودرو با مونوکسیدکربن بسیار متفاوت بود که برای این مساله می توان به عواملی مانند شرایط جوی مختلف، الگوی ترافیکی و وضعیت خودروها اشاره کرد. ضمن اینکه در پایان هر فصل تغییرات الگویی خاصی را در ترافیک سطح شهر شاهد هستیم. به عنوان مثال هفته آخر شهریور ماه با توجه به پایان تعطیلات و بازگشت مردم به شهر، همچنین شروع خریدهای مربوط به آغاز سال تحصیلی، افزایش بار ترافیکی را شاهد هستیم که در نتیجه بار آلودگی بالا رفته و با توجه به گرم بودن هوا و باز بودن کامل پنجره های خودرو، غلظت

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2024-07-16]

آلودگی درون خودرو به شدت بالا می رود. همچنین در اسفند ماه با در نظر گرفتن روزهای پایانی سال و افزایش تردد مردم جهت فعالیت های آخر سال و عید نوروز، افزایش میزان آلودگی دور از انتظار نیست. ضمن اینکه موقعیت جغرافیایی شهر تهران و وجود سالانه ۲۵۰ روز پدیده وارونگی دمایی (Inversion) که عامل مهمی در افزایش بار آلودگی سطح شهر می باشد را نیز باید مورد توجه قرار داد (Brajer et al. 2012b; Mohammadi et al. 2012). فاکتورهای دیگری نظیر سرعت جریان هوا نیز به شدت در میزان غلظت آلاینده ها تاثیرگذار می باشد، به نحوی که در این مطالعه رابطه معنی-داری را بین افزایش سرعت جریان هوا با کاهش مقدار مونوکسیدکربن درون خوردو شاهد وجود داشت. کارهای تحقیقاتی صورت گرفته دیگری نظیر مطالعات Kaur، Gomez و Zagury نیز این موضوع را مورد توجه قرار داده اند (Kaur and Nieuwenhuijsen 2009; Zagury et al. 2000; Gomez-Perales et al. 2004) جریان هوا مانند یک سیستم تهویه ترقیقی بزرگ عمل کرده و به شدت میزان تجمع آلاینده های موجود را کاهش می دهد.

همانگونه که در قسمت نتایج ذکر گردید بیشترین میزان مواجهه با مونوکسید کربن در پشت چراغ های قرمز هنگام آغاز حرکت ثبت گردید که علت این امر حرکت همزمان تعداد زیادی وسایل نقلیه موتوری با هم بوده که میزان آلودگی بالایی را ایجاد می کنند. در روی پل ها نیز فضای آزاد موجود و فاصله گرفتن از سطح خیابان که انباشتگی آلودگی را به شدت داریم، میزان آلودگی در حد پایینی قرار دارد. در واقع اثر تنگه های بین ساختمان های بلند در مناطق مرکزی شهر که تاثیر مهمی در غلظت آلاینده های منتشره را دارند، نباید نادیده گرفت (Saksena et al. 2008; Onursal et al. 1997) در مطالعه حاضر، میزان مواجهه با CO در خودروهای با عمر بیش از دو سال، بیشتر از میزان مواجهه در خودروهای با عمر کمتر بدست آمد. با توجه به اینکه تاکسی ها، خودروهای کاری بوده و علیرغم عمر تولید پایین آن ها کارکرد بالا و در نتیجه استهلاک زیاد و نشتی زیادی هم می توانند داشته باشند (Chan and Liu 2001; Chan et al. 2003; Hsu and Huang 2009) همچنین سرویس و نگهداری ضعیف خودروها توسط رانندگان (Chan Gomez-Perales et al. 2004; and Liu 2001) می تواند از دلایل این مقادیر بالا می باشد.

همچنین همانگونه که در قسمت یافته ها عنوان گردید، نتایج بدست آمده در این مطالعه گویای اختلاف بسیار فاحشی بین غلظت مونوکسید کربن درون خودرو و فضای شهر می باشد. Duci و همکارانش در مطالعه خود میزان غلظت مونوکسید کربن درون خودرو را بسیار بالاتر از مقادیر ثبت شده توسط ایستگاه های ثابت شهری گزارش نمودند (Duci et al. 2003). مطالعات انجام گرفته در مکزیکوسیتی، انگلستان و فرانسه نیز با گزارش مقادیر بالاتر آلودگی درون خودرو در مقایسه با ایستگاه های ثابت، گواهی دیگر بر این امر می باشند (Gomez-Perales et al. 2004; Zagury et al. 2000; Gulliver and Briggs 2004). نتیجه تحقیقات میدانی انجام گرفته توسط Audrey de Nazelle در بارسلونا و Zuurbier نیز اختلاف بسیار زیاد مواجهه درون خودرو و مقادیر ثبت شده توسط ایستگاه های ثابت شهری را عنوان نموده اند (De Nazell et al. 2012; Zuurbier et al. 2010).

