



## Carbon monoxide in exhaled air of students in Tehran

S. Salehpour<sup>1</sup>, S.A. Azin<sup>2</sup>, M.R. Masjedi<sup>3</sup>, M. Kazempour<sup>4</sup>

Received: 4/11/2009

Revised: 9/01/2010

Accepted: 2/02/2010

### Abstract

**Background and aims:** Carbon monoxide poisoning is a major cause of mortality due to gas inhalation. It is more prevalent in winter, because of poor indoor ventilation. The purpose of our study was to evaluate exhaled carbon monoxide of students and to estimate their exposure to this gas.

**Methods:** This cross-sectional study was performed in winter 2008. The exhaled carbon monoxide level of 184 students was assessed by breath analyzer. Questionnaire data were collected to assess smoking habit, types of domestic exposures and symptoms of carbon monoxide intoxication.

**Results:** Students consists of 79 boys and 105 girls. Number of cases in carbon monoxide levels of 0-6 ppm, 7-10ppm, 11-20ppm and above 20ppm were consecutively 150(81.52%), 23(12.50%), 10(5.43%) and 1(0.54%). The difference of symptoms in different groups was not significant.

**Conclusion:** Due to our results, 34(18.47%) cases of healthy nonsmoker students had abnormal exhaled carbon monoxide level of more than 1-3 ppm which could be attributed to environmental exposures. 11(5.97%) cases had carbon monoxide exhaled level of more than 11ppm which exceeds the permissible exposure limits. More attention should be paid to the sources of carbon monoxide exposure in children, in order to minimize morbidity and mortality related to carbon monoxide intoxication.

**Keywords:** exhaled carbon monoxide, heater, children, students

1. **(Corresponding author)** Faculty member, Masih Daneshvari Dept. for Cancer and Pulmonary Diseases, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran. Email: ssalehpour@nritld.ac.ir

2. Assistant professor, Jihad Research Institute for Health Sciences, Tehran, Iran.

3. Professor, Masih Daneshvari Dept. for Cancer and Pulmonary Diseases, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

4. Masih Daneshvari Dept. for Cancer and Pulmonary Diseases, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

## منوکسیدکربن بازدمی دانش آموزان تهران

سوسن صالح پور<sup>۱</sup>، سید علی آذین<sup>۲</sup>، محمدرضا مسجدی<sup>۳</sup>، مهدی کاظم پور<sup>۴</sup>

تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۲/۲

تاریخ ویرایش: ۸۸/۱۰/۱۹

تاریخ دریافت: ۸۸/۸/۱۳

### چکیده

**هدف:** مسمومیت با منوکسیدکربن علت عمده مرگ در اثر استنشاق گاز است. هدف از انجام این مطالعه بررسی میزان منوکسیدکربن بازدمی دانش آموزان و تخمین میزان مواجهه آنان با گاز منوکسیدکربن در محیط منزل بود.

**روش بررسی:** این مطالعه به صورت مقطعی در زمستان سال ۱۳۸۶ انجام گرفت و میزان منوکسیدکربن بازدمی ۱۸۴ دانش آموز مقطع راهنمایی منطقه ۳ شهرداری تهران توسط دستگاه آشکارساز منوکسیدکربن بازدمی اندازه‌گیری شد. اطلاعات در خصوص نوع وسیله گرمایشی مورد استفاده در منزل، مصرف سیگار توسط خود فرد و اطرافیان و تجربه علائم مسمومیت با منوکسیدکربن، توسط پرسشنامه‌ای جمع‌آوری شد.

**یافته‌ها:** تعداد کل دانش آموزان ۱۸۴ نفر شامل ۷۹ (۴۲/۹۳٪) پسر و ۱۰۵ (۵۷/۰۶٪) دختر بود. از این تعداد دانش آموزان ۱۵۰ نفر (۸۱/۵۲٪) میزان منوکسیدکربن بازدمی ۰-۶ ppm، ۲۳ نفر (۱۲/۵۰٪) منوکسیدکربن بازدمی ۷-۱۰ ppm و ۱۰ نفر (۵/۴۳٪) منوکسیدکربن بازدمی در حد ۲۰-۱۱ ppm (۰/۵۴٪) منوکسیدکربن بازدمی بالای ۲۰ ppm داشتند. تفاوت در علائم بالینی ابراز شده در گروه‌های مختلف از نظر آماری معنی دار نبود. در مجموع ۳۱ نفر (۱۸/۶۷٪) از دانش آموزان غیر سیگاری مورد مطالعه سطوح منوکسیدکربن بازدمی بیش از حد طبیعی ۳-۱۵ ppm داشتند.

