Indoor air quality in restaurant kitchens in the south Tehran (2006)

M. Ghasemkhani[1], F. Naseri[2]

Recieved: 2009/11/11 Revised: 2010/3/9 2010/4/28 Accepted: 2010/5/1

Abstract

Background and aims: Generally nitrogen dioxide (NO_2) and carbon monoxide (CO) are emitted Toxic gases like carbon monoxide (CO.), carbon dioxide (CO_2), nitrogen oxides (NOx) will remain in the kitchen when cooking with a gas stove. The purpose of the present study was to measure carbon monoxide (CO) and nitrogen dioxide (NO_2) levels during the operation of cooking in restaurant kitchens that use gas or natural gas, which are widely used in Tehran.

Methods: One hundred thirty one restaurants were chosen randomly from a list of 276 restaurants in five region different geographic categories, of the metropolitan Tehran, area, in summer 2006. Simultaneous indoor and outdoor air sampling occurred at each sampling site. Carbon monoxide (CO) and nitrogen dioxide (NO2) concentrations were measured by a real-time analyzer portable computer monitors.

Results: The results of this study showed that %83 and %68 kitchens had local exhaust ventilation and fan system, respectively. The results of this study showed that the mean concentrations of CO and NO_2 with gas stoves for food cooking in restaurant kitchens were below the standard which was established as TLV-TWA=25 and 3 ppm, respectively by ACGIH. The I/O ratios of CO and NO_2, were larger than 1 when there were indoor sources.

Conclusions: In this study, the mean levels of CO and NO_2 indoor were upper than the CO and NO_2 outdoor the restaurants. Generally, improved methods of cooking besides appropriate ventilation of all indoor combustion appliances, including gas stoves, should be adopted in industrial kitchens.

Keywords: Indoor air quality, restaurant kitchens, gas stove, cooking, CO and NO_2

1. **Corresponding author**, Associate Professor, Department of Occupational Health, School of Public Health, University of Tehran Medical Sciences, Tehran, Iran. P. O. Box 14155-6446, Tel: +9821-88951390, Fax: +9821-88951390, Email: ghasemkh@sina.tums.ac.ir
2. Employee of Chancellery for Health, Tehran Medical University.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-15]

کیفیت هوای آشپزخانه رستورانهای بخشی ازجنوب شهر تهران بزرگ در سال ۱۳۸۵

مهدی قاسم خانی[۱]، فرنگیس ناصری[۲]

تاریخ دریافت: ۸۸/۸/۲۰ تاریخ ویرایش: ۸۸/۱۲/۱۸، ۸۹/۲/۸ تاریخ پذیرش: ۸۸/۳/۱

چکیده

هدف: احتراق و سوخت گاز جهت پخت غذا در آشپزخانه ها آلودگیهای متنوعی از جمله CO_2, NOx, CO تولید می‌کند. یکی از آلودگیهای مهم ناشی از این احتراق، CO و NO_2 است که بعلت تهویه ناقص یا عدم تهویه در محیط آشپزخانه ها باقی می ماند.

هدف اصلی این پژوهش بررسی تعیین میزان تراکم آلاینده های CO و NO_2 در آشپزخانه رستوران های بخشی از جنوب شهر تهران بزرگ که با گاز طبیعی پخت می‌کردند بود.

روش بررسی: در این بررسی ۱۳۱ رستوران بطور تصادفی از میان ۲۷۶ رستوران در تابستان ۱۳۸۵ در ۵ منطقه از مناطق شهرداری جنوب شهر تهران انتخاب گردید. پس از بررسی های اولیه تراکم آلودگی در داخل آشپزخانه ها و خارج رستورانها توسط دستگاه قابل حمل CO و NO سنج ساخت آلمان مورد سنجش قرار گرفت.

یافته ها: نتایج نشان داد که به ترتیب ۸۳٪ و ۶۸٪ آشپزخانه ها دارای تهویه موضعی و هواکش بودند. میانگین تراکم آلودگی CO و NO_2 در آشپزخانه رستورانها از مقادیر حدود پیشنهاد شده سازمان ACGIH (که به ترتیب ۲۵ و ۳ ppm است) پایین تر بود. نسبت I/O، CO و NO_2 در همه آشپزخانه از یک بیشتر بود.

نتیجه‌گیری: نتایج این بررسی نشان داد که میانگین تراکم آلودگی CO و NO_2 در داخل آشپزخانه ها بالاتر از تراکم آلودگی در خارج رستورانها بود. بطور کلی اصلاح روشهای پخت غذا بعلاوه تهویه مناسب آلاینده‌های ناشی از پخت و پز منطبق با استاندارد ها باید فراهم شود.