ایستگاه های ثابت اندازه گیری اولا در مسافتی دور، نسبت به خیابان ها که منبع تولید آلودگی می باشند، قرار گرفته اند. اگزوز خودروهای مجاور، عامل اصلی تولید آلودگی و مواجهه درون خودرو با آلاینده ها می باشد که با فاصله گرفتن از این منابع، میزان آلودگی نیز به مرور رقیق و کمتر می شود. ثانیا ارتفاعی که هوا را مورد آنالیز قرار می دهند بالاتر از محدوده تنفسی افراد در تردد می باشد. همانطور که در مطالعه حاضر نیز نشان داده شد، در روی پل ها که از سطح خیابان ها بالاتر می باشند کمترین میزان آلودگی به چشم می خورد. در ضمن انباشتگی آلودگی در فضای محدود داخل کابین خودرو را نیز نباید فراموش کرد که عاملی بر میزان بالای مواجهه درون خودرو است (Duci et al. 2003). همچنین متدولوژی مورد استفاده در دستگاه های شهری که

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2024-07-16]

به صورت میانگین ساعتی اطلاعات را ثبت می کند احتمالا نمی تواند به درستی برای مقایسه مستقیم داده ها با هم بکار رود و این هم می تواند از دلایل اختلاف بین نتایج باشد (Kaur et al. 2005).

نتیجه گیری

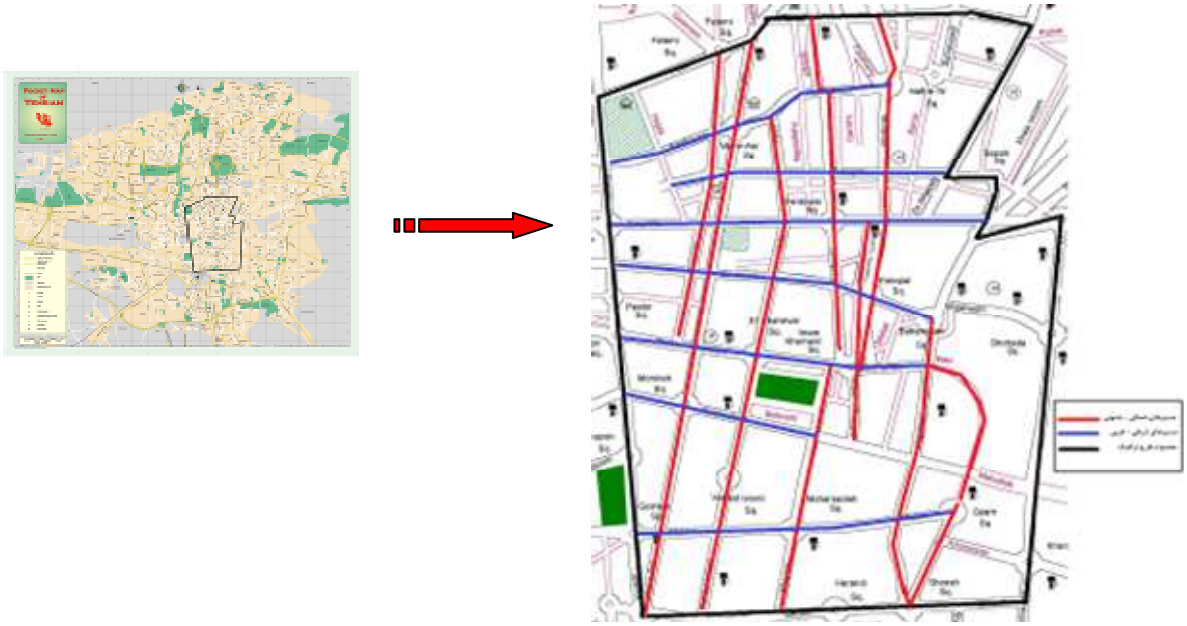
در مطالعه حاضر به بررسی شرایط درون کابین خودروی تاکسی از نظر میزان مواجهه با مونوکسید کربن پرداخته شد. گازی بی رنگ و بی بو که عامل آسیب های جدی به سلامتی افراد در معرض و همچنین محیط زیست می باشد. گازی که برخی از مطالعات، نقش خودروها در تولید آن را بیش از ۹۸٪ برآورد نموده اند (Shakouri and Baris 2013). برای این مطالعه از دستگاه قابل حمل مجهز به سنسورهای الکتروشیمیایی استفاده گردید که نتیجه کار، مقدار بالایی از غلظت مونوکسیدکربن درون خودروها را نشان داد. در این تحقیق میزان بار ترافیکی از عوامل بسیار مهم در میزان مواجهه افراد درون خودرو با مونوکسیدکربن شناخته شد. همچنین مقدار آلودگی درون خودرو در مطالعه حاضر نسبت به برخی از مطالعات مقادیر بسیار بالاتری را نشان داد (Zagury et al. 2000; Kaur and Nieuwenhuijsen 2009) که این می تواند به عدم طرح های کنترلی مناسب در ارتباط با کاهش آلودگی از طریق استانداردهای قوی تری برای سازندگان خودروها و همچنین سایر عوامل آلاینده هوا برگشت داده شود (Amini et al. 2012). هر چند قابل ذکر است که در سال های اخیر اقدامات مناسبی در راستای کاهش بار آلودگی هوا از طریق توسعه ناوگان حمل و نقل عمومی و استانداردهای زیست محیطی در ارتباط با صنایع و تولید کنندگان خودرو انجام گرفته است ولی همچنان آلودگی هوا به عنوان بحرانی جدی در شهر میلیونی تهران به چشم می خورد.

