**مقاله اصیل پژوهشی**

# بررسی غلظت مونواکسیدکربن هوای داخل ساختمان و هوای آزاد شهر بیرجند (شهریور تا اسفند 1393)

**علی نقی‌زاده[1]، غلامرضا شریف‌زاده[2]، مرضیه خاوری[3]**

## چکیده

**زمینه و هدف:** یکی از آلاینده‌های مهم هوا که بر اساس آن، شاخص کیفیت هوا محاسبه می‌گردد، مونواکسید کربن است. هدف از انجام این مطالعه، اندازه‌گیری غلظت مونوکسیدکربن در هوای داخل و خارج ساختمان‌های شهر بیرجند و مقایسه آن با استانداردهای کیفیت هوای داخل و خارج بود.

**روش تحقیق:** در این مطالعه توصیفی- تحلیلی، جامعه مورد مطالعه هوای داخل مناطق مسکونی و هوای آزاد شهر بیرجند بود. غلظت مونواکسید کربن در هوای آزاد در ارتفاع 150 سانتی‌متری و در نزدیک‌ترین خیابان اصلی منتهی به ساختمان و در داخل ساختمان‌ها از اتاق پذیرایی و در ارتفاع 75 سانتی‌متری، توسط دستگاه سنجش مونواکسید کربن، مورد سنجش قرار گرفت. برای آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS (ویرایش 18) و نرم‌افزار Excel و همچنین از آزمون‌های آماری Mann–Whitney، Friedman و Wilcoxon استفاده گردید.

**یافته‌ها:** نتایج این مطالعه نشان داد که بیشترین غلظت مونوکسیدکربن در هوای آزاد شهر بیرجند در ماه آذر و اسفند به‌ترتیب برابر با 11 و 10ppm و بیشترین غلظت مونوکسیدکربن در هوای داخل در منازل مسکونی در ماه بهمن و اسفند به‌ترتیب برابر با 11 و 9ppm بود. میانگین غلظت مونوکسیدکربن اندازه‌گیری‌شده در هوای خارج و داخل در کلیه ماه‌های مورد سنجش، کمتر از استاندارد کیفیّت آلودگی هوای خارج (9ppm) و استاندارد کیفیت آلودگی هوای داخل (25ppm) بود.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج این مطالعه، میزان مونوکسیدکربن هوای شهر بیرجند در ماه‌های مختلف اندازه‌گیری، چه در محیط داخل و چه در محیط خارج، در محدوده استاندارد قرار دارد.

**واژه‌های کلیدی:** مونوکسید کربن، هوای داخل ساختمان، هوای آزاد، بیرجند

**مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند. 1394؛ 22 (3): 266-273.**

**دریافت: 1394/04/06** **پذیرش: 1394/08/19**

[1] استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، بیرجند، ایران

آدرس پستی: بیرجند- خیابان غفاری- دانشگاه علوم پزشکی بیرجند- دانشکده بهداشت

تلفن: 05632395346 نمابر: 056-32440177 پست الکترونیک: al.naghizadeh@yahoo.com

[2] مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثّر بر سلامت، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، بیرجند، ایران

[3] دانشجوی مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، بیرجند، ایران

## مقدمه

امروزه آلودگی هوا به‌عنوان یکی از مهمترین مشکلات جوامع بشری مطرح است. گسترش شهرنشینی و توسعه شهرها به‌همراه افزایش شتابان جمعیت، توسعه فعالیت‌های صنعتی و مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی، به‌شدّت آلودگی‌ها را افزایش داده است؛ در نتیجه، روزانه حجم وسیعی از آلاینده‌های غیرسازگار با مکانسیم‌های طبیعی، در هوا تخلیه می‌گردد. حجم این آلودگی‌ها به حدی است که خودپالایی نتوانسته است از شدّت آن جلوگیری نماید و این مسئله را به‌عنوان یکی از مباحث مطرح زیست‌محیطی در طی دهه‌های اخیر تبدیل کرده است.

