مجله سلامت و بهداشت

دوره سوم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۱، صفحات ۲۹ تا ۴۰

بررسی غلظت منواکسید کربن در هوای آزاد شهری و هوای داخل ساختمان‌های مسکونی

رضا دهقان‌زاده ریحانی[۱]، خلیل انصارین[۲]، حسن اصلانی[۳*]

۱. دکتری بهداشت محیط، استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

۲. فوق تخصص ریه و مجاری تنفسی، دانشیار گروه داخلی و رئیس مرکز تحقیقات سل و بیماریهای ریوی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

۳. دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت‌محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۲۱۸۸۹۵۱۵۸۲ فکس: ۰۲۱۸۸۹۹۲۶۶۶ ایمیل: Aslani.ha@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: بیش از ۹۰ درصد زندگی افراد در محیط‌های داخل سپری می‌شود. آلودگی هوای داخل در جهان سالانه عامل بیش از ۲/۲ میلیون مرگ و میر می‌باشد. در کشور ما در سال ۸۸، ۷۶۹ نفر بر اثر مسمومیت با گاز CO جان خود را از دست دادند. بنابراین اهداف این مطالعه اندازه گیری غلظت CO ناشی از ترافیک در هوای آزاد محیطی شهری و مقایسه آن با استاندارد کیفیت هوا و تعیین رابطه آن با مقادیر اندازه‌گیری شده در فضاهای داخل ساختمان می‌باشد.

روش کار: اندازه‌گیری‌ها در طی یک دوره یک ساله از زمستان ۸۵ تا پاییز ۸۶، در ۱۱ ایستگاه انتخاب شده در سطح شهر تبریز صورت گرفته است. برای اندازه‌گیری غلظت گاز CO در دو محیط داخل و خارج از دستگاه گاز سنج تک سنسوره که دستگاه اختصاصی این گاز است، استفاده شد.

یافته‌ها: بیشترین غلظت CO در هوای خارج در فصل زمستان و تابستان به ترتیب برای ایستگاه‌های شماره ۸ و ۹ واقع در مراکز تجاری و اداری شهر ۱۱ و ۱۰ پی پی‌ام اندازه گیری شده است. کمترین مقدار آن مربوط به ایستگاه‌های شماره ۳ (۴/۵ پی‌پی‌ام) و شماره ۱ (۴ پی‌پی‌ام) واقع در مناطق مسکونی حاشیه شهر می‌باشد. محدوده نسبت غلظت CO در هوای داخل به خارج I/O در فصل زمستان و تابستان برای تمامی مناطق مورد مطالعه به ترتیب بین ۰/۲ تا ۱/۶ و ۰/۲ تا ۱ متغیر بوده است.

نتیجه‌گیری: مشخص شد که با اندازه گیری غلظت CO در هوای خارج نمی‌توان غلظت آن در هوای داخل ساختمان را تخمین نمود. در کلیه موارد غلظت CO در فصل زمستان نسبت به تابستان بیشتر بوده و همچنین هوای داخل طبقه اول آلوده‌تر از طبقه چهارم بوده است.

واژه‌های کلیدی: آلودگی هوا، منوکسید کربن، هوای داخل، هوای آزاد، نسبت I/O

دریافت: ۹۱/۱/۲۷ **پذیرش:** ۹۱/۴/۷

مقدمه

افزایش نگرانی‌ها در مورد اثرات بد آلودگی هوا بر روی سلامتی افراد اندازه‌گیری آن در محیط‌های شهری، که محل تمرکز بسیاری از منابع آلاینده هوا است را بسیار ضروری‌تر می‌نماید [۱]. مطالعات اپیدمیولوژیکی در گذشته اساسا سعی در برقراری ارتباط بین غلظت آلاینده‌های محیطی و مشکلات بهداشتی جمعیت داشته‌اند. با این حال در محاسبه بسیاری از این روابط به این نکته که بیش از ۹۰ درصد زندگی روزانه افراد در محیط‌های داخل سپری می‌شود، توجه نشده است [۴-۱]. اتحادیه اروپا با تشخیص اهمیت میزان آلاینده‌ها در محیط‌های داخل، آخرین رهنمود خود در خصوص پایش کیفیت هوای داخل را با توجه به غلظت

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-12-28]

منوکسید کربن و بنزن ارائه نموده است [۱]. در استانداردهای کیفیت هوای متداول برای محافظت افراد از اثرات بهداشتی نامطلوب منوکسیدکربن در محیط‌های باز، غلظت ۹ پی‌پی‌ام برای ۸ ساعت و ۳۵ پی‌پی‌ام برای یک ساعت تماس در نظر گرفته شده است [۵].

منوکسیدکربن که در طبیعت از اکسیداسیون محصولات یا سوختن ناقص ترکیبات آلی تولید می‌شود، گاز بی‌رنگ، بی بو، بسیار سمی و بدون مزه‌ای است که تنفس بیش از حد آن سبب کاهش ظرفیت حمل اکسیژن توسط هموگلوبین می‌شود[۶-۹]. مهمترین منبع CO در محیط‌های باز موتورهای احتراقی و مهمترین مشکل بهداشتی CO جذب آن از طریق ریه به داخل خون و ترکیب با هموگلوبین و تولید کربوکسی هموگلوبین[1] است که این واکنش به آرامی قابل برگشت می‌باشد. نیمه عمر تجزیه این ترکیب نسبتاً طولانی و بین ۲ تا ۶/۵ ساعت می‌باشد [۱۰].

