ارزیابی ترکیبات آلی فرار در هوای شهر خرم آباد و مقایسه آن با استانداردهای موجود

رجب رشیدی*[1]، محمد الماسیان[2]

۱- استادیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم آباد، ایران.

۲- مربی، عضوهیات علمی دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم آباد، ایران.

یافته / دوره شانزدهم / شماره ۴ / زمستان ۹۳ / مسلسل ۶۲

چکیده

دریافت مقاله: ۹۳/۹/۲۲ پذیرش مقاله: ۹۳/۱۰/۳۰

مقدمه: اولین گام در راستای کنترل آلاینده ها، اندازه گیری و تجزیه آنهاست، زیرا بدون آگاهی کامل ازکیفیت و کمیت آلاینده ها امکان مقایسه با استاندارد های مربوطه و نهایتاً کنترل آنها عملی نخواهد بود. مطالعه حاضر با هدف ارزیابی و تعیین مقدار ترکیبات آلی فرار در هوای شهر خرم آباد انجام شد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش یک مطالعه توصیفی می‌باشد. در کل از هوای شهر خرم آباد ۱۴۴ نمونه هوا بطور تصادفی در طول سال گرفته شد. نمونه برداری با استفاده پمپ نمونه بردار محیطی و لوله های جاذب کربن فعال صورت گرفت. روش نمونه برداری بصورت تصادفی- مداوم در طول ۲۴ ساعت شبانه روز بوده است. آماده سازی نمونه و استخراج آلاینده ها به وسیله حلال دی سولفید کربن انجام گرفت و تجزیه نمونه ها توسط دستگاه گاز کروماتوگرافی طیف سنج جرمی مجهز به ستون های مویی انجام گردید. تحلیل داده ها به کمک نرم افزار SPSS-17 و استفاده از آزمون آماری T انجام شد.

یافته‌ها: نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مجموع غلظت ترکیبات آلی فرار در هوای شهر خرم آباد µg/m3 ۱۱۴۰/۹ بوده که حدود ۷ برابر بیشتر از حداکثر غلظت مجاز USEPA می باشد. همچنین یافته های تحقیق نشان داد که بطور کلی میانگین غلظت کلیه BTEX در نقاط مختلف شهر خرم آباد بیشتر از حد مجاز استاندارد EPA برای هوای تنفسی است. در مقایسه میانگین غلظت ترکیبات آلی فرار در هوای شهر خرم آباد در فصول گرم و سرد سال، نتایج آزمون آماری T نشان داد که بین غلظت بنزن و تولوئن و فصل سال رابطه معنی داری وجود دارد (P<۰/۰۵). اما در خصوص سایر هیدرو کربن های شناسایی شده با وجود بیشتر بودن غلظت آنها در فصول گرم، رابطه معنی داری وجود نداشت.

بحث و نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج این پژوهش مبنی بر هفت برابر بودن غلظت ترکیبات آلی فرار در هوای شهر خرم آباد نسبت به استاندارد های جهانی، می توان نتیجه گرفت که پیشگیری از آلودگی هوا برای شهر خرم آباد ضروری است و نیازمند طراحی یک سیستم مدیریت مناسب، برنامه ریزی صحیح، سیستم پایش مداوم، و ارتقای سطح آگاهی مردم می باشد.

واژه‌های کلیدی: ترکیبات آلی فرار، آلودگی هوا، خرم آباد.

*آدرس مکاتبه نویسنده مسئول: خرم آباد، گلدشت، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، دانشکده بهداشت، گروه بهداشت حرفه ای.