عمده‌ترین منابع آلودگی هوا شامل: مونوکسید کربن، دی‌اکسید گوگرد، اکسیدهای ازت، ذرّات معلّق و هیدروکربن‌ها هستند (1، 2). در این بین، مونوکسید کربن به‌دلیل تأثیر قابل توجه بر سلامت انسان و گسترش روزافزون استفاده از سوخت‌های فسیلی به‌ویژه در کلان‌شهرها، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های هوا به‌شمار می‌رود؛ همچنین اغلب مطالعات انجام‌گرفته در زمینه بررسی شاخص‌های کیفیّت هوا، این گاز سمّی را به‌عنوان آلاینده مسؤول پایین‌بودن کیفیّت هوا در روزهای غیربهداشتی معرفی کرده‌اند (3-5).

بررسی‌ها نشان می‌دهد که بیش از 70% مونواکسیدکربن منتشرشده، در جریان عملیات حمل و نقل و حرکت خودروها تولید می‌شود. این گاز با هموگلوبین خون ترکیب پایداری را تشکیل می‌دهد که از رسیدن اکسیژن مطلوب به سلول‌ها جلوگیری کرده و سوخت و ساز سلول‌ها را مختل می‌سازد. مشکلات قلبی و عصبی، بیماری‌های دوران زایمان، ایجاد اختلال در بینایی و کاهش هوشیاری، از مهمترین عوارض مواجه با این گاز است (6)؛ همچنین هزینه‌های بهداشتی و درمانی و خسارات زیست‌محیطی ناشی از آلودگی هوا را می‌توان به‌عنوان یکی از منابع مهم هزینه‌های تحمیلی بر جامعه برشمرد (7).

مطالعات گذشته اپیدمیولوژیکی، تلاش در برقراری ارتباط بین غلظت آلاینده‌های محیطی و مشکلات بهداشتی جامعه داشته‌اند؛ ولی در محاسبه بسیاری از این روابط، به این نکته که بیش از 90درصد زندگی روزانه مردم، در محیط‌های بسته سپری می‌شود، توجّه نشده است (8-11). Saksena و همکاران در سال 2004، میزان در معرض قرارگیری با CO را برای افرادی که روزانه بین محل کار و منزل خود در رفت و آمد بودند، در ویتنام مورد بررسی قرار دادند. آنها در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که کمترین میزان مواجهه، مربوط به افرادی بود که با اتوبوس رفت و آمد می‌کردند و بیشترین میزان مواجهه مربوط به افرادی بود که از دوچرخه برای تردّد استفاده می‌کردند (12). Yiwen Deng و همکاران در مطالعه‌ای که در سال‌های 2012 و 2103 در مورد اندازه‌گیری مونوکسیدکربن در تونل‌های دو شهر چین انجام دادند، میزان مونوکسیدکربن اندازه‌گیری‌شده در داخل تونلی در شانگ‌های را در ماه آگوست 86ppm و در ماه اکتبر 45ppm گزارش کردند (13).

بخشی از منابع آلودگی هوا که مونوکسیدکربن هم یکی از آنها است، آلودگی مصنوعی است که توسط وسایل نقلیه موتوری، صنایع و نیروگاه‌ها و صنایع تجاری و خانگی تولید می‌شوند. همچنین در محیط داخل ساختمان به‌دلیل استفاده از وسایل پخت و پز و گرمایشی، امکان ایجاد مونوکسید کربن وجود دارد. به‌دلیل نبود تحقیقات جامع در خصوص اندازه‌گیری مونوکسید کربن در هوای داخل و خارج شهر بیرجند، نمونه‌برداری و آنالیز غلظت مونواکسید کربن در هوای محیط داخل و خارج شهر بیرجند ضروری به‌نظر رسید. بنابراین مطالعه حاضر با هدف بررسی غلظت مونواکسیدکربن در هوای داخل ساختمان و هوای آزاد شهر بیرجند (شهریور تا اسفند 1393) انجام شد.