**نتیجه‌گیری:** نتایج به دست آمده نمایانگر مواجهه کودکان با منابع محیطی مولد منوکسیدکربن است. تعداد ۱۱ نفر از کل دانش آموزان (۵/۹۷٪) میزان منوکسیدکربن بازدمی مساوی یا بالاتر از ۱۱ ppm یعنی در سطحی بیش از سطح مجاز ۹ ppm داشتند. لازم است در خصوص منابع مواجهه با گاز منوکسیدکربن در محیط زندگی کودکان بررسی و دقت بیشتری صورت گرفته و با هوشیاری بیشتر بتوانیم از بروز موارد مسمومیت و احیاناً مرگ و میر ناخواسته در کودکان بکاهیم.

**کلیدواژه‌ها:** منوکسیدکربن بازدمی، وسایل گرمایشی، کودکان، دانش آموزان

### مقدمه

اثر استنشاق گاز است. مواجهه با منوکسیدکربن در هر جایی که احتراق ناقص سوخت صورت گیرد، یک خطر بالقوه محسوب می‌گردد [۱].

حد طبیعی منوکسیدکربن در هوا ۰/۲-۰/۰۱ ppm است. در مناطق شهری غلظت منوکسید کربن معمولاً

منوکسید کربن گازی است بی‌رنگ، بی بو و غیر محرک که محصول سوخت ناقص هیدروکربن‌ها است. مسمومیت با منوکسیدکربن علت عمده مرگ در

۱- (نویسنده مسئول)، مدرس دانشگاه، پژوهشکده سل و بیماری‌های ریوی دکتر مسیح دانشوری، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی، تهران، ایران، ssalehpour@nritld.ac.ir

۲- استادیار، پژوهشکده علوم بهداشتی جهاد دانشگاهی، تهران، ایران

۳- استاد، پژوهشکده سل و بیماری‌های ریوی دکتر مسیح دانشوری، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی، تهران، ایران.

۴- پژوهشکده سل و بیماری‌های ریوی دکتر مسیح دانشوری، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی، تهران، ایران.

مسمومیت غیرکشنده در کودکان با سن ۴ سال و کمتر، ۸/۲ مورد در ۱۰۰۰۰۰ نفر گزارش شد [۸]. طبق گزارش مرکز کنترل مسمومیت های آمریکا در سال ۱۹۹۸، از میان ۱۷۴۸۰ مورد مسمومیت با منوکسیدکربن، بیش از ۵۰۰۰ بیمار سن زیر ۱۹ سال و تقریباً ۲۵۰۰ مورد زیر ۶ سال داشتند [۹].

در مطالعه حاضر سطح منوکسیدکربن بازدمی دانش آموزان یکی از مناطق شهرداری تهران به منظور ارزیابی سطح تماس کودکان این منطقه با گاز منوکسیدکربن و مقایسه آن با حدود استاندارد تماس جهت جمعیت عمومی مورد ارزیابی قرار گرفت. روش اندازه گیری منوکسیدکربن بازدمی جهت پذیرش راحت تر این روش توسط دانش آموزان نسبت به روش تهاجمی تر اندازه گیری کربوکسی هموگلوبین خون انتخاب گردید.