کلیدواژه‌ها: کیفیت هوا، آشپزخانه رستوران، اجاق گاز، پخت غذا، منوکسید کربن، دی اکسید نیتروژن

مقدمه

رستورانها یکی از مکانهای عمومی است که سلامت کارکنان بویژه آشپزها و مراجعه‌کنندگان آن از اهمیت بسزائی برخوردارند. در حال حاضر به لحاظ ارزانی قیمت انرژی گاز و استقرار شبکه گازرسانی در سراسر کشور، جهت پخت غذا در رستورانها از گاز استفاده می‌شود.

در اروپا و امریکا ۶۰-۳۰٪ پخت غذا توسط گاز صورت می‌گیرد و این مقدار در جهان در حال افزایش است. هنگام استفاده از گاز در طبخ غذا، آلاینده های مختلف، بویژه منوکسید کربن (CO) و دی اکسید نیتروژن (NO_2) و برخی ترکیبات دیگر ناشی از سوخت گاز در هوای داخل آشپزخانه پراکنده می شود. این آلاینده ها در صورت استنشاق می توانند موجب به خطر افتادن سلامتی کارکنان و حتی با نفوذ به سایر قسمتهای رستوران سلامتی سایرین را نیز به خطر اندازند [۳-۱].

آلودگی هوا یک معضل مهم بهداشتی در بسیاری از کشورهای توسعه یافته ودر حال توسعه دنیاست. گرچه اطلاعات اولیه در مورد آلودگی داخلی محیطها بعلت ضعف در پایش ها ناقص بوده ولی برآورد می شود

۱.(نویسنده مسئول)، دانشیار گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران، ghasemkh@sina.tums.ac.ir
۲.کارشناس معاونت سلامت دانشگاه علوم پزشکی تهران

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-15]

که آلودگی داخلی یک مسئله جدی در کشورهای در حال توسعه باشد. در کشورهای توسعه یافته تراکم آلاینده های داخلی مشابه تراکم آلاینده های خارجی است و نرخ نسبت آلودگی داخلی به خارجی (I/O) در حال سقوط و در دامنه ۱/۳- ۰/۷ می باشد[۴]. تراکم آلودگی ناشی از احتراق سوخت انرژی در هوای داخلی می تواند بطور قابل توجهی بالاتر از هوای خارجی باشد بخصوص هنگامیکه این احتراق دروسایل گرمایشی و پخت و پز اتفاق افتد[۴]. اخیرا در تعدادی از مطالعات، همبستگی بین آلودگی هوای داخل و خارج مورد بررسی قرار گرفته است[۵].

آلاینده های مهم داخلی ناشی از سوخت وسایل گازسوز بویژه هنگام پخت غذا با اجاق های گاز سوز عبارتند ازدی اکسیدکربن (CO_2)، منوکسید کربن (Co)، اکسیدهای نیتروژن (NO_X)، اکسیدهای گوگرد (SO_X)، ترکیبات آلی فرار و ذرات[۶]. مهمترین آلاینده های تولیدی ناشی از سوخت گازدر منابع احتراقی در داخل محیط ها، دی اکسیدنیتروژن (NO_2) ومنوکسید کربن (CO) هستند. سایر منابع این آلاینده ها در داخل محیطها که می توان نام برد، عبارتند از دود سیگار، احتراق دراجاقهای چوبی، شومینه، وسایل گازسوز یا اجاقهای گازسوز و منابع گرمایی نفتی است[۸ و ۷]. یکی از آلاینده های مهم ناشی از سوخت گاز هنگام طبخ غذا NO_2 است[۱]. در یک بررسی توسط لی و همکاران مشخص شد که تراکم CO در رستورانها، ۱۵-۸ میلی گرم در مترمکعب است[۳].

برخی عوامل که درتشدید تراکم آلودگی CO در داخل محیطها موثرند عبارتند از: وجود منبع و الگوی مصرف، میزان نشر آلاینده، عدم تصفیه هوا، میزان دفعات تعویض هوا، حجم ساختمان. مقادیر خطرناک پخش آلودگی در محیطهای داخل بویژه هنگامی رخ می دهد که سیستم دارای نقص فنی بوده و این مشکل موجب احتراق ناقص و به سبب آن تولید آلودگی و در نتیجه نشت وپخش آلودگی می شود[۹]. بطور کلی متوسط مقادیر کوتاه مدت تراکم آلودگی CO در آشپزخانه هایی که با گاز پخت می کنند بیش از $15 mg/m^3$ گزارش شده است[۱۰].

در گواتمالا مقایسه ای بین میزان CO منتشره ناشی از پخت غذا به روش سنتی (چوب) و اجاق گاز انجام شد. این بررسی نشان داد که میزان انتشار CO به روش سنتی بالاتر از روش پخت با گاز است[۱۱]. در یک بررسی دیگر در گواتمالا مقایسه ای بین میزان CO منتشره در تهیه صبحانه، نهار و شام با گاز و روش استفاده از آتش بصورت باز در چند دهکده انجام شد که نتایج بدست آمده معنی دار نبود[۱۲]. در مطالعه ای تفاوت تراکم میزان انتشار NO_2 ناشی از پخت غذا بین مصرف انرژی گاز و برق مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این بررسی نشان داد که پخت غذا با گاز می تواند تراکم بالائی از انواع اکسید های ازت را تولید نماید ولی با برق آلودگی مشاهده نشد[۱۳].

شرایط جوی داخل آشپزخانه از جمله دما و رطوبت نسبی بر سلامتی کارکنان موثراست. در آب وهوای داغ، میزان تعریق بدن افزایش می یابد. مقدار رطوبت نسبی هوا در میزان تعریق موثر است. چنانچه میزان رطوبت نسبی هوا به ۹۰٪ برسد تبخیر عرق متوقف می شود و این امر بر افزایش دمای بدن تاثیر گذارده و ممکنست موجب عوارض جسمانی بدن گردد[۱۴].

هدف از مطالعه حاضر بررسی تعیین میزان تراکم آلاینده های CO و NO_2 داخل و خارج آشپزخانه ی رستورانهای بخشی از جنوب شهر تهران در سال ۱۳۸۵ با سوخت گاز طبیعی که تحت پوشش جغرافیائی دانشگاه علوم پزشکی تهران قرار داشتند بود.

روش بررسی

رستورانها: این بررسی بصورت مقطعی توصیفی پس از هماهنگی های لازم با مرکز منطقه جنوب معاونت سلامت دانشگاه علوم پزشکی تهران از فهرست تعداد ۲۷۶ رستوران تحت پوشش در مناطق پنجگانه شهرداری تهران (مناطق ۱۰، ۱۱، ۱۶، ۱۷ و ۱۹) که با گاز پخت میکردند بطور تصادفی و با استفاده از رابطه:

$$n_1 = \frac{Z^2_{1-\frac{\alpha}{2}}\ \sigma^2}{d^2}$$

مقدار ۱۳۱ رستوران در تابستان سال ۱۳۸۵ انتخاب شد (سطح اطمینان در نظر گرفته شده در رابطه زیر)

$$Z_{1-\frac{\alpha}{2}} = Z_{.۹۷۵} = ۱/۹۶ \approx ۲ ،\ ٪۹۵$$

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-15]

تمام این رستورانها دارای هواکش و تهویه موضعی (هود) در ابعاد مختلف بودند. با تهویه این سیستمها آلاینده های تولید شده، گرما و بخارات آب توسط دودکش های تعبیه شده به بیرون خارج می شدند. داده ها با استفاده از پرسشنامه های طراحی شده توسط گروه پرسشگر و نمونه بردار بهداشت حرفه‌ای که نحوه تکمیل پرسشنامه و نمونه برداری قبلا توسط مجری به آنان آموزش داده شده بود انجام پذیرفت جمع آوری گردید.

نمونه برداری: نمونه برداری CO و NO_2 با استفاده از گاز سنج Compur Dositox ساخت آلمان (بترتیب مدل ۵۳۰۶۵۵۰۵ و ۵۳۰۶۵۵۰۴) بصورت قرائت مستقیم و با دامنه اندازه گیری (بترتیب ۶۰-۰ و ۲-۰ ppm) انجام گردید، این دستگاه مجهز به سنسورهای الکتروشیمیائی است. روش این دستگاه مورد تائید سازمانهای OSHA و NIOSH بوده و خود دستگاه نیز مورد تائید سازمان استاندارد آلمان است. نمونه برداری در داخل هر آشپزخانه و در دهانه هود وروبروی هواکشها هر کدام سه بار (مرکز و سمت راست وچپ) و در خارج از آشپزخانه و روبروی درب رستوران ودر موقعیت خیابان هم سه بار سنجش بعمل آمد. نمونه برداری بین ساعت ۹ صبح تا ۲ بعدازظهر اندازه گیری گردید.

سنجش میزان دما برحسب درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی هوا (درصد) در هر آشپزخانه در سه موقعیت توسط دماسنج معمولی و رطوبت سنج چرخان (ساخت شرکت کسلا انگلستان) انجام پذیرفت.

تجزیه و تحلیل داده ها و روشهای آماری: تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۱/۵ انجام گردید. تحلیل توصیفی آماری داده ها با استفاده از شاخصهای گرایش مرکزی و پراکندگی (میانگین، دامنه، انحراف معیار) انجام و نتایج استخراج گردید.

یافته ها

در جدول ۱ خلاصه ای از اطلاعات عمومی ۱۳۱ رستورانها ارائه شده است. ۸۳/۳٪ از رستورانها مجهز به سیستم تهویه موضعی و ۶۷/۹٪ مجهز به هواکش بودند.

جدول ۲ تراکم آلودگی CO و NO_2 داخل و خارج آشپزخانه ها را نمایش می دهد. متوسط تراکم CO و NO_2 در داخل آشپزخانه ها بترتیب بین ۱۰/۵-۵/۴ ppm و ۰/۱۳-۰/۰۴ ppm حاصل شد. همچنین متوسط تراکم CO و NO_2 در خارج آشپزخانه ها بترتیب بین ۹/۵-۵/۸ ppm و ۰/۰۷-۰/۰۱ ppm بود. بالاترین تراکم CO بدست آمده در منطقه ۱۰ بمیزان ۴۲/۳ ppm و NO_2 در منطقه ۱۱ بمیزان ۰/۵۳ ppm اندازه گیری شد. تجزیه و تحلیل آماری نتایج نشان داد که تراکم آلاینده های CO و NO_2 در همه مناطق پنجگانه در خارج محیط آشپزخانه ها بطور معنی داری پائین تر از داخل محیط آشپزخانه هاست. همچنین نتایج نشان داد که نسبت داخل به خارج (I/O) منوکسید کربن و دی‌اکسید نیتروژن در همه آشپزخانه های مورد مطالعه اغلب بزرگتر از عدد ۱ بود. در این بررسی متوسط دامنه نسبت داخل به خارج (I/O) منوکسیدکربن و دی اکسید نیتروژن در همه مناطق بترتیب بین ۱/۲۸-۰/۹۴ و ۲/۰۸-۱/۲۵ بدست آمد. درمیان این دو آلاینده، تراکم CO دارای همبستگی بزرگتر از ۰/۷ (R^2 = ۰/۷۲-۰/۷۸) را نشان داد که علامت همبستگی مثبت تراکم CO در داخل و خارج آشپزخانه ها بود. در صورتیکه نتایج تراکم آلاینده NO_2 در داخل و خارج آشپزخانه ها همبستگی کمتری نسبت بهم داشتند (R^2 = ۰/۲۷-۰/۸۶).

جدول ۳ نتایج اندازه گیری شده میزان دما (درجه سانتیگراد) و رطوبت نسبی (٪) در آشپزخانه ها را نمایش می دهد. دامنه دما و رطوبت نسبی بترتیب بین ۴۸-۲۹ درجه سانتیگراد قرار داشت.

بحث

منطقه ۱۱ شهرداری تهران در این مطالعه بیشترین تعداد رستوران را در خود جای داده و این بدلیل تجمع ادارات دولتی، خصوصی، تجاری، مسکونی و دانشگاهی از جمله دانشگاه تهران در این منطقه می باشد. در صورتیکه منطقه ۱۷ دارای کمترین تعداد رستوران بوده و این بدلیل وجود بافت مسکونی کم و تجمع مراکز کارگاهی صنعتی و استقرار پادگان

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-15]

متغییر	کل	منطقه ۱۰	منطقه ۱۱	منطقه ۱۶	منطقه ۱۷	منطقه ۱۹
تعداد رستوران	۱۳۱	۲۵	۴۷	۲۳	۱۲	۲۴
متوسط ظرفیت پذیرش (نفر)	۸۶	۱۰۷	۷۹	۸۳	۴۰	۱۰۲
متوسط ظرفیت پخت (پرس)	۲۱۹	۹۷	۲۰۶	۴۲۸	۱۶۸	۱۹۹
متوسط قدمت ساخت (سال)	۱۹/۵	۱۷/۲	۲۰/۰	۲۰/۳	۲۴/۶	۱۸/۰
متوسط مساحت آشپزخانه (متر مربع)	۲۹/۱	۳۷/۲	۱۳۴	۲۷/۶	۲۳/۳	۱۸/۰
نوع غذا (غذای درخواستی)						
کباب - تعداد(درصد)	۵۴ (۴۱/۲)	۱ (۴)	۴۷ (۱۰۰)	۰	۰	۶ (۲۵)
جوجه کباب	۲۲ (۱۶/۸)	۰	۰	۴ (۱۷/۴)	۰	۱۸ (۷۵)
خورش	۴۲ (۳۲/۱)	۱۱ (۴۴)	۰	۱۹ (۸۲/۶)	۳(۱۲)	۰
سایر	۱۳ (۹/۹)	۱۳ (۵۲)	۰	۰	۰	۰
سیستم تهویه موضعی						
دارد - تعداد(درصد)	۱۰۹ (۸۳/۳)	۳ (۱۲)	۴۷ (۱۰۰)	۲۳ (۱۰۰)	۱۲ (۱۰۰)	۳۱ (۱۰۰)
ندارد- تعداد(درصد)	۲۲ (۱۶/۸)	۲۲ (۸۸)	۰	۰	۰	۰
هواکش						
دارد - تعداد(درصد)	۸۹ (۶۷/۹)	۱۹ (۷۶)	۳۰ (۶۳/۸)	۱۵ (۶۵/۲)	۸ (۶۶/۷)	۲۱ (۶۷/۷)
ندارد- تعداد(درصد)	۴۲ (۳۲/۱)	۶ (۲۴)	۱۷ (۳۶/۲)	۸ (۳۴/۸)	۴ (۳۳/۳)	۱۰ (۳۲/۳)

جدول ۱- اطلاعات عمومی رستورانها

نظامی در آن منطقه است. همچنین این منطقه یک منطقه مسکونی با درآمد مالی پائین بوده لذا مراجعه به رستوران بسیار پائین است. با بررسی دقیقتر مشخص شد که این منطقه در محدوده طرح شهرداری قراردارد و احتمال تخریب مراکز ذکر شده در آن بسیار بالا است. منطقه ۱۰ بالاترین ظرفیت پذیرش در رستوران را نسبت به سایر مناطق دارد، یکی از دلایل مهم آن وجود منطقه خیابان سلسبیل و حومه آن بعنوان یکی از مراکز خرید مایحتاج عمومی مردم است. منطقه ۱۶ شاید بدلیل واقع شدن در محدوده ترمینال جنوب تهران و مترو دارای بالاترین ظرفیت پخت رادارد. ازنظر قدمت ساخت منطقه ۱۷ که یکی از قدیمیترین مناطق بوده وبعلت قرار گرفتن در محدوده طرح شهرداری دارای ساخت و ساز کمتری می باشد.

متاسفانه در ایران مطالعه ای درباره آلاینده های موجود در رستورانها انجام نشده که بتوان مقایسه‌ای با آن انجام داد. لذا تمام مقایسه های بعمل آمده با نتایج مطالعات انجام گرفته در سایر کشور های خارجی می باشد.

منوکسیدکربن آلاینده ای است که از سوخت ناقص تولید می شود و اغلب بعلت نقص فنی و عدم نگهداری مناسب وسایل گازسوز و یا عدم تامین هوای کافی و مورد نیاز در محیط های داخل تولید می شود [۱۵]. وسیع ترین مطالعه انجام گرفته در مورد آلاینده‌های داخل آشپزخانه‌ها مربوط به دی‌اکسیدنیتروژن است [۶]، این آلاینده می تواند ناشی از احتراق در دمای بالا بوجود آید[۱۶]. ملیا و همکاران گزارش نمودند که استفاده از گاز در آشپزی ارتباط معنی داری با افزایش میانگین تراکم NO۲در آن محیط دارد [۱۷]. از طرفی ویلرس و همکاران اعلام نمود که مصرف گاز برای آشپزی ارتباط معنی داری با افزایش میانگین تراکم NO۲ندارد[۱۸]. نتایج مطالعه، تاثیر عوامل مختلف بر روی سطح آلودگی NO۲ حاکی از آنست که استفاده ازسوخت گاز در آشپزی در تولید NO۲آشکار بوده اما با اهمیت نمی باشد [۱۹]. دنکمپ و همکاران گزارش دادند که تراکم خیلی بالای اکسیدهای نیتروژن ممکن است ناشی از سوخت گاز در آشپزخانه باشد[۲۰]. حداکثر میانگین غلظت NO_2در یک مطالعه هنگام

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-15]

منطقه	نام آلاینده	داخل				خارج				نسبت داخل به خارج(I/O)	R^2
		میانگین	انحراف معیار	حداکثر	حداقل	میانگین	انحراف معیار	حداکثر	حداقل		
۱۰	منوکسید کربن	۹/۷	۷/۹	۴۲/۳	۳/۰	۹/۱	۴/۷	۲۰/۰	۳/۳	۱/۰۷	۰/۷۸
	دی اکسید نیتروژن	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۴۰	۰	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۱۷	۰	۱/۴۹	۰/۴۸
۱۱	منوکسید کربن	۱۰/۵	۷/۵	۳۳/۰	۱/۰	۹/۵	۶/۷	۳۳/۳	۱/۳	۱/۱۷	۰/۷۴
	دی اکسید نیتروژن	۰/۱۳	۰/۱۰	۰/۵۳	۰	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۱۰	۰	۲/۰۸	۰/۸۶
۱۶	منوکسید کربن	۵/۴	۳/۳	۱۶/۷	۲/۰	۶/۱	۳/۱	۱۳/۰	۱/۷	۰/۹۴	۰/۷۳
	دی اکسید نیتروژن	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۲۰	۰	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۱۰	۰	۱/۳۳	۰/۶۶
۱۷	منوکسید کربن	۹/۸	۱۲/۱	۴۱/۳	۱/۰	۸/۹	۶/۶	۲۶/۳	۲/۰	۱/۰۰	۰/۷۲
	دی اکسید نیتروژن	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۲۰	۰	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۱۰	۰	۰/۷۵	۰/۵۲
۱۹	منوکسید کربن	۷/۵	۶/۶	۲۲/۰	۱/۰	۵/۸	۴/۳	۲۰/۰	۲/۰	۱/۲۸	۰/۷۴
	دی اکسید نیتروژن	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۴۷	۰	۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۵۳	۰	۱/۲۵	۰/۲۷
کل	منوکسید کربن	۸/۹	۷/۶	۴۲/۳	۱/۰	۸/۱	۵/۶	۳۳/۳	۱/۳	۱/۱۰	۰/۷۵
	دی اکسید نیتروژن	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۵۳	۰	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۵۳	۰	۱/۶۰	۰/۵۷

جدول ۲- تراکم آلودگی CO و NO_2 (ppm) داخل و خارج آشپزخانه ها

آشپزی با گاز بین ۱/۰۹ppm-۰/۱۲ بود [۱۰]. در آشپزخانه ها پیک تراکم کوتاه مدت گاهی اوقات به ۱۰۰ppm هم افزایش می یابد[۲۱].

نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین تراکم CO و NO_2 هنگام پخت غذا در آشپزخانه رستورانها کمتر از مقادیر استاندارد(TLV - TWA NO2 = ۳ppm و ۲۵ = TLV - TWA CO) سازمان متخصصین بهداشت صنعتی امریکا (Industrial Hygienists - ACGIH American Conference of Governmental) بود [۲۲]. همچنین مقادیر بدست آمده تراکم CO و NO_2 نشان داد که تراکم این دو آلاینده در داخل آشپزخانه ها بیشتر از خارج رستورانهاست. شاید علت این افزایش ناشی از سوخت گاز در پخت غذا در آشپزخانه ها باشد. مطالعه لی و همکاران در سال ۲۰۰۱ نشان داد که تراکم CO اغلب ناشی از دمای بالای اجاق گاز در هنگام آشپزی است [۳]. همچنین لی و همکاران در بررسی دیگر در سال ۱۹۹۹ گزارش دادند که تراکم CO داخل آشپزخانه ها بطور سیستماتیک بالاتر از خارج می باشد. اما تراکم NO_2 در داخل آشپزخانه ها پائین تر از خارج رستورانهاست[۵]. بیک وهمکاران در مطالعه خود نشان دادند که روند افزایش تراکم CO و NO۲ درخارج رستورانها در ماههای فصل زمستان دلالت بر این دارد که عوامل متعددی بر کیفیت هوا ی خارج در زمستان تاثیر گذار است. از جمله این عوامل شرایط جوی را می توان نام برد ولی در کیفیت هوای داخلی عوامل دیگری تاثیر گذارند از جمله، میزان فعالیت در آن محیط، زمان اقامت افراد در داخل ساختمان وعدم تهویه مناسب را می توان ذکر نمود[۲۳].

نتایج بررسی بعمل آمده نشان داد که تراکم CO درخارج رستورانها پائین تر یا تقریبا معادل مقادیر پیشنهادی از طرف سازمان حفاظت محیط زیست امریکا(Environmental Protection Agency - EPA) که برای ۸ ساعت برابر ۹ppm تعیین شده می باشد [۲۱]. همچنین تراکم NO_2 درخارج رستورانها در مطالعه ما کمتر یا معادل مقادیر پیشنهادی سازمان حفاظت محیط زیست امریکا(EPA) که برای ۲۴ ساعت برابر ۰/۵۳ppm توصیه نموده می باشد[۲۴].

در بررسی بعمل آمده اخیر نسبت داخل به خارج(I/O) منوکسید کربن ودی اکسید نیتروژن در ۵ منطقه شهرداری نیز مورد توجه و بررسی قرار گرفت. نسبت I/O یک شاخص مناسب برای ارزیابی اختلاف

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-15]

منطقه	متغییر	میانگین	انحراف معیار	حداکثر	حداقل
۱۰	دما	۳۵/۸	۲/۷	۴۳	۳۰/۵
	رطوبت نسبی	۶۲/۵	۱۱/۸	۸۴	۴۲
۱۱	دما	۳۶/۹	۳/۸	۴۸	۳۱
	رطوبت نسبی	۶۲/۰	۱۹/۲	۹۱	۲۳
۱۶	دما	۳۵/۸	۳/۴	۴۷	۳۰
	رطوبت نسبی	۷۵/۷	۶/۸	۸۷	۶۵
۱۷	دما	۳۸/۵	۳/۴	۴۶/۵	۳۵
	رطوبت نسبی	۷۶/۸	۵/۰	۸۵	۶۸
۱۹	دما	۳۶/۳	۳/۲	۴۱/۵	۲۹/۰
	رطوبت نسبی	۶۶/۱	۱۱/۴	۸۸/۰	۴۸/۰
کل	دما	۳۶/۶	۳/۵	۴۸/۰	۲۹/۰
	رطوبت نسبی	۶۶/۶	۱۵/۰	۹۱/۰	۲۳/۰

جدول ۳- میزان دما (درجه سانتیگراد) و رطوبت نسبی (٪) آشپزخانه‌ها

آلودگی بین مقادیر داخل و خارج می باشد و بالا بودن ضریب همبستگی این دو نقطه می تواند دلیلی در ارتباط آلودگی بین داخل و خارج باشد. میزان نسبتهای I/O آلاینده های CO و NO_2 بزرگتر از یک بود. همبستگی بالای این دو آلاینده در مناطق مختلف مشاهده شد زیرا کیفیت هوای داخلی در مناطق مختلف میتواند ناشی از خود منابع داخلی وهمچنین تاثیر از منابع خارجی آنها باشد. نسبت بالای I/O به میزان ۲/۰۸ NO_2 در منطقه ۲ ممکن است ناشی از سوخت ناقص گاز در اجاقهای آشپزی باشد. لی و همکاران در سال ۱۹۹۹ از همبستگی ضعیف نسبت I/O آلاینده‌ها در مطالعه خود گزارش داد و علت آنرا یکسان نبودن منابع آلودگی در همه مکانها برشمرد [۵]. نامبرده در مطالعه خود در سال ۲۰۰۱ نشان داد که نسبت I/O آلاینده CO در همه رستورانهای مورد مطالعه اش بزرگتر از یک بود [۳]. دامنه نسبت I/O در این مطالعه بالاتر از مطالعه قبلی او بود [۲].

انجمن مهندسین گرمایشی، سرمایشی و تهویه مطبوع امریکا (ASHRAE) (Society of Heating, American Air Conditioning Engineers-) Refrigerating and دستورالعمل راهنمایی برای پارامترهای کیفیت هوای داخل تدوین نموده است. در این دستورالعمل دما و رطوبت نسبی هر دو از پارامترهای مهم تعیین احساس دمای آسایش می باشد. این دستورالعمل در بر گیرنده آسایش در ۹۰٪ مردم بوده و بر طبق این دستورالعمل پیشنهادی دما بین ۲۶-۲۳ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی بین ۶۰-۳۰٪ در تابستان است. رطوبت نسبی زیر ۳۰٪ قابل قبول نیست زیرا خشکی هوا بر چشم ها، پوست و مخاط تاثیر منفی می گذارد. در حالیکه رطوبت نسبی بالای ۶۰٪ ممکن است موجب رشد عوامل بیماری زا یا میکروارگانیسم های آلرژیک شود [۲۵]. در این مطالعه ۱۰۰٪ دما و ۶۹٪ رطوبت نسبی اندازه گیری شده بالاتر از مقادیر پیشنهادی دستورالعمل انجمن ASHRAE بود. بایر و همکاران نشان دادند که چنانچه رطوبت نسبی در محیط بالا باشد باید با تهویه مناسب هوای محیط را کنترل نموده تا بتوان آسایش ساکنین را تامین نمود [۲۶].

نتیجه گیری

بطور کلی تراکم CO و NO_2 داخل آشپزخانه ها درحد قابل قبول استاندارد سازمان ACGIH است. میانگین تراکم CO و NO_2 داخل آشپزخانه ها بالاتر از میانگین تراکم آن در خارج رستورانها بود. میانگین

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-15]

تراکم CO و NO_2 خارج رستورانها پایین تر یا تقریبا معادل حدود پیشنهاد شده از طرف سازمان حفاظت محیط زیست آمریکاست. متوسط I/O، CO و NO_2 تقریبا معادل یا بزرگتر از یک بود و پائین بودن کیفیت هوای داخل ناشی از سوخت ناقص وسایل گاز سوز است. بطور کلی دما و رطوبت نسبی داخل آشپزخانه‌ها از حدود پیشنهادی انجمن ASHRAE بزرگتر است. اصلاح روشهای پخت غذا در آشپزخانه‌ها بهمراه تهویه مناسب آلاینده های تولید شده از وسایل گاز سوز باید سرلوحه ارتقاء کیفیت هوا در آشپزخانه رستورانها باشد.

تشکر و قدردانی

این مطالعه با بودجه تحقیقاتی و حمایت مالی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی تهران بانجام رسید. نویسندگان از همکار محترم جناب آقای دکتر کمال اعظم مشاور آمار و همچنین از گروه عملیاتی طرح، آقایان صفری، کرمخانی و خانم اردانه تشکر ویژه دارد.

منابع

1- Braver M, Rennedy SM. Gas stoves and respiratory health. Lancet, 1996; 8999, 347: 412-5.

2- Lee SC, Guo H, Li WM, Chan LY, Comparison of air pollutants concentrations in different indoor environments in Hong Kong. Atmos Environ, 2002; 36(12): 1929-1940.

3- Lee SC, Li WM, Chan LY. Indoor air quality at restaurants with different styles of cooking in metropolitan Hong Kong. Sci Total Environ, 2001; 279: 181-193.

4- World Health Organization. Guidelines for air quality. 2000; Geneva, Switzerland, published by WHO.

5- Lee SC, Chan LY, Chiu MY. Indoor and outdoor air quality investigation at 14 public places in Hong Kong. Environ Int, 1999; 25: 443-450.

6- Chauhan AJ. Gas cooking appliances and indoor pollution. Clin Exp Allergy, 1999; 29: 1009-1013.

7- Commission of the European Communities. Report No. 3 Indoor Pollution by NO2 in European Countries. 1989; Published by CEC, ltaly.

8- Phillips SD. Outdoor air pollution and issues of quality. in: Occupational Industrial, and Environmental Toxicology. 1997; Mosby-Year Book, Inc., pp: 419.

9- Slack HH, Heumann MA. Use of unvented residential heating appliances-United States, 1988-1994. Morb. Mortal. Wkly. 1997; Rep. 46: 1221-1224.

10- Harlos DP. Continuous nitrogen dioxide monitoring during cooking and commuting: personal and stationary exposures. in: Indoor air '87: Proceedings of the 4th International Conference on Indoor Air Quality and Climate. Vol. 1. Volatile organic compounds, combustion gases, particles and fibres, microbiological agents. Berlin, Institute for Water, Soil, and Air Hygiene, 1987; pp. 278-282.

11- Naeher LP, Leader BP, Smith KR. Particulate matter and carbon monoxide in highland Guatemala: indoor and outdoor levels from traditional and improved wood stoves and gas stoves. Indoor Air, 2000; 10(3): 200-5.

12- Naeher LP, Smith KR, Leader BP, Mage D, Grajeda R. Indoor and outdoor PM2.5 and CO in high- and low- density Guatemalan villages, J Expo Anal Environ Epidemiol, 2000; 10: 544-51.

13- Dennekamp M, Howartha S, Dick CAJ, Cherrie JW, Donaldson K, Seaton A. Ultrafine particles and nitrogen oxides generated by gas and electric cooking. Occup Environ Med, 2001; 58: 511-6.

14- Canadian Centre for Occupational Health and Safety. Humidex rating and work. Avaiable at: http://www.ccohs.gov/ohs answers humidex, 2004.

15- Lebret E.. Air pollution in Dutch homes: an exploratory study in environmental epidemiology, PhD thesis, Wageningen, Wageningen Agricultural University, 1985.

16- Brunekreef B. NO2: the gas that won't go away. Clin. Exp. Allergy, 2001; 31: 1170-1172.

17- Melia RJ, Chinn S, Rona RJ. Indoor levels of NO2 associated with gas cookers and kerosene heaters in inner city areas of England. Atmos Environ, 1990; 24B: 177-180.

18- Willers SM, Brunekreef B, Oldenwening M, Smit HA, Kerkhof M, De Vries H. Gas cooking, kitchen ventilation and exposure to combustion products. Indoor Air, 2006; 16: 65-73.

19- Noy D. Persoonlijke blootstelling aan NO2 in Nederland. Publikatiereeks Lucht 62, Ministerie VROM, 1987; (in Dutch).

20- Dennekamp M, Howartha S, Dick CAJ, Cherrie JW, Donaldson K, Seaton A. Ultrafine particles and nitrogen oxides generated by gas and electric cooking. Occup Environ Med, 2001; 58: 511-6.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-15]

21- US Environmental Protection Agency. Air quality criteria for carbon monoxide. Washington, DC. US Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, 1991; (publication no. EPA-600/B-90/045F).

22- American Conference of Governmental Industrial Hygienists. TLVs and BEIs Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices. 2005; ACGIH, Cincinnati, OH.

23- Baek SO, Kim YS, Perry R. Indoor air quality in homes, offices and restaurants in Korean urban areas-indoor/outdoor relationships. Atmos Environ 1997; 31, 529-544.

24- US Environmental Protection Agency. Air quality criteria for oxides of nitrogen: Final Report. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., 1993; EPA/600/8-91/049aF-cF.

25- American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta GA, 1992; (ASHRAE Standard 55-1992)

26- Bayer CW, Hendry RJ, Crow SA, Fischer JC. The relationship between humidity and indoor air quality in schools. in: Indoor Air 2002, the 9th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Monterey, Calif. Espoo, Finland: ISIAQ, 2002; pp. 818-823.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-15]