## روش تحقیق

در این مطالعه توصیفی- تحلیلی جامعه مورد مطالعه،

هوای آزاد و هوای داخل ساختمان‌های مسکونی شهر بیرجند بود. در این مطالعه، هوای شهر بیرجند در یک دوره زمانی هفت ماهه، از شهریور سال 1393 تا اسفند همان سال مورد مطالعه قرار گرفت.

هوای شهر به دو بخش اصلی هوای تنفسی شهروندان بیرجندی در دو محیط داخل ساختمان و هوای آزاد خارجی تقسیم شد. نمونه‌برداری از این دو بخش، در 10 روز میانی هر ماه انجام گرفت. زمان نمونه‌برداری معمولاً بین ساعت 11 تا 3 بعد از ظهر بود. قبل از نمونه‌برداری، شهر ایستگاه‌بندی شد. محل‌های اندازه‌گیری از مناطق مختلف شهر انتخاب گردید؛ بدین صورت که یک ایستگاه در مرکز شهر و از هر جهت جغرافیایی اصلی و فرعی، به تعداد 8 ایستگاه دیگر انتخاب گردید. در نهایت تعداد 54 ایستگاه و با توزیع یکنواخت در تمامی مناطق شهر انتخاب شدند. از هر ایستگاه، یک نمونه خارجی و یک نمونه داخلی گرفته شد.

سنجش مونوکسیدکربن در منازل معمولاً در پذیرایی انجام شد. با توجه به اینکه در 4 ایستگاه به‌دلیل نبود منطقه مسکونی مناسب، امکان نمونه‌برداری داخلی وجود نداشت، بنابراین تعداد کل نمونه‌های گرفته‌شده از محیط داخل و خارج در هر ماه 104 مورد بود که با احتساب 7 ماه نمونه‌برداری، کل نمونه‌ها در طول دوره پایش برابر 728 مورد بود. ارتفاع سنجش مونوکسیدکربن در محیط خارج در محدوده ارتفاع تنفسی افراد پیاده (حدود 150 سانتی‌متر بالاتر از سطح زمین) و در داخل ساختمان‌ها در ارتفاع 75سانتی‌متری بود. در مورد سنجش مونوکسیدکربن در داخل ساختمان‌ها، مشارکت صاحبان ساختمان‌ها در اجرای طرح کاملاً داوطلبانه بود. چنانچه با وجود توضیح اهداف تحقیق برای افراد منتخب، حاضر به همکاری نبودند، ساختمان مجاور انتخاب و مورد بررسی قرار می‌گرفت.

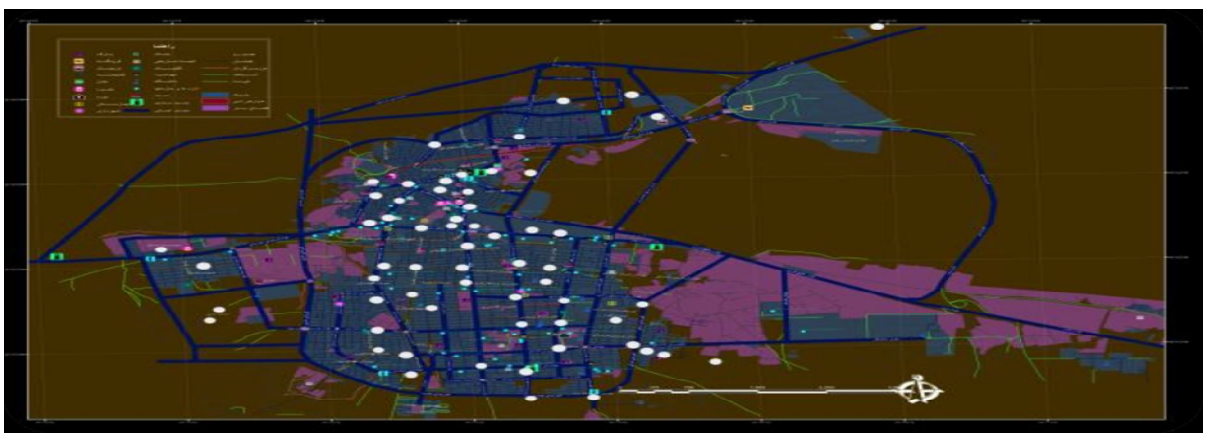
در این مطالعه، اندازه‌گیری غلظت مونواکسید کربن در محیط با استفاده از دستگاه گازسنج تک‌سنسوره TES 1372 (CO METER–Serial No 110700802) که بر اساس مکانیسم الکتروشیمیایی کار می‌کند و به‌طور اختصاصی برای اندازه‌گیری گاز CO به‌کار می‌رود، صورت گرفت. محدوده اندازه‌گیری این دستگاه، از صفر تا 500 و با دقّت ppm±2 می‌باشد. این دستگاه هر 2ماه یک‌بار توسط شرکت فروشنده در مقابل 30ppm گاز CO کالیبره می‌گردید.