### روش بررسی

این مطالعه توصیفی از نوع مقطعی بوده و با توجه به آنکه شواهدی از مطالعه مشابهی در کشور یافت نشد، مقدار p با توجه به مطالعه پایلوتی که به همین منظور در جمعیت هدف انجام شد، معادل ۰/۱۵ در نظر گرفته شد و با احتساب  $d=0/05$  در فرمول:

$$n = z^2 \times p(1-p) / d^2$$

حجم نمونه برآورد شده معادل ۱۹۲ نفر شد. از بین مدارس راهنمایی دولتی منطقه ۳ تهران، ۴ مدرسه دخترانه و ۴ مدرسه پسرانه به طور تصادفی انتخاب و از هر مدرسه دانش آموزان یک کلاس به عنوان نمونه وارد مطالعه شدند. علت انتخاب مدارس دولتی، نزدیک تر بودن فاصله منزل و مدرسه نسبت به مدارس غیرانتفاعی بود. دانش آموزان به فاصله ۱۵ دقیقه تا یک ساعت پس از ورود به مدرسه مورد ارزیابی قرار گرفتند. با توجه به اینکه نیمه عمر منوکسیدکربن در خون حدود سه تا پنج ساعت است، امکان تعیین میزان مواجهه با این گاز در چند ساعت اخیر (مواجهه در منزل) توسط دستگاه آشکارساز منوکسیدکربن میسر گردید. علت انتخاب مقطع راهنمایی کاستن از تداخل عامل مصرف سیگار در مواجهات محیطی با منوکسیدکربن بود. گرچه از میزان شیوع مصرف سیگار در مقطع راهنمایی آمار دقیقی در دست نیست،

زیر ۱۷ ppm است ولی در شهر تهران به هنگام ترافیک سنگین و در بعضی مناطق برای کوتاه مدت تا ۵۰ ppm و حتی بیشتر هم گزارش شده است [۲].

در منزلی که از وسائل گازسوز استفاده می کنند، اوج غلظت منوکسیدکربن تا میزان ۱۰۰-۵۳ ppm نیز اندازه گیری شده است. سطوح نسبتاً بالای منوکسیدکربن در داخل منزلی که وسائل احتراقی معیوب و یا بدون تهویه دارند اندازه گیری شده است، بخصوص داخل اتاق های با تهویه پائین. در آشپزخانه گاهی اوج غلظت منوکسیدکربن به طور موقت حتی از ۱۰۰ ppm هم فراتر می رود [۳].

علائم کلینیکی مسمومیت با منوکسیدکربن غیر اختصاصی بوده و اغلب با بیماری های ویروسی اشتباه می شود. این علائم شامل سردرد، ضعف، تهوع و گیجی است. تغییرات خفیف در درک بینائی و عملکردهای دیگر سیستم عصبی مرکزی در سطوح کربوکسی هموگلوبین بالای ۵٪ یافت می شود. با تشدید هیپوکسی بافتی، تشنج، کما، آریتمی قلبی، انفارکتوس قلبی یا مرگ ناگهانی ممکن است رخ دهد [۴].

در کشورهای پیشرفته در سال های اخیر سطوح منوکسیدکربن هوای محیط نه از جهت اثرات حاد کشنده بلکه به علت اثرات ناشی از افزایش خفیف کربوکسی هموگلوبین بر عملکرد ذهنی، سرعت واکنش و بروز آئزین صدری در بیماران قلبی عروقی اهمیت یافته است. مطالعه میزان منوکسیدکربن بازدمی در کودکان وسیله خوبی برای بررسی مواجهات با منوکسیدکربن در فضاها و محیط های داخل و خارج از ساختمان است، زیرا کودکان در مواجهه با منابع شغلی تولید این گاز نبوده و معمولاً فعالیت های مرتبط با تولید این گاز را انجام نمی دهند [۵].

در یک مطالعه انجام شده در انگلیس، میانگین منوکسیدکربن بازدمی در یک گروه کودکان سالم بین ۸ تا ۱۸ سال، معادل  $0/12 \pm 0/01$  ppm به دست آمد [۶]. در مطالعه مشابه دیگری در ژاپن، میانگین منوکسیدکربن بازدمی کودکان با میانگین سنی ۱۰ سال، برابر  $0/1 \pm 0/01$  ppm بود [۷]. در مطالعه صورت گرفته در آمریکا در خصوص مراجعات اورژانس مسمومیت با منوکسیدکربن در کودکان، میزان

	۰-۶ppm	۷-۱۰ppm	≥۱۱ppm	جمع
پسر	۶۵(٪۴۳/۳۳)	۱۰(٪۴۳/۴۷)	۳(٪۲۷/۳۷)	۷۸(٪۴۲/۳۹)
دختر	۸۵(٪۵۶/۶۶)	۱۳(٪۵۶/۵۲)	۸(٪۷۲/۷۲)	۱۰۶(٪۵۷/۶۰)
جمع	۱۵۰(٪۱۰۰)	۲۳(٪۱۰۰)	۱۱(٪۱۰۰)	۱۸۴(٪۱۰۰)

جدول ۱- فراوانی جنسیت پسر و دختر در گروه‌های مختلف سطح منواکسید کربن بازدمی.