مطالعات مختلفی به بررسی غلظت CO در هوای آزاد و ارتباط آن با هوای داخل پرداخته‌اند. ساکسنا[2] و همکاران (۲۰۰٤) در معرض قرار بودن مسافرین روزانه (افرادی‌که روزانه بین محل کار و منزل خود رفت و آمد می‌کنند) با CO و ذرات را در ویتنام مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که کمترین و بیشترین تماس به ترتیب مربوط به افرادی بوده که با اتوبوس و دوچرخه رفت و آمد می‌کردند [۱۱]. چالولاکو[3] و همکاران (۲۰۰۳) به بررسی ارتباط غلظت CO در هوای آزاد و هوای داخل محیط‌های کوچک پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که از نظر آماری ارتباط خوبی بین غلظت CO در هوای آزاد و هوای داخل وجود دارد [۱].

چان و اندی[4] در سال ۲۰۰۱، ارتباط ذرات و اکسیدهای ازت در هوای داخل ساختمان و هوای آزاد را در شرایط مختلف هواشناسی مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از آن بود که دما، رطوبت و تابش خورشید اثر قابل توجهی در میزان نوسانات I/O دارد [۱۲].

در ایران گاز گرفتگی و مسمومیت با منواکسید کربن هر سال ۱۵ درصد افزایش می‌یابد و پس از مسمومیت ناشی از اعتیاد و دارو سومین عامل مرگ و میر ناشی از مسمومیت در کشور است. بیشتر گاز گرفتگی‌ها معمولاً در فضاهای بسته و هنگامی که سوخت‌های فسیلی همچون نفت و گاز در وسایل گرمایشی مانند بخاری بصورت ناقص می‌سوزد، ایجاد می‌شود. از میان استانهای کشور در سال ۱۳۸٤ بیشترین میزان مسمومیت با منواکسیدکربن یا همان گازگرفتگی، مربوط به استان آذربایجان‌شرقی بوده و پس از آن به ترتیب استان‌های اصفهان، اردبیل، خراسان و چهارمحال بختیاری و تهران قرار دارند[۱۳]. معاون حفاظت و پیشگیری سازمان آتش نشانی تهران اعلام کرده است که در سال ۱۳۸۵ میزان مسمومیت ناشی از گازگرفتگی در کل کشور حدود ۹۰۰ نفر تلفات انسانی داشته است. بر اساس اظهارات مدیر کل پزشکی قانونی استان آذربایجان‌شرقی، این استان در سال ۱۳۸۵، رتبه دوم را بخود اختصاص داده و تعداد کشته شدگان ناشی از مسمومیت با منواکسیدکربن در شهر تبریز به ترتیب در سالهای ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶، حدود ۵۵ و۵۳ نفر بوده است [۱٤].

همه این آمارها نشان از پایین بودن وضعیت ایمنی و بهداشتی منازل مسکونی داشته و لزوم انجام مطالعات مرتبط را بیش از پیش ضروری می‌نماید. بنابراین هدف این مطالعه اندازه گیری غلظت CO ناشی از ترافیک در هوای آزاد محیطی و مقایسه آن با استاندارد کیفیت هوا و تعیین رابطه آن با مقادیر اندازه گیری شده در فضاهای داخل ساختمان

[1] COHb
[2] Saksena
[3] Chaloulakou
[4] Chan & Andy

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-12-28]

می‌باشد. هوای شهر تبریز بعنوان نمونه جامعه آماری کشور مورد مطالعه قرار گرفت.

روش کار

شهر تبریز مرکز استان آذربایجان‌شرقی در شمال شرقی ایران واقع شده است. ارتفاع آن از سطح دریا حدود ۱۳٤۰ متر و دارای مساحتی بیش از ۱۲۰۰ کیلومترمربع می‌باشد. بر اساس سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵ دارای جمعیتی نزدیک به یک میلیون و سیصد و هفتاد و نه هزار نفر بوده و بیش از ۹۸ درصد خانوارها متصل به شبکه گاز شهری می باشند [۱۵,۱۶].

در مطالعه حاضر هوای شهر تبریز در یک دوره زمانی یک ساله از زمستان سال ۸۵ تا پاییز سال ۸۶ مورد مطالعه قرار گرفت. هوای شهر به دو بخش اصلی هوای تنفسی شهروندان تبریزی در دو محیط داخل و خارج[1] تقسیم می‌شود. نمونه برداری از این دو بخش تقریباً بطور همزمان انجام شد تا بتوان رابطه‌ای بین غلظت گاز CO در هوای داخل و خارج تعیین کرد. اما برای بررسی نتایج، داده‌های بدست آمده از دو فصل تابستان و زمستان مورد مطالعه قرار گرفت. برای بررسی اثر ارتفاع در میزان تهویه طبیعی اندازه‌گیری در آپارتمان‌ها در دو طبقه اول و طبقه چهارم صورت گرفت. همچنین اندازه گیری‌ها در ساعت ۱۰ صبح و ۶ عصر که در آشپزخانه پخت و پز صورت می‌گیرد و اجاق گاز روشن است تکرار گردید.

به منظور نمونه‌برداری تعداد ۱۱ ایستگاه (شکل ۱) در سطح شهر مشخص شد. محل‌های نمونه برداری با توزیع یکنواخت در تمامی مناطق شهر انتخاب شدند تا اختلاف غلظت‌های موجود بین نقاط آلوده و نسبتاً پاک آشکار شود. نقشه شهر تبریز و محل‌های نمونه‌برداری در شکل ۱ نشان داده شده است. به منظور قابلیت تعمیم نتایج به شهرهای مشابه کشور، انتخاب این نقاط بیشتر با تمرکز بر روی میادین اصلی شهر، چهارراه‌ها و تقاطع‌ها و محدوده مراکز اقتصادی، تجاری و علمی شهر صورت گرفت. ارتفاع نمونه‌برداری در محدوده ارتفاع تنفسی افراد پیاده (حدود ۱۵۰ سانتی‌متر بالاتر از سطح زمین) و محدوده تنفسی رانندگان خودروهای سواری (ارتفاع ۱ متری) بود. نمونه‌برداری در هر چهار فصل سال و در شرایط آب و هوایی متفاوت و همچنین در روزهای کاری و آخر هفته تکرار گردید. برای بررسی روند تغییرات غلظت روزانه گاز CO که ناشی از ترافیک می‌باشد در ساعات مختلف شبانه روز نیز نمونه برداری از هوای شهر انجام گرفت. برای تعیین غلظت CO در هوای داخل ساختمان‌ها در شعاع اطراف ایستگاه‌های انتخاب شده، از داخل ساختمان‌های مختلف نیز نمونه برداری بعمل آمد. در این مطالعه اندازه گیری غلظت منواکسید کربن در محیط با استفاده از دستگاه گاز سنج تک سنسوره Monitox Plus Gasdetector, 5306 500 ساخت شرکت Compur آلمان که بر اساس مکانیسم الکتروشیمیایی کار می‌کند و اختصاصاً برای اندازه گیری گاز CO بکار میرود، صورت گرفت. محدوده اندازه‌گیری این دستگاه از صفر تا ۵۰۰ و با دقت ppm±۲ می‌باشد. این دستگاه هر ۲ ماه یکبار توسط شرکت فروشنده در مقابل ۳۰ppm گاز CO کالیبره می‌گردید. برای آنالیز داده‌ها از نرم افزار Spss 18 و Excel استفاده گردید.