برای آنالیز داده‌ها از نرم‌افزارهای SPSS (ویرایش 18) و Excel و همچنین از آزمون‌های آماری Mann–Whitney، Friedman و Wilcoxon استفاده گردید.

## یافته‌ها

نقشه شهر بیرجند در شکل یک نشان داده شده است. در این شکل، محل‌های نمونه‌برداری با دایره‌های مشکی مشخص شده‌اند.

**شکل 1- نقاط نمونه‌برداری برای اندازه‌گیری مونواکسیدکربن در هوای آزاد و داخل ساختمان‌های مسکونی شهر بیرجند**



**جدول 1- مقایسه میانگین غلظت مونوکسیدکربن در ماه‌های مختلف در محیط خارج و داخل منازل**

| ماه‌های مختلف | داخلی (N=50) | | خارجی (N=54) | | نتیجه آزمون Mann–Whitney | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | میانگین | انحراف معیار | میانگین | انحراف‌معیار | Z-value | p-value |
| شهریور | 1/06 | 2/55 | 2/50 | 2/88 | 3/31 | 0/001 |
| مهر | 1/06 | 2/55 | 2/57 | 2/96 | 3/24 | 0/001 |
| آبان | 1/00 | 1/48 | 2/81 | 2/94 | 2/67 | 0/007 |
| آذر | 2/03 | 2/27 | 2/59 | 2/71 | 0/759 | 0/448 |
| دی | 4/38 | 2/77 | 2/00 | 1/98 | 3/93 | 0/000 |
| بهمن | 5/38 | 3/49 | 1/79 | 1/97 | 3/413 | 0/000 |
| اسفند | 4/58 | 2/44 | 2/11 | 2/44 | 3/992 | 0/000 |
| نتیجه آزمون آماری فریدمن | P<0/001 | | P<0/003 | | --- | |

در جدول 1، مقایسه میانگین غلظت مونوکسید کربن در ماه‌های مختلف در محیط خارج و داخل منازل با استفاده از آزمون Mann–Whitney نشان داده شده است. با توجه به این جدول، تعداد 50 ایستگاه نمونه‌برداری داخلی و 54 ایستگاه نمونه‌برداری هوای آزاد خارجی انتخاب شدند. در طول 7 ماه از این نقاط نمونه‌برداری انجام گرفت. طبق این جدول، در محیط داخل در بهمن‌ماه بیشترین غلظت و در ماه‌های شهریور، مهر و آبان کمترین غلظت مونوکسید کربن داخلی وجود داشت. در محیط خارج، میانگین غلظت مونوکسید کربن در کلیه ماه‌های مورد سنجش در دامنه 1/79ppm-2/81 قرار داشت. نتیجه آزمون Mann–Whitney نشان داد که در تمام ماه‌های مورد بررسی به‌جز ماه آذر (P=0/448)، میانگین غلظت مونوکسید کربن در فضاهای داخلی به‌طور معنی‌داری بالاتر از فضاهای خارجی بود.