حساسیت برابر ۱ پی پی ام است. دقت دستگاه برابر ۰.۵٪ است. سنسور الکتروشیمیایی موجود در مسیر جریان هوای بازدمی میزان منواکسید کربن را تعیین و به طور مستقیم در چهار طیف ۰-۶ ppm، ۷-۱۰ ppm، ۲۰-۲۰ ppm و بالاتر از ۲۰ ppm با رنگ‌های مختلف گزارش می‌نماید. پس از تکمیل پرسشنامه توسط پرسشگر، از افراد درخواست شد که پس از انجام یک بازدم عمیق، یک دم عمیق انجام داده و نفس خود را به مدت ۲۰ ثانیه حبس کنند. سپس یک بازدم عمیق و سریع از طریق دهانی یکبار مصرف به درون دستگاه انجام دهند. از کلیه شرکت کنندگان در این طرح پس از توضیح کامل اهداف طرح و روش اجرای آن، موافقت کتبی برای شرکت در مطالعه اخذ گردید.

کسانی در معرض دود سیگار محیطی در نظر گرفته شدند که حداقل یکی از اعضا خانه به طور منظم و یادر ۱۲ ساعت اخیر در حضور آنان سیگار کشیده باشد.

#### یافته‌ها

تعداد کل دانش آموزان مورد مطالعه ۱۸۴ نفر شامل ۷۸ (٪۴۲/۳۹) پسر و ۱۰۶ (٪۵۷/۶۰) دختر بود (جدول ۱). ۷۸ مورد (٪۴۲/۳۹) در مقطع اول، ۴۷ مورد (٪۲۵/۵۰) در مقطع دوم و ۵۹ مورد (٪۳۲/۰۶) در مقطع سوم راهنمایی تحصیل می‌کردند. از نظر مصرف سیگار طبق پاسخ دانش آموزان ۱۸ مورد یعنی ۹/۷۸٪

اما انتظار می‌رود که شیوع مصرف سیگار در مقطع راهنمایی به مراتب کمتر از مقاطع بالاتر باشد.

برای هر یک از دانش آموزان پرسشنامه‌ای شامل اطلاعات دموگرافیک، سابقه بیماری‌هایی از قبیل مشکلات تیروئید، برونشیت، آسم، سردرد میگرنی، بیماری‌های قلبی عروقی و غیره، سابقه تجربه و مصرف سیگار توسط دانش آموز و اطرافیان، تعداد افراد سیگاری موجود در منزل، نوع یا انواع و تعداد وسیله گرمایشی مورد استفاده در منزل و وسیله رفت و آمد بین منزل و مدرسه توسط پرسشگر تکمیل گردید. پرسشنامه علاوه بر سوالات دموگرافیک، حاوی ۸ سوال نیمه ساختاری بوده است که در یکی از سوالات آن در مورد علائم عمده مسمومیت با منواکسید کربن شامل سردرد، سرگیجه، تهوع، استفراغ، دوبینی، علائم گوارشی و غیره طی یک هفته اخیر به تفکیک سوال شده است. افراد با بیماری‌های زمینه‌ای که علائم آن بیماری با علائم مسمومیت تداخل داشته باشد، از مطالعه خارج شدند.

در این مطالعه از دستگاه آشکارساز منواکسید کربن بازدمی Micro Medical Smoke Check SC01 که به طور مرتب توسط شرکت پشتیبان تحت کالیبراسیون قرار می‌گیرد، استفاده گردید. این دستگاه جهت تعیین میزان منواکسید کربن بازدمی بخصوص در برنامه‌های ترک سیگار کاربرد دارد و دارای