در پایان از محدودیت های انجام این مطالعه می توان به عدم وجود امکانات مالی، تجهیزاتی و نیروی انسانی مکفی اشاره کرد. برای هر روز نمونه برداری باید خودروی تاکسی به صورت دربست در اختیار قرار گرفته می شد که این خود متحمل هزینه بسیار بالایی بود. مطالعه حاضر در محدوده طرح ترافیک تهران انجام پذیرفت و با توجه به اینکه این محدوده تنها قسمت کوچکی از کلان شهر تهران را دربر می گیرد، پیشنهاد می شود که علاقه مندان به ادامه این کار، در مرحله بعد نقاط دیگر شهر را از نظر میزان مواجهه درون خودرو با آلاینده ها مورد بررسی قرار دهند. همچنین می توان برای بررسی بیشتر تاثیر محدودیت های موجود در منطقه مورد بررسی در این مطالعه، در دو دوره زمانی محدودیت تردد و پایان آن، اندازه گیری ها را انجام داده و مورد تجزیه و تحلیل قرار دهند. همچنین پیشنهاد می شود در گام بعدی، مطالعه بر روی خود رانندگان از نظر تاثیر این عوامل بر سلامتی آن ها صورت پذیرد.

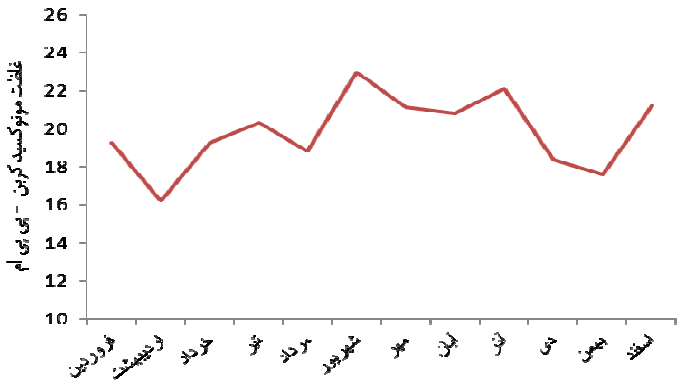
تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد محمدجواد گل حسینی به راهنمایی مرحوم استاد دکتر حسین کاکویی می باشد که متاسفانه در زمان چاپ این مقاله در قید حیات نمی باشند. خداوند ایشان را غریق رحمت واسعه اش بفرماید. همچنین این پایان نامه در قالب طرح پژوهشی با کد ۱۳۲/۱۱۲۰ مصوب دانشگاه علوم پزشکی تهران می باشد که نویسندگان بر خود فرض می دانند تا از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی تهران به جهت حمایت های مالی و اجرایی کمال سپاسگزاری را داشته باشند.