بیشترین غلظت CO اندازه‌گیری‌شده در هوای آزاد خارجی برابر 11 و 10ppm به‌ترتیب در ماه‌های آذر و اسفند مربوط به پمپ بنزین‌های سطح شهر بود. همچنین بیشترین مقدار CO اندازه‌گیری‌شده در محیط داخلی برابر 11 و 9ppm به‌ترتیب در ماه‌های بهمن و اسفند و مربوط به خانه‌هایی بود که از نفت برای گرمایش منازل استفاده می‌کردند.

با توجه به نتایج آزمون آماری Friedman که در انتهای جدول یک آمده است، اختلاف معنی‌داری در میانگین غلظت مونوکسیدکربن در محیط خارج و محیط داخل در بین ماه‌های مختلف مشاهده گردید. جدول 2 مقایسه بین ماه‌های مختلف در محیط خارج و داخل با آزمون Wilcoxon را نشان می‌دهد.

**جدول 2- مقایسه میانگین غلظت مونوکسیدکربن در محیط داخل و خارج در ماه‌های مختلف**

| ماه‌های مختلف | محیط خارجی | محیط داخلی |
|---|---|---|
| | p-value | p-value |
| شهریور-مهر | 0/589 | 1/00 |
| شهریور-آبان | 0/182 | 0/108 |
| شهریور- آذر | 0/904 | 0/005 |
| شهریور-دی | 0/228 | 0/000 |
| شهریور-بهمن | 0/024 | 0/000 |
| شهریور-اسفند | 0/165 | 0/000 |
| مهر- آبان | 0/275 | 0/108 |
| مهر- آذر | 0/957 | 0/005 |
| مهر- دی | 0/129 | 0/000 |
| مهر- بهمن | 0/011 | 0/000 |
| مهر- اسفند | 0/101 | 0/000 |
| آبان- آذر | 0/410 | 0/002 |
| آبان- دی | 0/002 | 0/000 |
| آبان- بهمن | 0/000 | 0/000 |
| آبان- اسفند | 0/001 | 0/000 |
| آذر-دی | 0/003 | 0/000 |
| آذر-بهمن | 0/000 | 0/000 |
| آذر-اسفند | 0/003 | 0/000 |
| دی- بهمن | 0/220 | 0/045 |

## بحث

این مطالعه در یک دوره هفت‌ماهه و به‌منظور اندازه‌گیری غلظت مونوکسید کربن هوای داخل و خارج شهر بیرجند و مقایسه آن با استانداردهای کیفیت آلودگی هوا و همچنین تعیین وجود یا عدم وجود ارتباط بین غلظت‌های CO هوای آزاد و هوای داخل انجام شد.

در هوای آزاد، بیشترین میانگین غلظت CO در ماه آذر و اسفند به‌ترتیب: 11 و 10ppm و کمترین مقدار آن صفر و 1ppm بود. مقادیر 9 تا 11ppm اندازه‌گیری‌شده، متعلّق به پمپ‌های بنزین سطح شهر بود که تقریباً بیشتر از حد آستانه مونوکسید کربن هوای آزاد ( 9 میلی گرم بر متر مکعب) بود؛ ولی با توجه به عدم تکرار این غلظت‌ها در دیگر ماه‌های سال و همچنین با توجه به اینکه پمپ‌بنزین‌ها در هوای آزاد قرار دارند و مقدار پراکندگی مونوکسید کربن نیز در هوای آزاد زیاد است، مونوکسیدکربن تأثیر چندانی بر روی سلامتی انسان نخواهد داشت. در مطالعه Wolf نیز نتایج مشابهی گزارش شده است (14).