منواکسید کربن بازدمی بر حسب ppm	نوع وسیله گرمایشی مورد استفاده در منزل				
	شوقاژ	شومینه	بخاری گازی	بخاری برقی	تهویه مرکزی
۰-۶	۱۱۰(٪۸۲/۰۸)	۴۴(٪۳۲/۸۳)	۳۷(٪۲۰/۱۴)	۱۳(٪۹/۷۰)	۹(٪۶/۷۱)
۷-۱۰	۱۵(٪۶۵/۵)	۱۰(٪۴۷/۴۷)	۸(٪۳۴/۷۸)	۳(٪۱۳/۰۴)	۱(٪۴/۳۴)
>۱۱	۶(٪۶۳/۶۳)	۴(٪۳۶/۳۶)	۵(٪۴۵/۴۵)	۰(٪۰)	۱(٪۹/۰۹)
P Value	۰/۳۶۸	۰/۱۱۱	۰/۱۵۷	۰/۱۲۱	۰/۲۵۹
جمع	۱۳۲(٪۷۸/۵۷)	۵۸(٪۳۴/۵۲)	۴۰(٪۲۳/۸۰)	۱۶(٪۹/۵۲)	۱۱(٪۶/۵۴)

جدول ۲- نوع وسیله یا وسایل گرمایشی مورد استفاده در منزل در گروه‌های مختلف.

	۰-۶ppm	۷-۱۰ppm	>۱۱ppm	جمع
پنجره باز	۹۴(٪۶۳/۵)	۱۵(٪۶۵/۲)	۴(٪۳۶/۴)	۱۱۳(٪۶۲/۱)
پنجره بسته	۵۴(٪۳۶/۵)	۸(٪۳۴/۸)	۷(٪۶۳/۶)	۶۹(٪۳۷/۹)
جمع	۱۴۸(٪۱۰۰)	۲۳(٪۱۰۰)	۱۱(٪۱۰۰)	۱۸۲(٪۱۰۰)

جدول ۳- میزان منوکسید کربن بازدمی با توجه به وضعیت باز یا بسته بودن پنجره های منزل طی مدت ۱۲ ساعت قبل از انجام طرح.

گروه با منوکسید کربن ۰-۶- تنها ۲۰/۱۴٪ موارد از بخاری گازی استفاده می کردند. اما تفاوت مصرف انواع وسایل گرمایشی در منزل در سه گروه از نظر آماری معنی دار نبود.

موضوع دیگری که در پرسشنامه مورد ارزیابی قرار گرفت، باز یا بسته بودن پنجره هاطی ۱۲ ساعت گذشته بود که نتایج آن در جدول شماره ۳ ارائه شده است. همانطور که در جدول شماره ۳ مشخص است، در سه گروه ۰-۶ppm، ۷-۱۰ppm و  $\geq 11$ ppm به ترتیب ۶۳/۵٪، ۶۵/۲٪ و ۳۶/۴٪ اظهار داشته اند که حداقل یک پنجره در منزل باز بوده است اما این تفاوت ها از نظر آماری معنی دار نبود (Pvalue=۰/۱۹۱).

### بحث و نتیجه گیری

طبق استانداردهای EPA، سطح مواجهه مجاز با منوکسید کربن در جمعیت عادی غیرسیگاری حداکثر برابر ۹ppm برای مدت مواجهه ۸ ساعت است [۱۰]. با توجه به این که در بدن انسان مقداری منوکسید کربن بر اثر فرایندهای متابولیک ایجاد می گردد و نیز علاوه بر آن مقداری هم بر اثر مواجهات خارجی وارد بدن می گردد، میزان منوکسید کربن بازدمی قابل اندازه گیری در تنفس افراد سالم بین ۱ تا ۳ قسمت در میلیون است. این میزان شامل مجموع منوکسید کربن استنشاقی و منوکسید کربن تولید شده در داخل بدن در نتیجه متابولیسم هم در بافت های مختلف من جمله ریه ها است. افزایش این مقدار در افراد سالم نمایانگر افزایش مواجهه با منابع خارجی همچون دود سیگار و یا آلودگی هوا می تواند باشد [۱۱]. طبق نتایج به دست آمده ۳۴ نفر (۱۸/۴۷٪) از دانش آموزان مورد مطالعه سطوح منوکسید کربن بازدمی بیش از حد طبیعی ۳-۱۱ppm داشتند و این می تواند نمایانگر مواجهه با منابع محیطی مولد منوکسید کربن باشد. در مقایسه با استاندارد آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا، ۱۱ نفر