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2024-07-16]

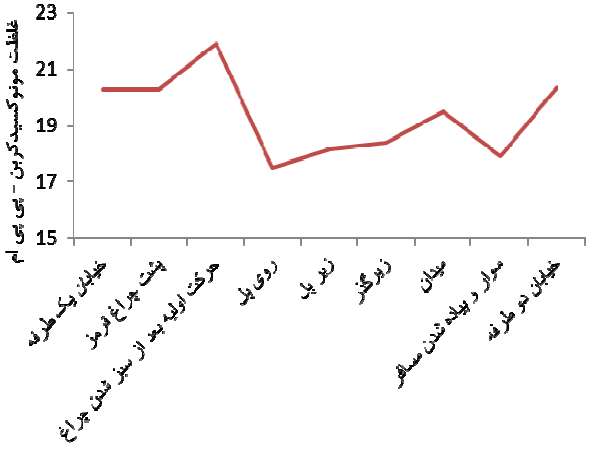


شکل ۱- محدوده مکانی روند یکساله میزان مواجهه رانندگان تاکسی شهر تهران با مونوکسیدکربن



نمودار ۱- مواجهه با مونوکسیدکربن در ماه های مختلف سال در رانندگان تاکسی شهر تهران

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2024-07-16]



نمودار ۲- مواجهه با مونوکسیدکربن در طول مسیر رانندگان تاکسی شهر تهران

جدول ۱- غلظت مونوکسیدکربن (پی پی ام)، مواجهه رانندگان تاکسی شهر تهران

مونوکسیدکربن	تعداد	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
مونوکسید کربن اندازه گیری شده در هر ۳۰ ثانیه داخل خودرو	۲۰۸۱۹	۲۰/۰۸	۱۰/۲	۱	۲۳۱
میانگین مونوکسیدکربن اندازه گیری شده در هر روز داخل خودرو	۷۲	۱۹/۹۱	٤/۳۷	۱۲/۳۲	۳۳/٤٦
مونوکسیدکربن ثبت شده در ایستگاه های ثابت شهری	۷۲	۳/٦۹	۱/۰۳	۲/۰۷	۷/۸۵

Reference

Abdollahi, M., Zadparvar, L., Ayatollahi, B., Baradaran, M., Nikfar, S., Hastaie, P. and Khorasani, R., 1998. Hazard from Carbon Monoxide Poisoning for Bus Drivers in Tehran, Iran. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology,* 61**,** pp. 210-215.

Adir, Y., Merdler, A. and Ben Haim, S., 1999. Effects of exposure to low concentrations of carbon monoxide on exercise performance and myocardial perfusion in young healthy men. *Occupational and environmental medicine,* 56**,** P. 535.

Amini, T., Abdullah, A.M. and Muda, A., 2012. The Satisfaction and Perception of Districts 2 Tehran Residents on Land Use and Transportation on Air Quality. *Environmental Research Journal,* 6**,** pp. 106-113.

Atash, F., 2007. The deterioration of urban environments in developing countries: Mitigating the air pollution crisis in Tehran, Iran. Cities, 24**,** pp. 399-409.

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2024-07-16]

Both, A.F., Westerdahl, D., Fruin, S., Haryanto, B. and Marshall, J.D., 2013. Exposure to carbon monoxide, fine particle mass, and ultrafine particle number in Jakarta, Indonesia: Effect of commute mode. *Science of The Total Environment,* 443**,** pp. 965-972.

Brajer, V., Hall, J. and Rahmatian, M., 2012a. Air Pollution, Its Mortality Risk, and Economic Impacts in Tehran, Iran. *Iranian Journal of Public Health,* 41**,** pp. 31-38.

Brajer, V., Hall, J. and Rahmatian, M., 2012b. Air Pollution, Its Mortality Risk, and Economic Impacts in Tehran, Iran. *Iranian J Publ Health,* 41, pp. 31–38.

Chan, L., Lau, W., Zou, S., Cao, Z. and Lai, S., 2002. Exposure level of carbon monoxide and respirable suspended particulate in public transportation modes while commuting in urban area of Guangzhou, China. *Atmospheric Environment,* 36**,** pp. 5831-5840.

Chan, L.Y., Lau, W.L., Wang, X.M. and Tang, J.H., 2003. Preliminary measurements of aromatic VOCs in public transportation modes in Guangzhou, China. *Environ Int,* 29**,** pp. 429-35.