با توجه به نتایج حاصل از سنجش مونوکسیدکربن در محیط داخل، میزان CO در ماه‌های سرد بیشتر از ماه‌های گرم بود که با توجه به سردبودن 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 مشاهده‌شده در سطح شهر (ایستگاه‌های مختلف)، استفاده از سیستم‌های گرمایشی متفاوت بود. در منازلی که از بخاری برای گرمایش استفاده می‌کردند و سوخت آنها گاز بود، مقدار مونوکسید کربن بیشتر از مکان‌هایی بود که برای گرمایش از شوفاژ استفاده می‌کردند. دلیل این امر استفاده از شعله به‌طور مستقیم می‌باشد؛ زیرا هنگامی که سوخت‌های فسیلی همچون نفت و گاز در وسایل گرمایشی مانند بخاری به‌صورت ناقص می‌سوزد، مونوکسیدکربن ایجاد می‌شود. اما شوفاژها به‌دلیل نداشتن شعله، از این امر مبرّا می‌باشند و تقریباً مقادیر به‌دست‌آمده برای این مکان‌ها صفر است. در منازلی که سوخت آنها نفت بود، مقدار مونوکسید کربن بیشتر از مکان‌هایی بود که سوخت آنها گاز بود. دلیل این امر می‌تواند استفاده از شعله به‌طور مستقیم، سوخت ناقص، استانداردنبودن بخاری‌های نفتی، برگشت دود به داخل منازل و .... باشد.

مطالعه صفوی و علیجانی (2006) نشان داد که در شهر تهران در فصل پاییز، غلظت آلاینده‌ها بیشتر از فصول گرم سال بود (15). Jo و Lee (2006) نیز در مطالعه خود به نتایج مشابهی دست یافتند. در مطالعه آنها نیز میزان مونوکسید کربن در فصل زمستان بیشتر از فصل تابستان بود (16). علاوه بر موارد ذکرشده، وجود جریانات پایدار و بروز وارونگی هوا در هوای آزاد که در فصل زمستان بیشتر رخ می‌دهد، در بالابودن میزان مونوکسید کربن در ماه‌های سرد در محیط خارج تأثیر داشته است.

با توجه به جدول یک، بیشترین غلظت CO اندازه‌گیری‌شده در هوای داخل در ماه‌های شهریور و مهر، مربوط به سفره‌خانه‌ها و چای‌خانه‌ها بود که به‌ترتیب برابر با 102 و 95ppm گزارش شد که این مقادیر از حد آستانه مجاز CO هوای داخلی (25ppm) بیشتر بود. همچنین بیشترین میزان CO در منازل مسکونی، مربوط به ماه‌های بهمن و اسفند و به‌ترتیب به‌مقدار 11 و 9ppm بود. در شهریورماه و مهرماه، سفره‌خانه‌ها و چایخانه‌های سنتی در بیرجند فعال بود و در بقیه ماه‌ها، این مراکز طبق دستور اداره محترم اماکن تعطیل بود. بنابراین میزان مونوکسیدکربن داخلی غیر از این اماکن، در منازل مسکونی در کل ماه‌های سال از حدّ آستانه مجاز پایین‌تر و بین صفر تا یازده متغیّر بود. در مطالعه احمدی آسور و الله‌عبادی، میزان مونوکسیدکربن در فصل تابستان بیشتر از زمستان بود. آنها دلیل این امر را افزایش استفاده از وسایل نقلیه موتوری در فصل تابستان ذکر کردند (17).