موارد تجربه مصرف سیگار را ذکر کردند اما هیچکدام سیگاری روزانه نبوده و در روز انجام بررسی سیگار نکشیده بودند. تنها یک مورد مواجهه غیرفعال با دود سیگار را به واسطه مصرف سیگار توسط اطرافیان ذکر نمود که از مطالعه خارج گردید. تفاوت در میزان منوکسید کربن بازدمی در دو گروه با سابقه مصرف سیگار و بدون سابقه مصرف (Pvalue=۰/۶۵۹) و نیز بین دو گروه با وجود یا عدم وجود فرد سیگاری در منزل (Pvalue=۰/۶۷۵) از نظر آماری معنی دار نبود.

از این تعداد دانش آموزان ۱۵۰ نفر (۸۱/۵۲٪) میزان منوکسید کربن بازدمی ۰-۶ppm، ۲۳ نفر (۱۲/۵۰٪) منوکسید کربن بازدمی ۷-۱۰ppm و ۱۰ نفر (۵/۴۳٪) منوکسید کربن بازدمی در حد ۱۱-۲۰ppm و ۱ نفر (۰/۵۴٪) منوکسید کربن بازدمی بالای ۲۰ppm داشتند. از آنجائی که تنها یک نفر منوکسید کربن بالای ۲۰ppm داشت، این یک مورد نیز در گروه سوم طبقه بندی گردید و گروه سوم تحت عنوان منوکسید کربن بازدمی مساوی یا بالاتر از ۱۱ppm دسته بندی شد.

در خصوص فراوانی علائم مسمومیت با منوکسید کربن، تفاوت در بین سه گروه مختلف از نظر آماری معنی دار نبود. از میان ۱۸۴ دانش آموز، ۱۶۸ نفر به سوال نوع وسیله یا وسایل گرمایشی مورد استفاده در منزل را مشخص نمایند پاسخ داده و طبق پاسخ های دریافت شده شواژ، شومینه، بخاری گازی، بخاری برقی و دستگاه تهویه مرکزی به ترتیب ۷۸/۶٪، ۳۴/۵٪، ۲۳/۹٪، ۹/۵٪ و ۶/۵٪ فراوان ترین وسایل گرمایشی مورد استفاده بوده است. جدول ۲ فراوانی استفاده از هر یک از وسایل گرمایشی را بر حسب سه گروه سطوح مختلف منوکسید کربن بازدمی افراد نشان می دهد. همانطور که در جدول مشخص است، ۴۵/۴۵٪ موارد با منوکسید کربن بازدمی مساوی یا بالاتر از ۱۱ از بخاری گازی استفاده می کردند، در حالیکه در

مطالعه با توجه به اطلاعات اخذ شده از شرکت کنترل کیفیت هوای تهران در روزهای پژوهش، در نزدیکیترین ایستگاه اندازه‌گیری در حد مجاز (کمتر از ۹ppm) بوده و در ساعات اندازه‌گیری حداکثر ۷/۹۴ppm بود. بنابراین در این پژوهش، میزان منواکسید کربن هوای خارج ساختمان به عنوان عامل مخدوش‌کننده مطرح نیست.

با وجود اینکه ۵/۹۷٪ دانش آموزان مواجهه در سطح غیرمجاز داشتند، هیچ‌کدام از موارد مورد بررسی، مواجهه در حد مسمومیت با منواکسید کربن نداشته و علائم مسمومیت نیز در گروه‌های مختلف از نظر آماری معنی‌دار نبود. با توجه به اظهارات دانش آموزان در خصوص نوع وسیله گرمایشی مورد استفاده در منزل، تفاوت در انواع وسیله گرمایشی مورد استفاده در گروه‌های مختلف سطح منواکسید کربن معنی‌دار نبود که نیاز به بررسی‌های دقیق‌تر با حجم نمونه بالاتر اترامی طلبد. در ضمن در اکثر منازل بیش از یک وسیله گرمایشی استفاده می‌شد و شاید لازم باشد این طرح با جزئیات بیشتر و با بررسی دقیق منازل توسط پژوهشگران در زمان انجام اندازه‌گیری صورت گیرد.