یافته‌ها

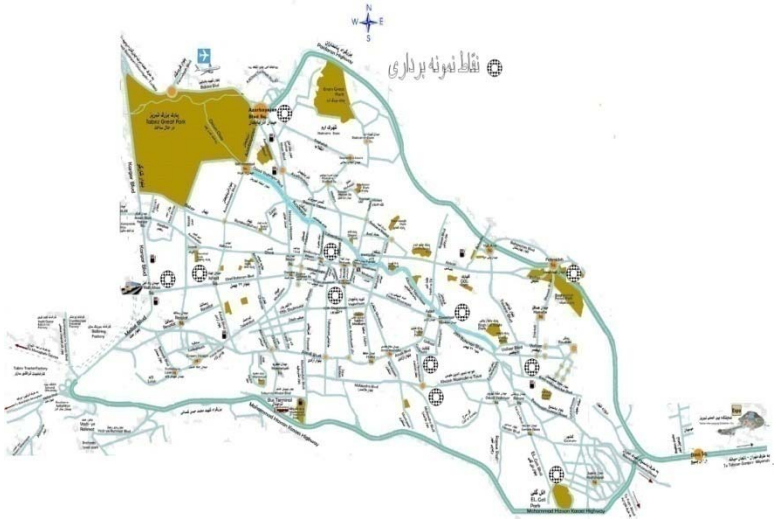
در جدول شماره یک اطلاعات مربوط به داده‌های هواشناسی شهر تبریز در طول مدت زمان اجرای پروژه نشان داده شده است. با توجه به این‌که یکی از اهداف این مطالعه، بررسی تغییرات آب و هوایی در میزان تثبیت و یا تشدید غلظت منواکسید کربن

[1] Indoor & Outdoor

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-12-28]

بوده، این داده‌ها در این ارزیابی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در شکل شماره ۲ مقادیر اندازه‌گیری شده منواکسید کربن در داخل قسمت‌های مختلف ساختمان‌های مسکونی آپارتمانی نشان داده شده است. بطورکلی با افزایش طبقات ساختمان، غلظت منواکسید کربن در همه بخش‌ها به استثناءِ بالکن، کاهش یافته است. بیشترین غلظت CO در آشپزخانه (۷/۵ پی‌پی‌ام) و کمترین آن در اتاق خواب (۵/۵ پی‌پی‌ام) اندازه‌گیری شده است. همچنین مشخص شد که نسبت غلظت منواکسید کربن در هوای داخل به هوای خارج I/O، اغلب موارد در طبقات اول و چهارم کمتر از یک و بیشترین مقدار با حدود ۰/۹ مربوط به آشپزخانه می‌باشد. بیشترین مقدار CO در داخل آپارتمان‌ها در ساعت ۶ عصر که اجاق گازها یا بصورت عادی روشن بود و یا در زمان نمونه‌برداری و با توجه به هدف مطالعه برای مدت نیم ساعت روشن نگه داشته شده بود، ثبت شد.



شکل ۱. نقاط نمونه برداری برای اندازه گیری منواکسید کربن در هوای آزاد و داخل ساختمانهای مسکونی

جدول ۱. مقادیر پارامترهای هواشناسی در ماه‌های اندازه گیری غلظت CO.

	زمان	متغیر (مقادیر متوسط)	حداکثر	میانگین	حداقل
دوره آزمایشات مطالعه	دی ماه ۱۳۸۷	درجه حرارت (°C)	-۱	-۵	-۱۰
		سرعت باد (km/h)	٤٨	۱۱	۰
		رطوبت نسبی (%)	۸۹	۷٤	۵۸
	اردیبهشت ماه ۱۳۸۸	درجه حرارت (°C)	۱۶	۱۰	٤
		سرعت باد (km/h)	٤۳	۱۲	۰
		رطوبت نسبی (%)	۸۶	٤۹	۲۰
	مرداد ماه ۱۳۸۸	درجه حرارت (°C)	۳٤	۲۸	۲۱
		سرعت باد (km/h)	٤۳	۱٤	۰
		رطوبت نسبی (%)	۵۵	۳۲	۱۲
	مهر ماه ۱۳۸۸	درجه حرارت (°C)	۲۵	۱۹	۱۳
		سرعت باد (km/h)	۲۷	۱۳	۰
		رطوبت نسبی (%)	۵۱	۳۲	۹

بررسی روند تغییرات غلظت CO در ساعات مختلف روز نشان می‌دهد که در روزهای کاری و روز پنج‌شنبه دو پیک ساعتی قابل توجهی در ساعت‌های ۸ صبح و ١٤ بعد از ظهر وجود داشته است. علاوه بر