بر اساس داده‌های جدول 2، اختلاف آماری معنی‌داری در غلظت مونوکسید کربن در ماه‌های مختلف سال مشاهده گردید. آزمون آماری Friedman، اختلاف مشاهده‌شده در

ماه‌های مختلف را از نظر آماری معنی‌دار نشان داد. همچنین برای محیط خارجی، آزمون Wilcoxon نشان داد که در بین ماه‌های شهریور و بهمن (P=0/024)، مهر و بهمن (P=0/011)، آبان و دی (P=0/002)، آبان و بهمن (P<0/001)، آبان و اسفند (P<0/001)، آذر و دی (P=0/003)، آذر و بهمن (P<0/001) و آذر و اسفند (P=0/003)، این تفاوت معنی‌دار و در سایر ماه‌ها اختلاف مشاهده‌شده معنی‌دار نبود. آزمون Wilcoxon برای محیط داخلی نیز نشان داد که این تفاوت در ماه‌های شهریور و مهر (P=1/000)، شهریور و آبان (P=0/108) و مهر و آبان (P=0/108)، معنی‌دار نبوده، ولی اختلاف مشاهده‌شده در سایر ماه‌ها معنی‌دار بود. Chaloulakou و همکاران (2003) در مطالعه خود 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 (18).

در مطالعه‌ای که دهقان‌زاده ریحانی و همکاران در سال 1388 تحت عنوان بررسی غلظت مونوکسید کربن در هوای آزاد شهری و هوای داخل منازل مسکونی شهر تبریز انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که بیشترین غلظت مونوکسید کربن اندازه‌گیری‌شده در هوای داخل 11ppm و کمترین مقدار آن در حاشیه شهر تبریز 4/5ppm بود (19). مقدار مونوکسید کربن در آپارتمان‌ها به‌دلیل بسته‌بودن محیط و اغلب وجود پارکینگ‌ها در بخش داخلی ساختمان، بیشتر از ساختمان‌های ویلایی می‌باشد. از آنجا که ساختمان‌های ویلایی اغلب دارای یک طبقه و حیاط‌دار هستند و پارکینگ آنها در محیط باز وجود دارد، میزان پراکندگی مونوکسید کربن در آنها زیاد است.

## نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که در هوای داخل و خارج در تمامی ماه‌ها و ایستگاه‌های اندازه‌گیری، غلظت مونوکسیدکربن اندازه‌گیری‌شده، کمتر از حد استاندارد بوده و از نظر ایجاد مشکلات بهداشتی، بی‌خطر می‌باشد.

## تقدیر و تشکر

این مطالعه حاصل طرح تحقیقاتی با کد 993 است که با حمایت‌های مالی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند به انجام رسیده است.

## منابع:

1- Khosh Akhlagh R, Hassan Shahi M. estimating damage on shirazian residents because of air pollution. Tahghighat-e-Eghtesadi. 2002-2003; 37(2): 53-75. [Persian]

2- Naghizadeh A, Mahvi AH, Jabbari H, Derakhshani E, Amini H. Exposure assessment to dust and free silica for workers of Sangan iron ore mine in Khaf, Iran. Bull Environ Contam Toxicol. 2011; 87(5): 531-8.

3- Hsu DJ, Huang HL. Concentrations of volatile organic compounds, carbon monoxide, carbon dioxide and particulate matter in buses on highways in Taiwan. Atmos Environ. 2009; 43(36): 5723-30.

4- 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.

5- Bidokhti AA, Abbas A, Shariepour Z. meteorology conditions and high atmospheric air pollution with acute conditions (Case Study: Tehran). Environ Stud. 2009; 35(52): 1-14. [Persian].

5- Bidokhti AA, Shariepour Z. Upper Air meteorological conditions of acute air pollution episodes (Case Study: Tehran). Journal of Environmental Studies. 2010; 35(52): 1-14.

6- Nazari J, Dianat I, Stedmon A. Unintentional carbon monoxide poisoning in Northwest Iran: A 5-year study. J Forensic Leg Med. 2010; 17(7): 388-91.

7- Karimzadegan H, Rahmatian M, Farhud DD, Yunesian M. Economic valuation of air pollution health impacts In the Tehran area, Iran. Iranian J Pubi Health. 2008; 37(1): 20-30.

8- Peers C, Steele DS. Carbon monoxide: A vital signalling molecule and potent toxin in the myocardium. J Mol Cell Cardiol. 2012; 52(2): 359-65.