Chan, L.Y. and Liu, Y.M., 2001. Carbon monoxide levels in popular passenger commuting modes traversing major commuting routes in Hong Kong. Atmospheric Environment, 35**,** pp. 2637-2646.

Curtis, L., Rea, W., Smith-Willis, P., Fenyves, E. and Pan, Y., 2006. Adverse health effects of outdoor air pollutants. *Environment International,* 32**,** pp. 815-830.

De Nazelle, A., Fruin, S., Westerdahl, D., Martinez, D., Ripoll, A., Kubesch, N. and Nieuwenhuijsen, M., 2012. A travel mode comparison of commuters' exposures to air pollutants in Barcelona. *Atmospheric Environment,* 59**,** pp. 151-159.

Duci, A., Chaloulakou, A. and Spyrellis, N., 2003. Exposure to carbon monoxide in the Athens urban area during commuting. *The Science of The Total Environment,* 309**,** pp. 47-58.

Duffy, B.L. and Nelson, P.F., 1997. Exposure to emission of 1,3 butadiene and benzene in the cabins of moving motor vehicle and buses in Sydney, Australia. *Atmospheric Environment,* 31**,** pp. 3877-3885.

Faiz, A., Weaver, C.S. and Walsh, M.P., 1996. Air pollution from motor vehicles: standards and technologies for controlling emissions, World Bank Publications.

Fierro, M., O'rourke, M. and Burgess, J., 2001. Adverse health effects of exposure to ambient carbon monoxide. University of Arizona Report, September.

Goldberg, M.S., Burnett, R.T., Stieb, D.M., Brophy, J.M., Daskalopoulou, S.S., Valois, M.F. and Brook, J.R., 2013. Associations between ambient air pollution and daily mortality among elderly persons in Montreal, Quebec. *Science of The Total Environment,* 463-464(0): pp. 931-942.

Gomez-Perales, J. E., Colvile, R. N., Nieuwenhuijsen, M.J., Fernandez-Bremauntz, A., Gutierrez-Avedoy, V.J., Paramo-Figueroa, V.H., Blanco-Jimenez, S., Bueno-Lopez, E., Mandujano, F., Bernabe-Cabanillas, R. and Ortiz-Segovia, E.,2004. Commuters' exposure to PM2.5, CO, and benzene in public transport in the metropolitan area of Mexico City. *Atmospheric Environment,* 38**,** pp. 1219-1229.

Gulliver, J. and Briggs, D., 2004. Personal exposure to particulate air pollution in transport microenvironments. *Atmospheric Environment,* 38**,** pp. 1-8.

Hosseinlou, M.H. and Massahi, A., 2012. *Developing Pollutant Emission Models for Private Car and Taxi in Tehran PSRC 2012.* International Conference Program, Dubai, UAE.

Hsu, D.J. and Huang, H.L., 2009. Concentrations of volatile organic compounds, carbon monoxide, carbon dioxide and particulate matter in buses on highways in Taiwan. *Atmospheric Environment,* 43**,** pp. 5723-5730.

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2024-07-16]

Karanasiou, A., Viana, M., Querol, X., Moreno, T. and De Leeuw, F., 2014. Assessment of personal exposure to particulate air pollution during commuting in European cities—Recommendations and policy implications. *Science of the Total Environment,* 490**,** pp. 785-797.

Karimzadegan, H., Rahmatian, M., Farhud, D.D. and Yunesian, M., 2008. Economic Valuation of Air Pollution Health Impacts in the Tehran Area, Iran. *Iranian Journal of Public Health,* 37**,** pp. 20-30.

Kaur, S., Nieuwenhuijsen, M. and Colvile, R., 2005. Personal exposure of street canyon intersection users to PM2.5, ultrafine particle counts and carbon monoxide in Central London, UK. *Atmospheric Environment,* **39**(20), pp. 3629-3641.

Kaur, S. and Nieuwenhuijsen, M.J., 2009. Determinants of Personal Exposure to PM2.5, Ultrafine Particle Counts, and CO in a Transport Microenvironment. *Environmental Science and Technology,* 43**,** pp. 4737-4743.

Kingham, S., Longley, I., Salmond, J., Pattinson, W. and Shrestha, K., 2013. Variations in exposure to traffic pollution while travelling by different modes in a low density, less congested city. *Environmental Pollution,* 181**,** pp. 211-218.