پست الکترونیک: Arachidi_r@yahoo.com

[Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-04]

مقدمه

ترکیبات آلی فرار(VOCs) ازآلاینده های بسیار مهم هوا می باشند. این گروه ترکیبات آلی از نظر اقتصادی اهمیت زیادی داشته و شامل چندین هزار ترکیب گوناگون بوده، که بسیاری از آنها به عنوان حلال استفاده می‌شوند. طبق تحقیقات صورت گرفته، دسته ای از این ترکیبات شاخص که همواره به همراه هم حضور داشته و برای سلامتی انسان حتی در غلظت های بسیار پایین مضر می باشند، ترکیبات BTEX بوده که شامل بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلن هستند (۱). منبع اصلی BTEX در هوای شهرها، به واسطه گازهای خروجی از اگزوز اتومبیل است (۴-۲). علاوه بر تأثیر سوء BTEX بر روی سیستم تنفسی و ریه انسان، از بین این ترکیبات بنزن در دسته مواد سرطان زا قرار گرفته است (۵،۶).همچنین BETX ها توسط سازمان محیط زیست آمریکا (EPA) جزء مواد خطرناک محسوب شده اند. استاندارد مواجهه با بنزن در هوا برای محیط کار توسط مرکز ملی بهداشت و ایمنی حرفه ای (NIOSH) ppm ۰/۱ و برای تولوئن، اتیل بنزن و زایلن ppm ۱۰۰ ذکر شده است. حد مجاز بنزن در هوای تنفسی توسط EPA ppm ۰/۰۰۳، تولوئن ppm ۰/۲۳، اتیل بنزن ppm ۰/۱۱۶ و زایلن ppm ۰/۹۲ اعلام شده است (۷).

بی تردید اولین گام برای کنترل آلاینده ها، اندازه گیری و تجزیه آنها است، چرا که بدون آگاهی کامل از کیفیت و کمیت آلاینده ها امکان مقایسه با استانداردهای مربوطه و در نتیجه کنترل آنها امکان پذیر نخواهد بود. در مطالعه ای که در شهر هوستون جهت اندازه گیری ترکیبات آلی فرار صورت گرفت، مشخص گردید که بالاترین غلظت این ترکیبات مربوط به فصل تابستان است (۸). در مطالعه ای که در سال ۲۰۰۱ در ازمیر ترکیه انجام گرفته است، غلظت ترکیبات آلی فرار بیشتر از حد آستانه مجاز بوده است (۹). از هشت هیدروکربن اندازه گیری شده در هوای شهر همدان از جمله بنزن و تولوئن، غلظت همگی بیش از استاندارد پیشنهادی EPA برای این ترکیبات بود است (۱۰). در ارزیابی آلاینده‌های بنزن، تولوئن، زایلن در هوای بندر ماهشهر بالاترین غلظت این ترکیبات در تابستان و پایین ترین آن در زمستان اعلام شده است (۱۱). از میان ترکیبات BTEX اندازگیری شده درسطح شهر تهران فقط غلظت بنزن بیشتر از حد مجاز هوای تنفسی بوده است (۱۲). با توجه به اهمیت بررسی غلظت ترکیبات آلی فرار موجود در اتمسفر از نظر سلامتی و محیط زیست و عدم تحقیق در این خصوص در شهرخرم آباد، ضرورت چنین تحقیقی احساس شد. لذا اهداف انجام این پروژه ارزیابی آلاینده های بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلن در هوای شهر خرم آباد و مقایسه آنها با استاندارد های موجود می باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی BTEX در هوای شهرخرم آباد، در قالب یک مطالعه مقطعی برای نمونه برداری از آلاینده ها بر اساس رابطه آماری زیر با سطح اطمینان ۹۵ درصد و نتایج حاصل از مطالعات مشابه (۱۳)، حداقل تعداد نمونه ۱۴۴ عدد بدست آمد.

$$N = \frac{Z2 \times \sigma 2}{D2}$$

انتخاب محل های نمونه برداری

برای انجام عملیات نمونه برداری، نقشه شهر خرم آباد با توجه به موقعیت خیابان ها و میادین اصلی به ۱۲ قسمت تقسیم گردید و در مکان های مذکور با در نظر گرفتن منابع انتشار آلاینده ها و بار ترافیکی، یک نقطه در ارتفاع تنفسی انسان انتخاب شد. از هر نقطه انتخاب شده در هر ماه یک نمونه جمع آوری گردید. در نهایت از هوای شهر خرم آباد ۱۴۴نمونه گرفته شد.