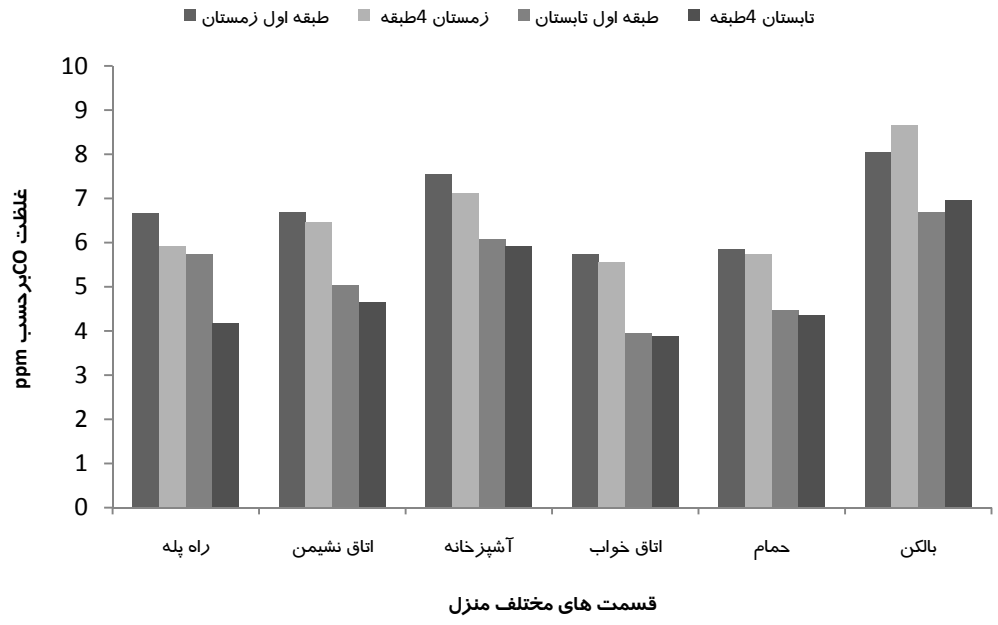
[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-12-28]

این، از ساعت ٤ بعد از ظهر به بعد به تدریج بر غلظت منواکسید کربن افزوده شده و در ساعت‌های پایانی روز به حداکثر مقدار خود رسیده که این افزایش برای روزهای پنج‌شنبه بیشتر از سایر روزهای هفته بوده است (شکل ۳).

شکل شماره ٤ تغییرات غلظت CO در هوای داخل ساختمان و هوای آزاد را در نزدیک ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد. همان‌گونه که در شکل دیده می‌شود در هوای آزاد بیشترین غلظت CO در فصل تابستان و زمستان به ترتیب به ایستگاه‌های شماره ۹ (۱۰ پی‌پی‌ام) و ۸ (۱۱ پی‌پی‌ام) و کمترین آن به ایستگاه‌های شماره ۱۰ (٤/۵ پی‌پی‌ام) و شماره ۱ (٤ پی‌پی‌ام) مربوط می‌شود. در هردو فصل غلظت CO در هوای داخل ساختمان کمتر از استاندارد تعریف شده برای تماس ۸ ساعته می‌باشد.

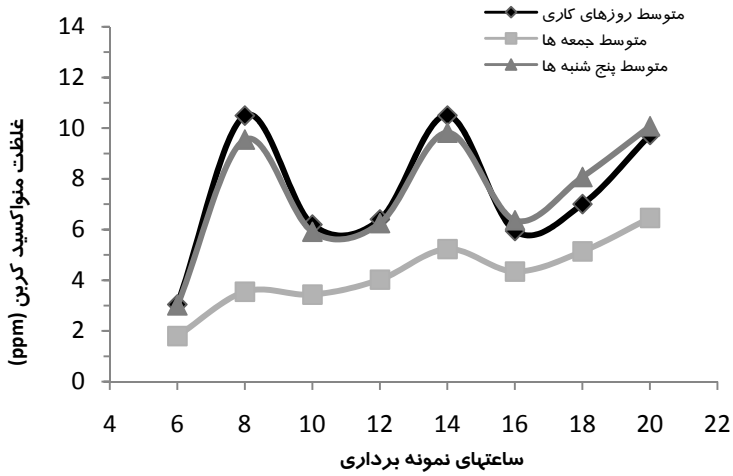
شکل شماره ۵ تغییرات نسبت غلظت منوکسیدکربن در هوای داخل ساختمان نسبت به هوای بیرون آن‌را در دو فصل تابستان و زمستان در سه ایستگاه شماره ۱، ۹ و ۱۱ نشان می‌دهد. نسبت I/O در ساعت‌های ۱۰ صبح و ۲۰ عصر در هر سه ایستگاه در بیشترین مقدار خود قرار داشته و رنج تغییرات آن برای روزهای فصل تابستان از ۰/۲ تا ۱ (شکل ۵ الف) و برای روزهای فصل زمستان از ۰/۲ تا ۱/۶ متغیر بوده است. بیشترین مقدار آن با مقدار ۱/۵۶ مربوط به ایستگاه شماره ۱ در ساعت ۱۸ عصر و کمترین مقدار با میزان ۰/۲۶ مربوط به ایستگاه شماره ۹ در ساعت ۸ صبح می‌باشد (شکل ۵ ب).

شکل شماره ۶ تغییرات غلظت CO در هوای آزاد را در مقابل تغییرات آن در هوای داخل نشان می‌دهد. همان‌گونه که در شکل دیده می‌شود همبستگی مناسبی بین غلظت CO در هوای آزاد و هوای داخل وجود ندارد و ضریب رگرسیون خطی (R^2= ۰/۰۰۲۱) محاسبه شده بسیار پایین می‌باشد.