Mohammadi, H., Cohen, D., Babazadeh, M. and Rokni, L., 2012. The Effects of Atmospheric Processes on Tehran Smog Forming. I*ranian Journal of Public Health,* 41**,** pp. 1-12.

Nadim, F., Bagtzoglou, A.C., Afshar, A., Iranmahboob, J., Monazzam, M.R. and Yunesian, M., 2009. Transport Management in Iran: Traffic Safety and Cleaner Cars. *Journal of Environmental Engineering and Management,* 19**,** pp. 317-325.

Onursal, B., Gautam, S.P. and World Bank, I., 1997. Vehicular air pollution, The World Bank.

Saksena, S., Quang, T.N., Nguyen, T., Dang, P.N. and Flachsbart, P., 2008. Commuters' exposure to particulate matter and carbon monoxide in Hanoi, Vietnam. Transportation Research Part D: *Transport and Environment,* 13**,** pp. 206-211.

Shah, A.S.V., Langrish, J.P., Nair, H., Mcallister, D.A., Hunter, A.L., Donaldson, K., Newby, D.E. and Mills, N.L., 2013. Global association of air pollution and heart failure: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet,* 382**,** pp. 1039-1048.

Shakouri, N. and Baris, E., 2013. The Effect of Green Infrastructure in Mitigating Air Pollution in Urban Area, Case Study Tehran-Iran. *Journal of Selcuk University Natural and Applied Science,* pp. 727-737.

Vineis, P., Forastiere, F., Hoek, G. and Lipsett, M., 2004. Outdoor air pollution and lung cancer: recent epidemiologic evidence. *International Journal of Cancer,* 111**,** pp. 647-652.

WHO .,1999. Environmental Health Criteria 213 CARBON MONOXIDE. (Second Edition)., WHO.

WHO .,2014. 7 million premature deaths annually linked to air pollution.

You, K., Ge, Y., Hu, B., Ning, Z., Zhao, S., Zhang, Y. and Xie, P., 2007. Measurement of in-vehicle volatile organic compounds under static conditions. *Journal of environmental sciences (China),* 19**,** P. 1208.

Zagury, E., Le Moullec, Y. and Momas, I., 2000. Exposure of Paris taxi drivers to automobile air pollutants within their vehicles. *Occupational and Environmental Medicine,* 57**,** pp. 406-410.

Zuurbier, M., Hoek, G., Oldenwening, M., Lenters, V., Meliefste, K., Van Den Hazel, P. and Brunekreef, B., 2010. Commuters' exposure to particulate matter air pollution is affected by mode of transport, fuel type, and route. *Environmental Health Perspectives,* 118**,** pp. 783-789.

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2024-07-16]

Trend of exposure to carbon monoxide in Tehran taxi drivers during one year

***Golhosseini, MJ.*, MSc. Student, Department of Occupational Health, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran**

***Kakooei, H., Ph.D.* Professor, Department of Occupational Health, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran**

***Shahtaheri, SJ., Ph.D.* Professor, Department of Occupational Health, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran- Corresponding author: shahtaheri@tums.ac.ir**

***Azam, K., Ph.D.* Assistant Professor, Department of Biostatistics, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran**

Received: Nov 26, 2014 **Accepted: Apr 8, 2015**

ABSTRACT

Background and Aim: Motor vehicles are an absolute necessity used extensively in all countries of the world. They are a major cause of air pollution with highly undesirable consequences. Thus, exposure to traffic pollution is a growing public health concern. Several studies indicate that people in the cabin of a vehicle inhale air with high concentrations of pollutants such as nitrogen oxides(NOx), particulate matter (PM), volatile compounds (VOCs) and carbon monoxide (CO).

Materials and Methods: Eexposure of drivers inside motor vehicles to CO was assessed during one year in Tehran, Iran. For this purpose, the concentration of CO was measured in the breathing zone of 72 male taxi drivers using a portable real-time instrument equipped with electrochemical sensors. In addition, records of fixed air pollution monitoring stations in Tehran were examined and the CO concentration in those records were compared with those measured in the taxis.

Results: The mean in-vehicle CO concentration was 19.91 ± 4.37ppm, while records of fixed air pollution monitoring stations showed the concentration of this pollutant in the air to be 3.69 ± 1.03ppm.

Conclusion: It can be concluded that factors such as traffic density, weather conditions and vehicles lifespan affect the extent of exposure of taxi drivers to carbon monoxide.

Key words: Carbon Monoxide, Public Transport, Taxi drivers, Tehran

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2024-07-16]