روش نمونه برداری

نمونه برداری با استفاده از پمپ نمونه بردار محیطی مدل NR346ساخت شرکت Negretti و لوله های جاذب کربن فعال SKC صورت گرفت (۱۴). روش نمونه برداری بصورت تصادفی–

[Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-04]

مداوم در طول ۲۴ ساعت شبانه روز و بطور توالی برای کلیه اماکن سطح شهر بود. میزان جریان هوای عبوری از داخل جاذب با استفاده از یک اوریفیس ml/min ۲۰۰ تنظیم گردید. برای هر بار استفاده از لوله های جاذب، دوانتهای آن شکسته شده و با توجه به علامت فلشی که جهت جریان هوا را نشان می دهد، لوله جاذب به ورودی پمپ وصل شده است. پس از پایان هر بار نمونه برداری، دو انتهای لوله جاذب توسط در پوش پلاستیکی کاملاً بسته شده و تا قبل از آنالیز در دمای زیر صفر درجه سانتیگراد نگهداری شد.

بازیافت نمونه ها از جاذب

برای بازیافت آلاینده ها از جاذب بر اساس پیشنهاد NIOSH از حلال دی سولفید کربن استفاده گردید (۱۵). برای این کار ماده جاذب درون لوله، به داخل یک ویال حاوی یک میلی لیتر CS_2 تخلیه شده و به مدت ۵ دقیقه در ویبراتور قرار گرفت تا ماده جذب شده از سطح جاذب جدا و وارد حلال شود. سپس از حلال بدست آمده، نمونه تزریق تهیه و به دستگاه گاز کروماتوگرافی تزریق گردید.

آنالیز نمونه ها

جهت تجزیه نمونه ها از دستگاه گاز کروماتوگرافی طیف سنج جرمی مدل Varian cp-3800 استفاده گردید. ستون مویین استفاده شده از نوع factor-four,VF-5ms با طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی متر و ضخامت لایه ۲۵۰ میکرومتر بود. محفظه تزریق Split/Splitless با دمای $280^{\circ}C$ آماده و تزریق با نسبت split ۱:۲۵ انجام شد. گاز حامل هلیوم با فلوی ۱/۵میلی لیتر بر دقیقه و دمای آون برنامه ریزی شده از $35^{\circ}C$ و زمان توقف دمای اولیه ۴ دقیقه شروع و سرانجام دما تا $280^{\circ}C$ با سرعت ۲۰ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه، افزایش یافت. از کروماتوگرام خروجی از دستگاه GC-MS مقادیر سطح پیک هر ماده به دست آورده شد. مقایسه بین میانگین غلظت هیدروکربن های یافت شد در هوای شهر با استفاده از آزمون آماری T انجام گردید.

یافته‌ها

میزان غلظت VOCهای بدست آمده در هوای مناطق مختلف شهر خرم آباد در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول۱. میزان غلظت VOCها در مناطق مختلف هوای شهرخرم آباد برحسب میکروگرم برمتر مکعب

نوعVOC / محل	هگزانN-	بنزن	تولوئن	اتیل بنزن	گزیلنP و M	گزیلنO-
میدان شقایق	۱۷۵ (۲/۵)	۴۵۳ (۲/۳)	۵۸۴ (۲/۴)	۲۰۱ (۱/۷)	۲۲۵ (۲/۱)	۲۱۸ (۲)
میدان امام خمینی	۱۶۴ (۲/۱)	۴۳۵ (۲/۱۲)	۵۵۲ (۱/۹)	۱۹۵ (۱/۷)	۲۱۲ (۲/۳)	۲۰۵ (۲/۲)
قلعه فلک الافلاک	۱۸۷ (۲/۷۱)	۴۹۶ (۲/۸)	۶۴۰ (۲/۳)	۱۸۷ (۱/۸)	۲۲۰ (۱/۹)	۲۱۵ (۲/۱)
سبزه میدان	۱۸۵ (۲/۱)	۴۸۹ (۲/۳۲)	۶۳۲ (۲/۴)	۱۹۰ (۱/۵۶)	۲۱۸ (۱/۳)	۲۱۷ (۱/۳۵)
چهارراه بانک	۱۸۸ (۲/۲)	۵۰۲ (۲/۷)	۶۶۵ (۲/۴)	۱۷۵ (۱/۳)	۱۱۴ (۱/۲)	۵۸ (۰/۵)
میدان شهدا	۱۶۴ (۱/۷۹)	۴۷۴ (۲/۸)	۶۲۰ (۱/۷)	۱۵ (۱/۵)	۵۴ (۱/۵)	۳۲ (۰/۵)
سه راه مطهری جنوبی	۱۱۲ (۳)	۳۹۵ (۲/۴)	۳۸۶ (۱/۸)	۹ (۰/۷)	۲۵ (۰/۳۱)	۹ (۰/۷)
بلوار شریعتی (سنگ نوشته)	۷۰ (۲/۱)	۹۶ (۰/۸)	۲۱۳ (۱/۵۶)	۲۴ (۰/۶)	۱۲ (۰/۳)	۸ (۰/۶)
میدان شمشیرآباد	۱۰۳ (۰/۸)	۲۳۰ (۲/۷)	۲۹۷ (۲/۳)	۳۵ (۰/۵)	۱۱ (۰/۸)	۷ (۱)
سه راه مطهری شمالی	۴۵ (۱/۱)	۷۴ (۱/۵)	۶۵ (۱/۲)	۴ (۱)	۰ (۰)	۰
چهارراه بیمارستان شهدای عشایر	۱۳۵ (۲/۲)	۲۸۳ (۲/۵)	۳۰۴ (۲)	۸۷ (۱/۵)	۸۳ (۰/۴)	۳۷ (۱/۱)
میدان کیو	۳ (۳)	۹ (۰/۷)	۷ (۰/۸)	۰	۲ (۰/۵)	۰ (۱)

همانطوری که از جدول ۱ پیدا است غلظت بنزن در چهارراه بانک $502\ \mu g/m^3$، تولوئن $665\ \mu g/m^3$ و N- هگزان $188\ \mu g/m^3$ از بیشترین مقدار برخوردار بوده است.

میانگین و انحراف معیار غلظت VOCهای اندازه گیری شده در هوای شهر خرم آباد در جدول ۲ نشان داده شده است. همانطوری که داده های جدول نشان می دهد، بیشترین

[Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-04]

غلظت VOC در هوای شهر خرم آباد به ترتیب مربوط به تولوئن با ۴۱۴، بنزن ۳۲۴و N هگزان ۱۲۷/۶میکروگرم برمتر مکعب می باشد. آزمون آماری T نشان داد که بین میانگین غلظت بنزن و تولوئن در هوای شهر خرم آباد با استاندارد مربوطه رابطه معنی داری وجود دارد (P<۰/۰۵). میانگین هیدروکربن های مورد بررسی در اوقات روز در هوای شهر خرم آباد ۱۱۴۰/۹ $\mu g/m^3$بود.

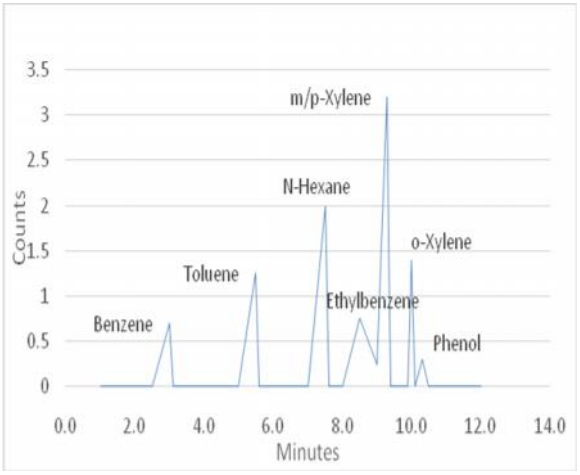
جدول ۲. میانگین وانحراف معیار غلظت هیدروکربن های اندازه گیری شده در هوای شهر خرم آباد برحسب میکرو گرم برمتر مکعب

پارامتر / نوع آلاینده	میانگین	انحراف معیار
N-هگزان	۱۲۷/۶	۲۸۴/۲
بنزن	۳۲۴	۴۶۸
تولوئن	۴۱۴	۵۲۱
اتیل بنزن	۹۳/۵	۱۸۴/۳
M وP گزیلن	۹۸	۱۵۳/۲
O-گزیلن	۸۳/۸	۱۴۹/۱
جمع	۱۱۴۰/۹	_

یافته های جدول ۳ نشان می دهد که غلظت تمامیVOCهای اندازه گیری شده در هوای شهر خرم آباد در فصل تابستان بیشتر از فصل زمستان می باشد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین غلظت هیدروکربن ها در فصول گرم و سرد نشان داد که، مقایسه میانگین غلظت بنزن و تولوئن در هوای شهر خرم آباد در فصول گرم وسرد با هم اختلاف معنی داری داشته (P<۰/۰۵)، بطوری که میانگین غلظت در تابستان بیشتر از زمستان می باشد.

اما علیرغم بیشتر بودن میانگین غلظت سایر VOCهای شناسایی شده در هوای شهر خرم آباد در فصل تابستان، بین میانگین غلظت آنها در فصل گرم و سرد اختلاف معنی داری وجود نداشت.

کروماتوگرافی حاصل از تجزیه یک نمونه از هوای شهر خرم آباد توسط دستگاه گاز کروماتوگراف در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. کروماتوگراف بدست آمده از یک نمونه هوای شهر خرم‌آباد

جدول ۳. مقایسه میانگین غلظت VOCها در هوای شهر خرم آباد در فصول گرم وسرد سال برحسب میکرو گرم برمتر مکعب

پارامتر / نوع آلاینده	فصول گرم		فصول سرد		Pvalue
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	
N-هگزان	۱۵۸/۳	۲۴۲/۲	۹۷/۸	۱۹۱/۱	۰/۵۵۵
بنزن	۴۳۲	۵۷۸	۲۲۴	۳۳۳/۵	۰/۰۱۰۳
تولوئن	۵۲۸	۶۳۵/۳	۳۰۱	۵۲۰	۰/۰۲۱
اتیل بنزن	۱۰۶/۷	۲۱۱/۵	۸۰/۳	۱۵۵/۲	۰/۶۶۷
M وP گزیلن	۱۰۲	۱۹۷/۴	۹۵/۲	۱۷۳/۸	۰/۷۹۸
O-گزیلن	۸۹	۱۵۶	۷۹/۵	۱۵۰/۵	۰/۸

[Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-04]

بحث و نتیجه‌گیری

امروزه تاثیر ترکیبات آلی فرار (VOCs) در هوای شهرهای بزرگ بر روی سلامت افراد جامعه، از چالش های پیش روی متولیان حوزه سلامت به حساب می آید. از آنجایی که بیشتر این هیدروکربن ها خصوصاً بنزن از جمله ترکیبات سرطان زا شناخته شده اند (۱۵)، در نتیجه وجود این این مواد در هوای شهر می تواند سلامت افراد را به طور جدی مورد تهدید قرار دهد. پژوهش حاضر نشان داد که مجموع غلظت VOCهای مورد بررسی در هوای شهر خرم آباد ۱۱۴۰/۹میکروگرم برمتر مکعب بوده،که حدود ۷ برابر بیشتر از حداکثر غلظت مجاز USEPA که معادل ۱۶۰ میکروگرم برمتر مکعب اعلام گردیده، می‌باشد. نتایج مطالعه ای که برروی VOCهای هوای شهر همدان در سال ۱۳۸۰ انجام گرفته است، غلظت ترکیبات آلی فرار را ۳/۵ برابر استاندارد مذکور اعلام کرده است (۱۰). با توجه به گسترش شهرها و توسعه فعالیت های صنعتی در طی سال های اخیر افزایش بیش از حد مجاز VOCها در هوای شهرها قابل توجه می باشد.

یافته های تحقیق نشان داد که بطور کلی میانگین غلظت کلیه BTEX ها در نقاط مختلف شهر خرم آباد بیشتر از حد مجاز استاندارد EPA برای هوای تنفسی است. همانطوری که از نتایج ملاحظه می گردد در خصوص بنزن میانگین غلظت این VOC در هوای شهر خرم آباد به مراتب بیشتر از استاندارد EPA که ppm ۰/۰۰۳ اعلام شده است، می باشد. البته قرار گیری شهر خرم آباد در دره‌ای که اطراف آن توسط کوه محاصره شده است سبب انباشته شدن بیشتر آلاینده ها شده و از طرفی شکل مستطیلی شهر و وزش بادهای غالب در طول این مستطیل باعث پراکنده شدن آلاینده‌ها در سطح شهر می شود. یافته های این پژوهش با مطالعه جنیدی و همکاران در شهر همدان (۱۰)، لوپز ماهایا و همکاران (۱۶) در مناطق شهری اسپانیا و بهرامی در شهر تهران (۱۷) که همگی غلظت VOCها را بیشتر از حد آستانه مجاز اعلام کرده اند، همخوانی دارد و فقط به دلیل موقعیت شهری، جغرافیایی، ترافیکی و جمعیتی در مقدار غلظت ها اختلاف وجود دارد. هم چنان که نتایج نشان می دهد غلظت کلیه VOCهای شناسایی شده در نمونه های گرفته شده از هوای شهر خرم آباد در تابستان بیشتر بوده است. در تحقیقی که در مناطق صنعتی ترکیه انجام گرفته است نیز غلظت ترکیبات آلی فرار در تابستان بیشتر از زمستان بوده است (۱۸). بطور کلی می‌توان گفت که درجه حرارت و جزء مولی این ترکیبات در افزایش غلظت آنها در تابستان موثر است. در مقایسه میانگین غلظت ترکیبات آلی فرار سنجش شده در هوای شهر خرم آباد در فصول گرم و سرد سال، نتایج آزمون آماری T نشان داد که بین غلظت بنزن وتولوئن و فصل سال رابطه معنی داری وجود دارد ($P<۰/۰۵$). به عبارتی میانگین غلظت این دو هیدروکربن در هوای شهر خرم آباد در تابستان به مراتب بیشتر از زمستان بوده است. اما در خصوص سایر هیدروکربن های شناسایی شده، با وجود بیشتر بودن غلظت آنها در تابستان، اختلاف معنی داری بین میانگین غلظت آنها در فصول گرم و سرد سال وجود ندارد. در سایر مطالعات مشابه از جمله کشاورزی شیرازی که در شهر تهران صورت گرفته است نیز به بیشتر بودن غلظت بنزن و تولوئن در فصل گرما نسبت به فصل سرما تأکید شده است، ولی در مورد اتیل بنزن و زایلن این چنین نبوده است (۱۹).

باکیاس و سیسکون (۲۰) در آتن به این نتیجه رسیدند که وزش باد در جهت موازی با محور خیابان بدترین حالت برای پراکندگی آلودگی هوا در سطح شهر است. این مسئله همانطوری که قبلاً نیز اشاره گردید با توجه به شکل مستطیلی

[Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-04]

شهر خرم آباد در مورد این شهر کاملاً صادق بوده و یکی از فاکتور های موثر در آلودگی این شهر به حساب می‌آید. البته دلایل دیگری از جمله وجود تعمیرگاه های متعدد درون شهری، استقرار تعاونی های اتوبوس رانی در داخل شهر، وجود تعداد زیاد خودروهای فرسوده در سطح شهر به دلیل سطح درآمد پایین مردم نسبت به سایر شهرهای کشور و عدم وجود مقررات کنترل کننده خودروها نظیر معاینه فنی از جمله عواملی هستند که در میزان آلودگی هوای شهر خرم آباد سهم بسزایی دارند. لذا بطور کلی می توان گفت که تراکم روز افزون جمعیت شهری، افزایش تعداد خودروها و رشد سریع صنایع در اطراف شهر می تواند یک تهدید جدی برای آینده شهر خرم آباد باشد و چنانچه این فاکتور های توسعه ای که گذر از آنها اجتناب ناپذیر است، بدون توجه به مسائل زیست محیطی صورت گیرد، می تواند در آینده معضل آلودگی هوای شهر خرم آباد را به یکی از چالش های پیش روی کشور تبدیل شود.

تشکر و قدردانی

محققین بر خود لازم می دانند از تمامی کسانی که در انجام این پروژه همکاری نموده اند مراتب سپاس را به جا آورند.

[Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-04]

References

1. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Regulated Hazardous Substances. U.S. Department of Labor, 2012.
2. Wallace LA. The exposure of general population to benzene. Cell Biol Toxical, 2010; 5(3): 197.
3. Khan F, Ghoshal AK. Removal of volatile organic compounds from polluted air. J Loss Prevent Process Indus. 2000; 13: 527-545.
4. World Health Organization (WHO). Indoor Air Pollution and Health. Retrieved from http://www.who.int/mediacentre. Geneva Switzerland, WHO; 2005.
5. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Chemical Information Manual. OSHA Instruction, CPL, 2-2.43A, 2010.
6. Clayton G, Patry S. Industrial Hygiene and Toxicology. 2nd ed. New York, 2006.
7. United States Environmental Protection Agency (USEPA). Guidelines for Carcinogen Assessments. 2nd ed. Environmental Protection Agency, 2005.
8. Gunnar W. Urban flux measurement of energy and trace gases from a tall lattice tower near Houston. Tx. A report to the Texas Air Research Center (TARC), Lamar University Tx; October, 2007.
9. Centen E, Odabasi M, Seyfioglu R. Ambient volatile organic compound (VOC) concentrations around a petrochemical complex and a petroleum refinery. J Sci Total Environ. 2003; 312: 103-12.
10. Joneidi A, Assari MJ. Examining the concentration of some hydrocarbons present in the air of Hamedan, Iran, during the summer and fall of 2001. Improvement (Behbood) J. 2003. (In Persian)
11. Maghsoudi Moghadam R. Assessment of the level of benzene, toluene, and xylene in the air of the petrochemical complex in Mahshahr, Iran in 2009. J the Ilam Univ of Med Sci. 2011; 19(2). (In Persian)
12. Fazlzadeh M. The measurement of the BTEX compounds in the air of Tehran, Iran. J the Babol Univ of Med Sci 2011; 14: 50-55. (In Persian)
13. Setareh H. The quantitative and qualitative evaluation of total hydrocarbons and styrene in ambient air at Tabriz petrochemical complex in olifne and styrene monomer units and persentation of proper controling. MSc. Thesis. Tarbiat Modares University, 2001. (In Persian)
14. National Institute of Occupational Safety and Health, NIOSH Manual of Analytical Methods [online], 2008: Available from: URL:http://www.cdc.gov.
15. National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH). Manual of Analytical Methods. 6th ed. Cincinnati, 2010.
16. Lopez-Mahia P, Muniategal-lorenz S, Lopez-Moure MP, Oineiro-Iglesias M, Prarada-Rodriguez D. Determination of aliphatic and polycyclic aromatic hydrocarbons in atmospheric particulate samples of Acoruna City (Spain). Int J Environ Sci Pall Res. 2003; 10(2): 98-102.
17. Bahrami AR. Distribution of volatile organic compounds in ambient air of

[Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-04]

Tehran. Arch Environ Health. 2001; 56(4): 380-382.

18. Bozlaker A, Muezzinoglu A, Odabasi M. Atmospheric concentrations, dry deposition and air-soil exchange of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHS) in an industrial region in Turkey. J of Hazard Mat. 2008; 153: 1093-1102.
19. Keshavarzi Shirazi H. Determining the amount of gasoline wasted at gas stations in Tehran, Iran, and methods for controlling, limiting, and recycling the wastage. Environ Studies J. 2004; 36: 33-40. (In Persian)
20. Bakeas EB, Siskon PA. Dispersion of volatile hydrocarbons in urban street canyons. J Air Waste Manag Assoc 2003; 53(4): 493-504.

[Downloaded from yafteh.lums.ac.ir on 2026-11-04]