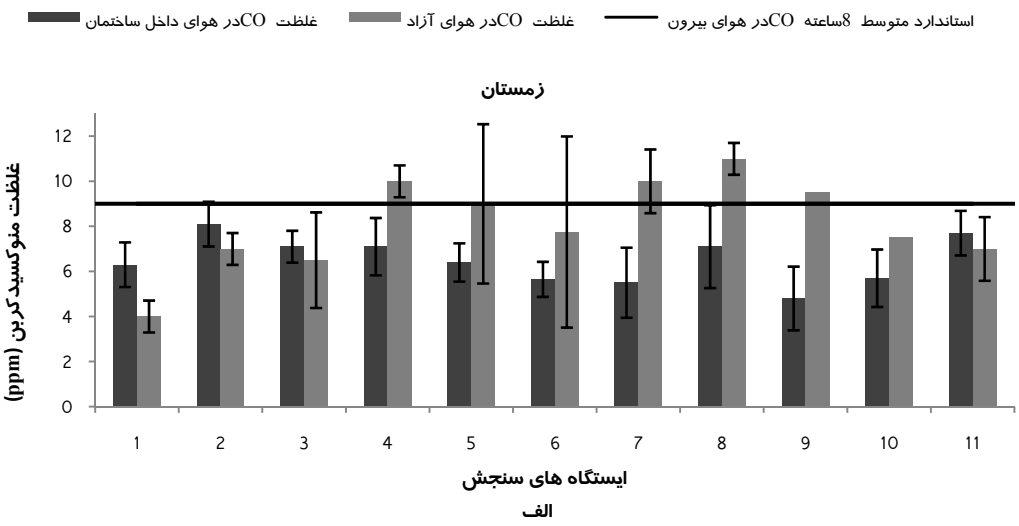


شکل ۲. متوسط تغییرات غلظت CO در قسمت‌های مختلف منزل

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-12-28]

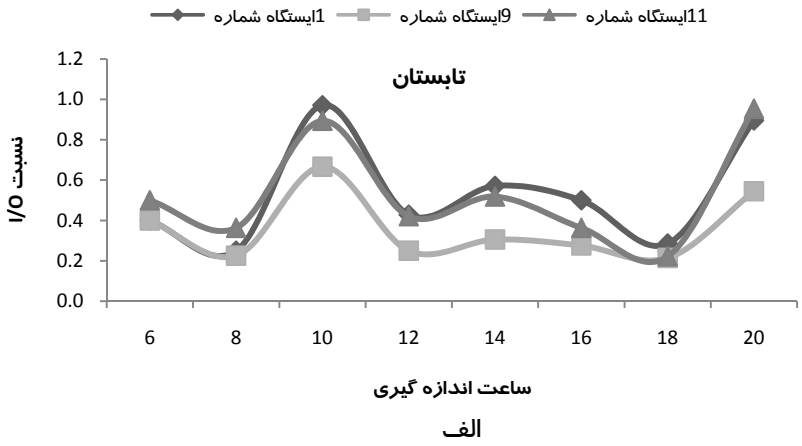


شکل ۳. روند تغییرات غلظت منواکسید کربن در طول روز در شهر تبریز



شکل ٤. تغییرات غلظت منوکسید کربن در هوای داخل ساختمان و هوای آزاد در دو فصل زمستان (الف) و تابستان (ب)

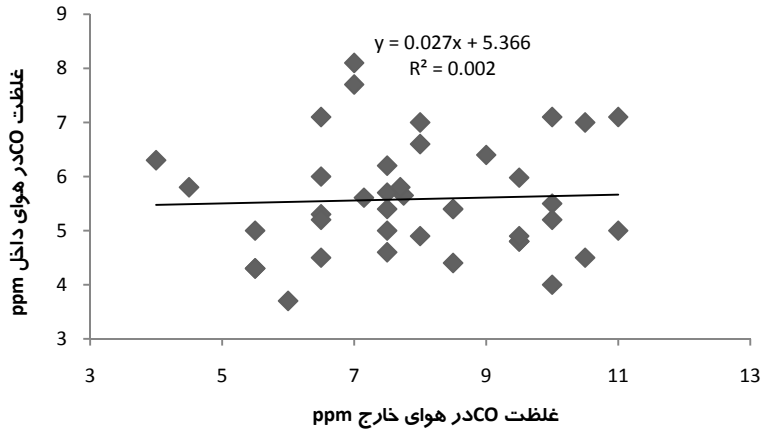
[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-12-28]



الف

ب

شکل ۵. تغییرات نسبت I/O منوکسید کربن در طول روز در دو فصل تابستان (الف) و زمستان (ب)



شکل ۶. تغییرات غلظت CO در هوای آزاد در مقابل تغییرات آن در هوای داخل

بحث

با توجه به شکل شماره ۲ مشاهده می‌شود که در اغلب موارد میزان آلودگی به CO در هوای داخل، در هر دو فصل در طبقه اول بیشتر از طبقه چهارم بوده است. با توجه به این‌که میزان جریان هوا (سرعت باد) در طبقه چهارم نسبت به طبقه اول

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-12-28]

بیشتر است، بنظر می‌رسد که نقش تهویه طبیعی در کاهش غلظت آلاینده‌ها در طبقات بالای آپارتمان‌ها قابل توجه باشد. علاوه بر این غلظت منوکسید کربن در اغلب موارد، در فصل زمستان نسبت به فصل تابستان بیشتر بوده که دلیل این امر روشن بودن دائمی وسایل گرمایشی در زمستان، شرایط جوی و میزان تهویه متغیر در فصول مختلف سال می‌باشد. جو و لی[1] نیز در مطالعه خود در سال ۲۰۰۶ به چنین نتیجه‌ای دست یافتند[۱۷]. همان‌گونه که انتظار می‌رفت بیشترین غلظت CO در بین قسمت‌های مختلف منزل مربوط به بخش آشپزخانه بوده است. علاوه بر این در دو فصل تابستان و زمستان اختلاف غلظت CO برای یک بخش در داخل ساختمان (بعنوان مثال اتاق خواب) بسیار زیاد است که این امر نشان دهنده نبود طراحی مهندسی برای سیستم تهویه ساختمان می‌باشد.