9- H?ppe P, Martinac I. Indoor climate and air quality. Int J Biometeorol. 1998; 42(1): 1-7.

10- Jenkins PL, Phillips TJ, Mulberg EJ, Hui SP. Activity patterns of Californians: use of and proximity to indoor pollutant sources. Atmos Environ A-Gen. 1992; 26(12): 2141-8.

11- Naddafi K, Rezaei S, Nabizadeh R, Yonesian M, Jabbari H. Density of airborne bacteria in a children hospital in Tehran. Iran J Health Environ. 2009; 1(2): 75-80. [Persian]

12- Saksena S, Quang TN, Nguyen T, Dang PN, Flachsbart P. Commuters' exposure to particulate matter and carbon monoxide in Hanoi, Vietnam. Transp Res D Transp Environ. 2008; 13(3): 206-11.

13- Deng Y, Chen C, Li Q, Hu Q, Li J, Li Y. Measurements of real-world vehicle CO and NOx fleet average emissions in urban tunnels of two cities in China. Atmos Environ. 2015; 122: 417-26.

14- Wolf PC. Carbon monoxide measurement and monitoring in urban air. Environ Sci Technol. 1971; 5(3): 212-8.

15- Safavi SY, Alijani B. Study of geographical factors on air pollution in Tehran. Geographic Research. 2006; 38(58): 99-112. [Persian]

16- Jo WK, Lee JY. Indoor and outdoor levels of respirable particulates (PM10) and Carbon Monoxide (CO) in high-rise apartment buildings. Atmos Environ. 2006; 40(32): 6067-76.

17- Ahmadi Asoor A, Allahabadi A. Measuring the Air Pollutants in Sabzevar, Iran. J Sabzevar Univ Med Sci. 2011, 18 (2): 140-7. [Persian]

18- 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.

19- Dehghanzadeh R, Ansarian Kh, Aslani H. Concentrations of Carbon Monoxide in Indoor and Outdoor Air of Residential Buildings. Journal of Health. 2013; 3(4): 29-40. [Persian]

*Abstract* *Original Article*

# Measurement of CO concentrations in indoor and atmospheric ambient air of Birjand (September 2012 to March 2013)

**Ali Naghizadeh[1], Gholamreza Sharifzadeh[2], Marzieh Khavari[3]**

**Background and Aim:** One of the notorious air pllutants on which air quality is determined is carbon monoxide (CO). The aim of the present study was to measure the concentration of CO outdoor and indoor urban environments and compare it with air quality standards within buildings and open spaces.

**Materials and Methods:** This research was a descriptive-analytical study of CO estimation in outdoor and indoor air of Birjand. Concentration of CO at the height of 150 cm and in the closest street leading to the specific building and also, inside the building (i.e.drawing room)-at the hight of 75 cm was measured using a CO meter. For data analysis, statistical softwares SPSS (V:18) and Excel were used applying Mann-Whitney, Friedman, and Wilcoxon statistical tests.

**Results:** It was found that the highest concentrations of CO in the outdoor air in Birjand were 11 and 10 ppm in December and March, respectively. And highest concentrations of CO in indoor air were 11 and 9 ppm in February, respectively. But, in general, the average concentration of CO measured in outdoor and indoor air quality in both months were less than the standard measure air pollution outside (9ppm) and the quality of indoor air pollution (25ppm).

**Conclusion:** Regarding to results of the present study, concentrations of indoor and outdoor CO of Birjand air were in standard ranges**.**

**Key Words:** Carbon monoxide, indoor air, outdoor air, Birjand.

***Journal of Birjand University of Medical Sciences. 2015; 22 (3): 266-273***

***Received: June 27, 2015*** ***Accepted: November 10, 2015***

[1]*Corresponding Author; Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran al.naghizadeh@yahoo.com*

*2 Asistant professor, Social determinant of Health research Center, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran*

*3 Member of Student Research Committee, Department of Environmental Health Engineering, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran*