



سنجش میزان کل ترکیبات آلی فرار در هوای آزاد و محیط داخلی چهار مهدکودک در شهر اهواز

مهسا مرادی^۱، محمود علی محمدی^{۱*}، مازیار نادری^۱

^۱ گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ایران

(دریافت مقاله: ۹۴/۳/۲۴ - پذیرش مقاله: ۹۴/۸/۱۶)

چکیده

زمینه: امروزه ترکیبات آلی فرار به عنوان یکی از شناخته‌ترین آلاینده‌های هوا به ویژه در محیط‌های داخلی محسوب می‌گردند. هدف اصلی این مطالعه سنجش میزان TVOC در هوای محیط داخل و آزاد اطراف مهدکودک‌های مورد نظر و بررسی ارتباط غلظت‌های داخل و خارج با یکدیگر بود.

مواد و روش‌ها: سنجش در ۴ مهدکودک شهر اهواز و در پنج روز متوالی بین ساعات ۹ تا ۱۰ صبح صورت گرفت. به طور کلی ۴۰ نمونه جمع‌آوری شد. در این مطالعه از دستگاه پرتال PhoCheck PID Detector برای نمونه‌گیری فعال استفاده شد. نتایج توسط نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۶ و آمار توصیفی گزارش گردید.

یافته‌ها: میانگین TVOC سنجش شده در هوای داخل و خارج به ترتیب، ۵۰ میکروگرم بر مترمکعب (انحراف معیار ۷۴) و ۴۹۵ میکروگرم بر مترمکعب (انحراف معیار ۳۱۰) بود. با توجه به آنالیز صورت گرفته توسط paired-samples T-Test ارتباط معناداری بین مقادیر TVOC هوای آزاد و مقادیر TVOC محیط داخلی مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: مقادیر سنجش شده در هوای محیط داخل این مهدکودک‌ها، به عوامل داخلی بستگی داشته و تهبویه مناسب به میزان کم مؤثر بوده است.

واژگان کلیدی: مهدکودک، کل ترکیبات آلی فرار، هوای آزاد، محیط داخلی

* تهران، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

مقدمه

ترکیبات آلی فرار از عوامل آلوده کننده هوا می‌باشند. این ترکیبات که دارای کربن آلی بوده از طریق فرایندهای مختلف تولید می‌شوند (۱). ترکیبات آلی فرار ترکیباتی هستند که فشار بخارشان در دمای ۲۰ درجه سلیسیوس کمتر از $101/3$ و بیشتر از $0/13$ کیلوپاسکال است (۲).

از منابع انسانی عمده VOC در هوای محیطی می‌توان به فرایندهای صنعتی، احتراق سوخت‌های فسیلی در حمل و نقل، گرمایش و تولید برق و غیره اشاره کرد (۳). با توجه به هوای داخل ساختمان منابع اولیه VOC شامل دود محیطی سیگار (ETS)، احتراق سوخت، مصالح ساختمانی، مبلمان، چسب، رنگ‌ها و غیره می‌باشند (۴). مواجهه با VOC در همه جا وجود دارد و می‌تواند طیف گسترده‌ای از اثرات بهداشتی حاد و مزمن مانند: تحریک حسی، اختلال در سیستم عصبی، آسم و سرطان را دارا باشد (۵).

طبق گزارش ۱۹ کمیسیون اروپا TVOC می‌تواند همانند دی‌اکسیدکربن به عنوان شاخصی جهت تهویه ناکافی یا طراحی ضعیف تهویه کننده‌ها در اماکن مختلف در نظر گرفته شود (۶).

در مطالعه‌ای که در یازده شهر اروپا و در ساختمان‌های عمومی، مدارس و مهدکودک‌ها انجام گرفت، میزان ترکیب آلی فرار سنجش شد که پایین‌ترین غلظت‌ها مربوط به محیط داخلی در فصول گرم بود و علت آن را تهویه بالا توضیح دادند (۷). در مطالعه‌ای دیگر که در فصول تابستان و زمستان در ساختمان‌های عمومی و خانه‌های شخصی صورت گرفت، غلظت‌های درونی را وابسته به سن و نوع ساختمان گزارش کردند (۸).

کودکان به صورت روزانه، ۴ تا ۶ ساعت را در محیط مهدکودک‌ها می‌گذرانند که مواد آلی فرار از مهم‌ترین آلاینده‌های محیط‌های داخلی محسوب می‌شود و تهدیدی برای سلامت آنها می‌باشند (۹). با توجه به حساسیت این گروه سنی و عدم انجام چنین مطالعه‌ای در سطح مهدکودک‌های شهر اهواز، ضرورت این مطالعه احساس می‌شد.

هدف اصلی این مطالعه بررسی میزان سطح TVOC در هوای محیط داخلی و آزاد اطراف مهدکودک‌های مورد نظر و بررسی ارتباط غلظت‌های این دو محیط بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در تابستان ۹۳ (شهریور) انجام گرفت. در طی یک هفته و در پنج روز متوالی شنبه تا چهارشنبه، میزان TVOC در ۴ مهدکودک انتخابی از بین ۱۹۸ مهدکودک شهر اهواز و بین ساعات ۹ تا ۱۰ صبح اندازه‌گیری شد. در این ساعات از روز بچه‌ها در اوج فعالیت خود بودند و همچنین در این ساعت از روز پیش‌سازهای ازن که یکی از آنها ترکیبات آلی فرار می‌باشد در مقدار پیک خود قرار داشتند. علت انتخاب این ۴ مهدکودک بررسی وضعیت کلی میزان کل ترکیبات آلی فرار و به‌دست آوردن اطلاعاتی در کوتاه‌ترین زمان جهت برنامه‌ریزی برای پروژه‌های بزرگ‌تر بعدی و ارزیابی بودجه در آن راستا بود. از جهتی به علت عدم دسترسی به مهدکودک‌های دیگر و قرار گرفتن این ۴ مهدکودک در نقاط بحرانی و نزدیک به نقاط پرتراфик، نمونه‌برداری از این چهار مکان صورت گرفت. این ۴ مهدکودک در چهار نقطه متفاوت شهر قرار داشتند. مهدکودک شماره ۱ در نزدیکی مرکز شهر و در موقعیتی میان منازل مسکونی ویلایی قرار داشت. مهدکودک شماره ۲ در حاشیه

مهدکودک‌ها ۰/۰۰ میکروگرم بر مترمکعب و بیشترین میزان ۳۱۸ میکروگرم بر مترمکعب بود. همچنین میانگین غلظت‌های هوای محیط داخل ۵۰ میکروگرم بر مترمکعب گزارش شد. در بررسی هوای آزاد اطراف مهدکودک‌ها، کمترین میزان TVOC، ۷۴ میکروگرم بر مترمکعب بیشترین مقدار ۹۹۹ میکروگرم بر مترمکعب و میانگین ۴۹۵ میکروگرم بر مترمکعب به دست آمد.

در جداول ۱ و ۲ به ترتیب میزان TVOC لحظه‌ای در هوای داخلی و بیرونی چهار مهدکودک ارائه شده است. با توجه به نتایج حاصل از آزمون آماری paired-samples T-Test که برای مقایسه داده‌های محیط داخلی و آزاد در نظر گرفته شد، میزان TVOC هوای آزاد بر مقادیر محیط داخلی تأثیر نداشته و TVOC درون مهدکودک‌ها، حاصل از انتشارات داخلی بود. در جدول ۳ ارتباط آماری غلظت کل ترکیبات آلی فرار در هوای آزاد و هوای داخل مهدکودک‌ها نشان داده شده است.

جدول (۱) میزان TVOC هوای محیط داخلی مهدکودک‌ها

روز	مهدکودک ۱	مهدکودک ۲	مهدکودک ۳	مهدکودک ۴
شنبه	۰	۱۲۶	۰	۲۸
یکشنبه	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸
دوشنبه	۲۸	۶۱	۰	۲۸
سه شنبه	۲۸	۱۵۹	۲۸	۲۸
چهارشنبه	۲۸	۳۱۸	۰	۲۸

غلظت میانگین: ۵۰ میکروگرم بر مترمکعب، انحراف معیار: ۷۴/۴۸

جدول (۲) میزان TVOC هوای آزاد مهدکودک‌ها

روز	مهدکودک ۱	مهدکودک ۲	مهدکودک ۳	مهدکودک ۴
شنبه	۷۴	۸۵۰	۷۵	۲۲۸
یکشنبه	۲۲۲	۷۴۰	۱۲۴	۷۴۲
دوشنبه	۷۵۰	۴۵۰	۷۲۰	۴۸۵
سه شنبه	۸۵	۹۹۹	۱۲۰	۷۳۰
چهارشنبه	۷۴۲	۸۷۰	۴۲۰	۴۸۰

غلظت میانگین ۴۹۵ میکروگرم بر مترمکعب، انحراف معیار: ۳۱۰/۱۲

شهر و نزدیک به شرکت صنایع فولاد، مهدکودک شماره ۳ در غرب شهر و نزدیک اتوبان و مهدکودک شماره ۴ در شرق اهواز واقع شده بود. زمان راه‌اندازی دستگاه در هر مهدکودک حدود یک دقیقه و محل نمونه‌برداری در ارتفاع ۱ متری در مرکز کلاس درس بود. با توجه به بررسی مطالعات انجام شده در کشورهای دیگر، در هر مهدکودک ۵ نمونه گرفته شد که در مجموع ۲۰ نمونه از هوای داخلی مهدکودک‌ها و ۲۰ نمونه از هوای بیرونی سنجش شد. هر چهار مهدکودک انتخابی بین ۱۰-۱۲ سال ساخت بود و در تمام طول دوره کاری روزانه توسط کولر خنک می‌شد و تهویه کلاس‌ها به طور منظم کار می‌کردند. کف کلاس‌ها پارکت بوده و زمین بازی حیاط آنها از فوم فشرده (تاتمی) پوشیده شده بود.

در این مطالعه برای سنجش میران TVOC از دستگاه پورتال Phocheck ساخت کشور انگلیس با لامپ ماورابنفش ۱۰/۶ الکترون ولت، استفاده شد. این دستگاه مجهز به فیلتر ۰/۵ میکرون است که هوا را با دبی ۲۰۰ میلی‌لیتر بر دقیقه به داخل کشیده و توسط آشکارساز لامپ ماورابنفش، انواع مواد آلی فرار شناسایی می‌شود. قبل از هر نمونه‌برداری، دستگاه توسط blue carbon filter کارخانه سازنده کالیبره شد. داده‌های به دست آمده به صورت جداول نشان داده شده‌اند. با کمک نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۶ و آزمون paired-samples T-Test ارتباط بین میزان TVOC محیط داخل و خارج بررسی شد. در این مطالعه از آمار توصیفی (میانگین، میانه و غیره) برای گزارش داده‌ها استفاده شد.

یافته‌ها

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که کمترین میزان TVOC سنجش شده در هوای محیط داخل

جدول ۳) ارتباط غلظت TVOC هوای داخل با هوای آزاد

درجه معناداری (P. value)	ضریب همبستگی	تعداد نمونه
۰/۰۱۹	۰/۵۱۸	۲۰

بحث

با مقایسه داده‌های به‌دست آمده با مطالعات صورت گرفته در کشورهای دیگر، میزان TVOC در محیط مهدکودک‌های اهواز بسیار پایین‌تر بود. در مطالعه انجام شده در کودکان‌های ایتالیا متوسط غلظت TVOC ۳۶۰۰ گرم بر مترمکعب گزارش شد (۱۰). که بسیار بیشتر از متوسط غلظت به‌دست آمده در این مطالعه است. از دیگر مطالعات در دیگر کشورها در رابطه با گزارش‌های میزان متوسط TVOC می‌توان به ۹۰ گرم بر مترمکعب در سوئد، ۲۵-۵۳ گرم بر مترمکعب کاتانیای ایتالیا و ۶۴۲ گرم بر مترمکعب در کره جنوبی اشاره کرد (۱۱).

با توجه به مقایسه غلظت‌های درونی مهدکودک‌ها با رهنمود کمیته بهداشت هوای محیط‌های داخلی آلمان در رابطه با ترکیبات آلی فرار کل در هوای محیط‌های داخلی، (۰/۲-۰/۳ میلی‌گرم بر مترمکعب) تمام غلظت‌ها در حد مجاز بودند و تنها در یک روز در مهدکودک مجاور شرکت صنایع فولاد تجاوز از حدود مجاز (۰/۳۸۰ میلی‌گرم بر مترمکعب) دیده شد (۱۳). میزان داده‌های سنجش شده در هوای محیط‌های داخلی مهدکودک‌ها تقریباً نزدیک به هم و تنها در مهدکودک نزدیک به شرکت صنایع فولاد بیشتر از سایر موارد بود، که با توجه به آنالیز آماری نمی‌توان گفت مقادیر درونی مهدکودک مجاور صنایع فولاد کاملاً به علت موقعیت آن می‌باشد و آنالیز آماری این موضوع را رد کرد. نتایج حاصل از آزمون آماری T-Test نشان داد که ارتباط آماری معنی‌داری بین میزان TVOC هوای آزاد و میزان

TVOC هوای محیط داخلی مهدکودک‌ها وجود نداشت ($P \geq 0/05$) و TVOC داخل مهدکودک‌ها، حاصل از انتشارات داخلی بوده است. با توجه به داده‌های حاصل از سنجش و مقایسه آن با نتایج مطالعات در کشورهای دیگر، می‌توان به تهبویه مناسب در این مهدکودک‌ها اشاره داشت (۱۳). از محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به پوشش ندادن مناطق مختلف شهر و عدم بررسی تأثیر فصول بر میزان این آلاینده اشاره کرد. همچنین بسیار ضروری است که در بررسی‌های جامع و دقیق‌تر به شناسایی آثار این آلاینده‌ها بر روی این گروه سنی اقدام کرد.

نتیجه‌گیری

از نتایج حاصل از این تحقیق چنین نتیجه‌گیری می‌شود که مقادیر اندازه‌گیری شده در مهدکودک‌ها بسیار پایین‌تر از مقادیر گزارش شده در کشورهای دیگر بود. همچنین ارتباط آماری معنی‌داری بین میزان TVOC هوای آزاد و میزان TVOC هوای محیط داخلی مهدکودک‌ها مشاهده نشد ($P \geq 0/05$). تهبویه مناسب و استفاده از وسایل و تجهیزاتاتی که مواد آلی فرار کمتری آزاد می‌کنند، می‌تواند در انتشار کمتر این آلاینده‌ها مؤثر باشد. با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه، پیشنهاد می‌شود سنجش این آلاینده‌ها به صورت دوره‌ای انجام شود و همچنین تحقیقات گسترده‌تری در این زمینه در مناطق دیگر و در فصول مختلف سال صورت گیرد.

سپاس و قدردانی

بدین‌وسیله از دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران به جهت حمایت مالی تشکر و قدردانی می‌شود.

تضاد منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

References:

1. Mosaddegh Mehrjerdi MH, Tahmasebi N, Barkhordari FiroozAbadi A, et al. The investigation of exposure to benzene, toluene, ethylbenzene and xylene (BTEX) with Solid Phase Microextr action Method in gas station in Yazd province. *Iran South Med J* 2014; 16(6): 419-27. (Persian)
2. Derwent RG. Sources, distributions, and fates of VOCs in the atmosphere. *Issues Environ Sci Technol* 1995; 4: 1-16.
3. Delgado-Saborit JM, Aquilina NJ, Meddings C, et al. Relationship of personal exposure to volatile organic compounds to home, work and fixed site outdoor concentrations. *Sci Total Environ* 2011; 409(3): 478-88.
4. Jurvelin JA. Personal exposures to volatile organic compounds and carbonyls: relationships to microenvironment concentrations and analysis of sources. Finland: National Public Health Institute, Department of Environmental Health, 2003; 19-22. .
5. Caprino L, Togna GI. Potential health effects of gasoline and its constituents: A review of current literature (1990-1997) on toxicological data. *Environ Health Perspect* 1998; 106(3): 115.
6. Heseltine E, Rosen J. WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould. Copenhagen: WHO Regional Office Europe, 2009; 101-103. .
7. Geiss O, Giannopoulos G, Tirendi S, et al. The AIRMEX study-VOC measurements in public buildings and schools/kindergartens in eleven European cities: Statistical analysis of the data. *Atmos Environ* 2011; 45(22): 3676-84.
8. Missia DA, Demetriou E, Michael N, et al. Indoor exposure from building materials: a field study. *Atmos Environ* 2010; 44(35): 4388-95.
9. Sexton K, Mongin SJ, Adgate JL, et al. Estimating volatile organic compound concentrations in selected microenvironments using time-activity and personal exposure data. *J Toxicol Environ Health A* 2007; 70(5): 465-76.
10. Daisey JM, Angell WJ, Apte MG. Indoor air quality, ventilation and health symptoms in schools: an analysis of existing information. *Indoor Air* 2003; 13(1): 53-64.
11. Kotzias D. Indoor air and human exposure assessment--needs and approaches. *Exp Toxicol Pathol* 2005; 57: 5-7.
12. Sohn J, Yang W, Kim J, et al. Indoor air quality investigation according to age of the school buildings in Korea. *J Environ Manage* 2009; 90(1): 348-54.
13. Schieweck A, Salthammer T. Indoor air quality in passive-type museum showcases. *J Cult Heritage* 2011; 12(2): 205-13.

Original Article

Measurement of Total Amount of Volatile Organic Compounds in Fresh and Indoor Air in Four Kindergartens in Ahvaz City

M. Moradi¹, M. Alimohammadi^{1}, M. Naderi¹*

¹ Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

(Received 14 Jun, 2015

Accepted 7 Nov, 2015)

Abstract

Background: Nowadays, volatile organic compounds (TVOCs) are considered as one of the most well-known air pollutants, especially in the indoor environments. The aim of this study was to measure the amount of TVOCs in indoor and fresh air around the intended kindergartens and investigation the association between indoor and outdoor concentrations.

Materials and Methods: The measurement was done in four kindergartens in Ahvaz city in five days between 9 to 10 o'clock in the morning. Overall, 40 samples were collected. The PhoCheck PID Detector portal device was used for activity sampling in this study. Also, the results were reported by SPSS16 Software and descriptive statistics.

Results: The mean of measured TVOC in the indoor and outdoor air were 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (SD= ± 74) and 495 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (SD= ± 310) respectively. The analyses conducted by the paired-samples t-test and it indicated that the amount of fresh air is not effective on the indoor environment values.

Conclusion: The measured values in indoor air of these kindergartens depend on internal factors and appropriate ventilation is slightly had been effective.

Key words: kindergarten, total volatile organic compounds (TVOCs), fresh air, indoor environment

©Iran South Med J. All rights reserved.

Cite this article as: Moradi M, Alimohammadi M, Naderi M. Measurement of Total Amount of Volatile Organic Compounds in Fresh and Indoor Air in Four Kindergartens in Ahvaz City. Iran South Med J 2016; 19(5): 871-876.

Copyright © 2016 Moradi, et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

*Address for correspondence: Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. E.mail: m_alimohammadi@tums.ac.ir

Website: <http://bpums.ac.ir>
Journal Address: <http://ismj.bpums.ac.ir>