با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه[2] معلوم شد که در فصل تابستان و در طبقه اول، اختلاف غلظت CO در آشپزخانه و اتاق خواب (p=۰/۰۳)، بالکن و حمام (p=۰/۰۲۱)، بالکن و اتاق خواب (p=۰/۰۰۲) از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد. در خصوص طبقه چهارم وضعیت کاملا متفات بود. آنالیز انجام شده نشان داد که اختلاف غلظت CO در بالکن و سایر قسمت‌های ساختمان ($p_{\leq}$۰/۰۰۲) به استثناءِ آشپزخانه معنی‌دار بوده است. همچنین بررسی اختلاف غلظت بین راه‌پله و آشپزخانه (p=۰/۰٤) و آشپزخانه با اتاق خواب (p=۰/۰۰۹)، نیز اختلاف معنی داری را نشان داد. علاوه براین آنالیز اختلاف غلظت موجود برای یک بخش در دو فصل تابستان و زمستان نیز اختلاف معنی‌داری (p=۰/۰۲) را نشان داد. بعنوان مثال در خصوص کیفیت هوای داخل، غلطت متوسط CO در تابستان با غلظت آن در زمستان اختلاف زیادی داشته است. در فصل زمستان (شکل ٤ – الف) در برخی از ایستگاه‌ها (۵ ایستگاه) غلظت CO در هوای آزاد بیشتر از میزان متوسط استاندارد تعیین شده برای دوره تماس ۸ ساعته آن بوده است. از آنجایی که این ایستگاه‌ها جزءِ مناطق پرترافیک شهر می‌باشد بنابراین می‌توان گفت که میزان غلظت CO در هوای آزاد مناطق پرترافیک ارتباط زیادی با میزان ترافیک شهری دارد، پیک‌های موجود در شکل شماره ۳ که همزمان با زیاد شدن بار ترافیکی رخ داده‌اند نیز موید این مطلب می‌باشد. همچنین صحت این امر در سایر مطالعات نیز به اثبات رسیده است [۱۸]. علاوه بر این وجود جریانات پایدار و بروز اینورژن در هوای آزاد، که در فصل زمستان بیشتر رخ می‌دهد، در به وجود آمدن این وضعیت تاثیر داشته است. در فصل تابستان (شکل ٤- ب) وضعیت متفاوت بوده و غلظت CO در هوای بیرون تنها در دو ایستگاه بیشتر از حد استاندارد بوده است. اما انتظار می‌رود در مواقع حداکثر آلودگی تعداد ایستگاه‌هایی که آلودگی آن‌ها از استاندارد تجاوز می‌کند به ۸ مورد افزایش پیدا کند.

همان‌گونه که در قسمت الف شکل ۵ ملاحظه می‌شود، در تابستان نسبت I/O در ساعت ۶ صبح در هر سه ایستگاه تقریبا برابر بوده و در رنج ۰/٤ الی ۰/۵ قرار دارد. بین ساعت ۶ تا ۸ صبح بدلیل شروع مسافرت‌های روزانه جهت رفتن به سر کار (مشاغل دولتی)، غلظت CO در هوای بیرون افزایش یافته و در نتیجه نسبت I/O در مقایسه با ساعت‌های اولیه صبح کاهش پیدا کرده است. افزایش نسبت I/O تا ساعت ۱۰ صبح بیان‌گر افزایش غلظت CO در هوای داخل بدلیل افزایش فعالیت‌های روزمره انسانی (افزایش منابع داخلی) و احتمالا کاهش ترافیک در ساعت‌های کاری می‌باشد. کاهش تدریجی I/O بین ساعات ۱۰ الی ۱۲ احتمالا بدلیل شروع موج دوم مسافرت‌های روزانه توسط افرادی که دارای مشاغل آزاد (رانندگان تاکسی، افراد بازاری و...) هستند، بوده است. همچنین افزایش تدریجی درجه حرارت در اثر

[1] Jo & Lee
[2] One Way-ANOVA

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-12-28]

تابش نور خورشید سبب ایجاد شرایط ناپایدار جوی شده و با افزایش پراکندگی آلاینده‌ها (کاهش آلاینده‌ها) در هوای محیط، سبب کاهش نسبت I/O می‌شود. کاهش نسبت I/O بین ساعات ١٤ الی ١٨ احتمالا بدلیل به اوج رسیدن تابش خورشید در ساعات ظهر و بعد از ظهر بوده که سبب ایجاد شرایط ناپایدار شده است. افزایش مشاهده شده از ساعت ١٨ الی ٢٠ بدلیل افزایش پخت و پز در منازل و احتمالا کاهش بار ترافیکی بوده است. با توجه به این‌که میزان تراکم و ازدحام ساختمانی و بار ترافیکی در ایستگاه‌های شماره ١ و ١١ نسبت به ایستگاه شماره ٩ کمتر بوده و همچنین فضای باز بیشتری در این دو ایستگاه نسبت به ایستگاه شماره ٩ وجود دارد، بنابراین نسبت I/O در طول روز در این دو ایستگاه بالاتر از ایستگاه شماره ٩ بوده است. نتایج این بخش از مطالعه تایید کننده نتایج مطالعات کینگهام[1] و همکاران (٢٠٠٠) و مورافسکا[2] و همکاران (٢٠٠١) بوده اما بر خلاف نتایج چالولاکو[3] و همکاران (٢٠٠٣) می‌باشد [١, ١٩, ٢٠]. با توجه به شکل ٥- ب ملاحظه می‌شود که تغییرات I/O طی یک روز زمستانی نسبت به تابستان با نوسانات بیشتری همراه می‌باشد و بر خلاف تغییرات مشاهده شده در روز تابستانی، تغییرات در زمستان در سطح شهر به صورت منظم نمی‌باشد. بطور کلی با مقایسه دو نمودار الف و ب (شکل شماره ٥) مشاهده می‌شود که میزان I/O در زمستان بالاتر از تابستان می‌باشد که با توجه به سرد بودن هوا در فصل زمستان و استفاده از وسایل گرمایشی در منازل و همچنین افزایش میزان پایداری هوا در فصل زمستان این امر قابل توجیه است. اما دلیل نوسانات نامنظم مشاهده شده در سطح شهر (ایستگاه‌های مختلف)، احتمالا استفاده از سیستم گرمایشی متفاوت بوده است، چرا که با توجه به اندازه‌گیری‌هایی که در این مطالعه انجام شد، معلوم شد که مثلا وجود یا عدم وجود موتورخانه در منازل و آپارتمان‌ها نقش چشم‌گیری در میزان CO موجود در هوای داخل ساختمان داشته است.

با توجه به شکل شماره ۶ ارتباطی بین غلظت CO در هوای آزاد و هوای داخل وجود ندارد (R^2=۰/۰۰۲۱). همان‌گونه که در شکل مشخص است میزان CO در هوای داخل ساختمان متاثر از غلظت آن در هوای آزاد نمی‌باشد. بنابراین می‌توان گفت که با اندازه‌گیری غلظت CO در هوای آزاد امکان تخمین غلظت آن در هوای داخل ساختمان وجود ندارد. نتایج این بخش از مطالعه همانند نتایج مطالعه لاورنس[4] و همکارانش بود آن‌ها در سال ٢٠٠٤ به بررسی ارتباط غلظت CO در منازل مسکونی و هوای آزاد کنار جاده در مناطق شهری پرداخته و نتیجه گرفتند که ارتباطی بین این دو وجود ندارد (R^2=۰/۰۰۵) [١٨]. اما نتایج چالولاکو و همکارانش در سال ٢٠٠٣ بر خلاف نتایج و یافته‌های مطالعه حاضر بوده است [١].

نتایج سایر مطالعات نشان داده‌اند که نسبت I/O بسیار متغیر می‌باشد که فاکتورهای زیادی (از قبیل محل اندازه‌گیری، طراحی ساختمان و...) در این امر دخیل هستند. به طور مسلم یکی از عواملی که نقش قابل توجهی در ارتباط غلظت آلاینده‌های هوای داخل و هوای آزاد دارد، تغییرات شرایط هواشناسی می‌باشد [١٢]. بعنوان مثال در مطالعه‌ای که چان[5] و همکاران در سال ٢٠٠٢ انجام دادند، میزان افزایش I/O به ازای افزایش هر درجه سانتی‌گراد، ۰/۰۷۵ بوده است. بررسی تغییرات نسبت I/O در مقابل درجه حرارت در این مطالعه نشان داد که درجه حرارت نقش زیادی در میزان نسبت I/O دارد. بر اساس آنالیز انجام شده در مطالعه حاضر، میزان افزایش نسبت I/O به ازای افرایش یک درجه سانتی-

[1] Kingham
[2] Morawska
[3] chaloulaku

[4] Lawrence
[5] Chan

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-12-28]

گراد برابر ۰/۰۵۸۶ می‌باشد که همخوانی خوبی بین نتایج دو مطالعه دیده می‌شود. باید ذکر کرد که دلیل این اثر، انتشار گرمایی در اتمسفر آزاد می‌باشد در مواقع دماهای زیاد در هوای بیرون، پخش آلاینده‌های هوا بطور موثری انجام شده و غلظت آلاینده‌ها در هوای بیرون کاهش پیدا می‌کند. بنابراین نسبت I/O افزایش پیدا می‌کند، در حالی‌که در مواقعی‌که هوا سرد است برعکس این وضعیت رخ می‌دهد.

این مطالعه در یک دوره یک‌ساله و به منظور تعیین وجود یا عدم وجود ارتباط بین غلظت‌های CO در هوای آزاد و هوای داخل انجام شد که نتایج حاصل از آن‌را بطور خلاصه این‌گونه می‌توان بیان نمود:

- بین غلظت منو اکسید کربن در هوای داخل با غلظت آن در هوای آزاد ارتباطی وجود ندارد بنابراین با اندازه‌گیری غلظت CO در هوای خارج نمی‌توان غلظت آن در هوای داخل را تخمین زد. اما با توجه به سپری شدن بیشتر اوقات افراد در محیط‌های داخل کنترل منابع داخلی تولید کننده CO و پایش آن در هوای داخل ساختمان (مخصوصاً آشپزخانه) ضروری می‌باشد.
- غلظت منوکسید کربن در هوای داخل طبقه اول و ارتفاع هم سطح آن در هوای آزاد بیشتر از غلظت آن در هوای داخل و آزاد طبقه چهارم بوده است.
- اندازه گیری غلظت CO موجود در هوای آزاد طبقه اول و طبقه چهارم نشان داد که با افزایش ارتفاع طبقات غلظت CO محیطی کاهش می‌یابد. میزان R^2 محاسبه شده برای هوای آزاد طبقات اول و چهارم در فصل تابستان برابر ۰/۷۹ و در زمستان برابر ۰/۸۷ بود. بنابراین با اندازه‌گیری غلظت آلاینده در نزدیکی سطح زمین به راحتی می‌توان غلظت در ارتفاعات مختلف (تا ۱۵ متر) را نیز تخمین زد.
- غلظت CO در هوای داخل تمامی ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده کمتر از حد استاندارد بوده و از نظر ایجاد مشکلات بهداشتی، بی‌خطر می‌باشد. همچنین مشخص شد که بودن یا نبودن موتورخانه مرکزی تاثیر زیادی در غلظت CO در هوای داخل دارد.
- تغییرات فصل و در نتیجه تغییرات شرایط هواشناسی بر روی غلظت CO در هوای محیط تاثیرگذار بوده است. بنابراین نسبت I/O به برخی از شرایط هواشناسی بستگی دارد.

تشکر و قدردانی

این مطالعه با حمایت‌های مالی دانشگاه علوم پزشکی تبریز به انجام رسیده است.

References

1- Chaloulakou A, Mavroidis I, Duci A. Indoor and outdoor carbon monoxide concentration relationships at different microenvironments in the Athens area. Chemosphere. 2003; 52(6): 1007-1019.

2- Höppe P, Martinac I. Indoor climate and air quality. International journal of biometeorology, 1998; 42: 1-7

3- Jenkins PL, et al. Activity patterns of Californians: use of and proximity to indoor pollutant sources. Atmospheric Environment. Part A. General Topics. 1992; 26(12): 2141-214.

4- Naddafi K, Rezaei S, Nabizadeh R, Yonesian M, Jabbari H. Density of Airborne Bacteria in a Children Hospital in Tehran. Iranian Journal of Health and Environment. 2009; 1(2): 75-80.

5- Wark K, Warner CF, Davis WT. Air pollution: its origin and control. 3rd Edition. Prentice Hall. 1998.

6- Hsu DJ, Huang HL. Concentrations of volatile organic compounds, carbon monoxide, carbon dioxide and particulate matter in buses on highways in Taiwan. Atmospheric Environment. 2009; 43(36): 5723-5730.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-12-28]

7- Peers C, Steele DS. Carbon monoxide: A vital signalling molecule and potent toxin in the myocardium. Journal of molecular and cellular cardiology. 2012; 52(2): 359-65.
8- Bucolo C, Drago F. Carbon monoxide and the eye: Implications for glaucoma therapy. Pharmacology & therapeutics. 2011; 130: 11.
9- Nazari J, Dianat I, Stedmon A. Unintentional carbon monoxide poisoning in Northwest Iran: A 5-year study. Journal of Forensic and Legal Medicine. 2010; 17(7): 388-91.
10- Raub JA, Benignus VA. Carbon monoxide and the nervous system. Neuroscience & Biobehavioral Reviews. 2002; 26(8): 925-940.
11- Saksena S, Quang TN, Nguyen T, Dang PN, Flachsbart P. Commuters' exposure to particulate matter and carbon monoxide in Hanoi, Vietnam. Transportation Research Part D: Transport and Environment. 2008; 13(3): 206-211.
12- Chan AT. Indoor-outdoor relationships of particulate matter and nitrogen oxides under different outdoor meteorological conditions. Atmospheric Environment. 2002; 36(9): 1543-1551.
13- https://hamshahrionline.ir/news-7944.aspx, Hamshahri newspaper, 2006.
14- http://www.tabriznews.ir/fa/index.php?option=com_content&task=view&id=350&Itemid=2.
15- http://www.nigc-tabrizgas.ir/amalkard.htm.
16- http://www.sci.org.ir/portal/faces/public/census85/census85.natayej.
17- Jo WK, Lee JY. Indoor and outdoor levels of respirable particulates (PM10) and Carbon Monoxide (CO) in high-rise apartment buildings. Atmospheric Environment. 2006; 40(32): 6067-6076.
18- Lawrence AJ, Masih A, Taneja A. Indoor/outdoor relationships of carbon monoxide and oxides of nitrogen in domestic homes with roadside, urban and rural locations in a central Indian region. Indoor air. 2005; 15(2): 76-82.
19- Kingham S, Briggs D, Elliott P, Fischer P, Lebret E. Spatial variations in the concentrations of traffic-related pollutants in indoor and outdoor air in Huddersfield, England. Atmospheric Environment. 2000; 34(6): 905-916.
20- Morawska L, He C, Hitchins J, Gilbert D, Parappukkaran S. The relationship between indoor and outdoor airborne particles in the residential environment. Atmospheric Environment. 2001; 35(20): 3463-3473.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-12-28]

Concentrations of Carbon Monoxide in Indoor and Outdoor Air of Residential Buildings

Dehghanzadeh R[1], Ansarian Kh[2], Aslani H*[3]

[1] Department of Environmental Health Engineering, School of Health and nutrition, Tabriz University of Medical Science, Tabriz, Iran
[2] Research centers for tuberculosis and pulmonary disease, School of Medicine, Tabriz University of Medical Science, Tabriz, Iran
[3] Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Science, Tehran, Iran
[4] Health centers of Bostanabad, Tabriz University of Medical Science, Tabriz, Iran

* Corresponding Author. Tel: +982188951581 Fax: +982188950188 E-mail: Aslani.ha@gmail.com

Received: 15 April 2012 Accepted: 27 June 2012

ABSTRACT

Background & Objectives: People spend more than 90 percent of their time in indoor environments. Indoor air pollution is responsible for more than 2.2 million deaths per year worldwide. 769 Carbon Monoxide (CO) poisoning occur in Iran annually. The aims of this study were to measure CO concentrations in outdoor air due to traffic, compare the results with air quality standards, and determine indoor to outdoor ratio for CO concentration.
Methods: Measurements were conducted over a period of one year (from winter 2007 to autumn 2008) at 11 selected stations within the city. A single probe gas detector was used for measuring CO concentrations in indoor and outdoor environments.
Results: Maximum CO concentrations in outdoor air for winter and summer were determined as 11 ppm (station 8, a commercial area) and 10 ppm (station 9, state office building area), respectively. Minimum CO concentrations were determined at stations 3 (i.e. 4 ppm) and 1 (i.e. 4 ppm). Respective values for indoor to outdoor (I/O) ratios of CO concentration were from 0.2 to 1.6and from 0.2 to 1 ppm for winter and summer.
Conclusion: It is difficult to estimation indoor CO levels through measuring its concentration in outdoor air. In all cases, CO concentrations in winter were higher than the summer and 1st floor were more polluted than the 4th floor.
Key words: Air Pollution; Carbon Monoxide; Indoor; Outdoor; I/O

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-12-28]