یکی از عوامل خیلی مهم در افزایش سطح منواکسید کربن داخل ساختمان، میزان تهویه است که در فصول سرد سال با توجه به بسته بودن پنجره‌ها به حداقل می‌رسد. از کلیه دانش آموزان در خصوص باز بودن پنجره‌ها در ۱۲ ساعت اخیر سوال شد. در گروه با میزان منواکسید کربن مساوی یا بالای ۱۱ppm در ۶۳/۶٪ منازل پنجره‌ها بسته بوده و تنها در ۳۶/۴٪ موارد پنجره‌ها باز بوده است در حالی‌که در گروه‌های با منواکسید کربن کمتر از ۱۱ppm این نسبت کاملاً عکس بود (جدول ۲). اما نتایج به دست آمده از نظر آماری معنی‌دار نبوده (P value = ۰/۱۹۱) و شاید کم بودن تعداد افراد در گروه با منواکسید کربن بالا نسبت به دو گروه دیگر عاملی برای معنی‌دار نشدن این نتایج باشد. در انجام این طرح محدودیت‌های زیادی وجود داشت. یکی از این محدودیت‌ها انجام اندازه‌گیری‌ها در فاصله زمانی کوتاه از زمان خروج دانش آموزان از منزل بود که با توجه به آدرس منازل و مسافت منزل تا مدرسه دانش آموزان مدارس دولتی برای ورود به طرح

از این افراد یعنی ۵/۹۷٪ از کل دانش آموزان میزان منواکسید کربن بازدمی بالاتر از ۱۱ppm یعنی در سطحی بالاتر از سطح مجاز ۹ppm داشتند.

این میزان مواجهه، با مصرف سیگار قابل توجیه نیست زیرا اگر با توجه به اینکه آمار دقیقی از مصرف سیگار در دانش آموزان مقطع راهنمایی در دست نیست، مصرف روزانه سیگار در مقطع دبیرستان را ملاک قرار دهیم، طبق بررسی دکتر حیدری و همکاران در تهران، شیوع مصرف سیگار در دانش آموزان دبیرستانی تنها ۴/۴٪ است [۱۲] و این میزان در مقطع راهنمایی به مراتب کمتر خواهد بود زیرا در بررسی دیگری توسط ضیائی و همکاران، میانگین سن شروع مصرف سیگار در دانش آموزان دبیرستانی تهران برای پسران سیگاری ۱۴/۳۶ سال و میانگین سن شروع مصرف سیگار برای دختران سیگاری ۱۴/۲۹ سال بود [۱۳]. دانش آموزان مورد مطالعه در این طرح در مقاطع اول تا سوم راهنمایی بوده و همگی در سنین پائین‌تر از میزان مذکور قرار داشتند. در پاسخ به اینکه آیا تجربه مصرف سیگار داشته‌اید، ۱۸ مورد یعنی ۹/۷٪ آنان پاسخ مثبت دادند اما در مورد اینکه آیا به طور روزانه سیگار می‌کشید و یا در ۱۲ ساعت اخیر سیگار مصرف نموده‌اید ۱۰٪ پاسخ‌ها منفی بود. در ضمن تفاوت سطح منواکسید کربن در بین دو گروه با سابقه و بدون سابقه مصرف سیگار از نظر آماری معنی‌دار نبود. در نتیجه می‌توان اینطور نتیجه‌گیری نمود که مواجهه با منواکسید کربن از منبعی غیر از سیگار بوده است. در این طرح افراد در مواجهه با دود سیگار محیطی از مطالعه خارج شدند و نیز معیار مواجهه با سطوح منواکسید کربن غیرمجاز، بالای ۱۱ppm در نظر گرفته شد تا اثر مواجهه با دود سیگار دست دوم به عنوان عامل مخدوش‌کننده حذف گردد.

در مطالعه‌ای که بین سالهای ۱۹۷۶ تا ۱۹۸۰ در آمریکا انجام شد، در ۳-۴٪ افراد غیرسیگاری سطح کربوکسی هموگلوبین خون بالای ۲٪ و در حد مواجهه بیش از استاندارد ۹ppm با منواکسید کربن بود. نتایج به دست آمده در جمعیت مورد مطالعه حاضر درصد بالاتری (۵/۹۷٪) از مواجهه غیرمجاز را در مقایسه با مطالعه انجام شده در آمریکا نشان می‌دهد [۱۴].

میزان منواکسید کربن هوای تهران در منطقه مورد

انتخاب شدند.

7. Ohara Y., Ohru T., Morikawa T., et al., Exhaled carbon monoxide levels in school-age children with episodic asthma, *Pediatric Pulmonology*; 2006; 41:470-474

8. Mendoza J. A., Hampson N. B., Epidemiology of severe carbon monoxide poisoning in children, *Undersea & Hyperbaric Medicine*; Nov/Dec 2006; Vol. 33, No.6

9. Chesney M.L., Carbon Monoxide Poisoning in the Pediatric Population, *Air Medical Journal*, Nov/Dec 2002; Vol.21, No.6

10. Environmental Protection Agency Standards, available at: <http://www.epa.gov/iaq/co.html>

11. Ryter S.W., Otterbein L.E., Carbon monoxide in biology and medicine, *BioEssays*, 2004; Vol.26:270-280

12. Heydari Gh., Sharifi H., et al; Taseere khanevade dar gerayeshe be masrafe cigar daaneshamuzaane dabeerestaani shahre Tehran, 1382 ;Majale elmi saazemaane nezaam pezeshki jomhuriye eslaami Iran, Vol.24; No.1; Spring 1385; 24-31

13. Ziayi P., et al; Baresiye meezaane shoyooe masrafe cigar va sene keshidane avalin cigar dar daaneshamuzane sale aakhare dabirestaanhaaye shahre Tehran dar sale tahsiliye 1377-78; Majale pajooeshi Hakim, 1380; Vol.4; No.2; 78-84

14. Rom W. N., Markowitz S., Environmental and Occupational Medicine, Lippincott Williams & Wilkins, Fourth Edition, 2007

با توجه به یافته‌های این پژوهش، می‌توان نتیجه گرفت که حدود ۶٪ از کودکان مقطع راهنمایی در فصول سرد سال که میزان تهویه هوا در فضاهای بسته داخل منزل کمتر است، در مواجهه با سطوح غیرمجاز گاز مهلک منوکسیدکربن قرار دارند. این مواجهه حتی در سطوح پایین می‌تواند اثرات مخرب بر سلامتی کودکان داشته باشد. اگرچه این طرح در فرصت محدودی قابل اجرا بود، اما نتایج هشداردهنده آن نمایانگر مواجهه بالا با گاز منوکسیدکربن در جمعیت دانش‌آموزان منطقه ۳ شهرداری تهران در زمستان ۱۳۸۶ است. پیشنهاد می‌شود پژوهشگران در خصوص منابع مواجهه با گاز منوکسیدکربن در محیط زندگی کودکان بررسی و دقت بیشتری انجام دهند تا با هوشیاری بیشتر بتوان از بروز موارد مسمومیت و احیاناً مرگ و میر ناخواسته در کودکان کاست.

#### تقدیر و تشکر

بدینوسیله از همکاری صمیمانه آقای مهندس اکبری و مسئولین محترم سازمان آموزش و پرورش منطقه ۳ تهران که در اجرای این طرح ما را یاری نمودند، تشکر و قدردانی بعمل می‌آید.

#### منابع

1. Ladou J., Current Occupational and Environmental Medicine, McGraw-Hill Medical, 4th Rev Edition, 2006
2. Giaseddin M., Aludegiye hava, manaabe, asaraat va control, Tehran university publications; 2007;p.522
3. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark, Air Quality Guidelines - Second Edition, 2000; Chapter 5.5 Carbon monoxide
4. Rosenstock L., Cullen M., Textbook of clinical occupational and environmental medicine, Saunders Publication, 2nd edition, 2005; Chapter 47; 1087-1091
5. Alm S., Mukala K., Jantunen M.J., Personal carbon monoxide exposures of preschool children in Helsinki, Finland: levels and determinants, *Atmospheric Environment*, 2000; Vol. 34
6. Uasuf C.G., Jatakanon A., James A., Kharitonov S.A., Wilson N.M., Barnes P.J., Exhaled carbon monoxide in childhood asthma, *Journal of Pediatrics*; 1999;135:569-74