مقاله پژوهشی
مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان
دوره دوازدهم، تیر ۱۳۹۲، ۲۷۸-۲۷۱

ارزیابی و سنجش مواد آلی فرّار در هوای شهر تهران در سال ۱۳۸۹

مریم سرخوش[۱]، امیرحسین محوی[۲]، محمّدرضا زارع[۳]، جواد علوی[۴]، سید محسن محسنی[۵]

دریافت مقاله: ۹۰/۱۱/۳۰ ارسال مقاله به نویسنده جهت اصلاح: ۹۱/۳/۳ دریافت اصلاحیه از نویسنده: ۹۱/۴/۱۰ پذیرش مقاله: ۹۱/۴/۲۵

چکیده

زمینه و هدف: آلودگی هوا مهم‌ترین مشکل زیست محیطی در قرن اخیر است که سلامت انسان‌ها را تهدید می‌نماید. هدف از مطالعه حاضر، بررسی مواد آلی فرّار خطرناک در هوای شهر تهران در سال ۱۳۸۹ مطابق با ایستگاه‌های ارزیابی فتوشیمیایی مانیتورینگ (تحقق قانون هوای پاک سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا) می‌باشد.

مواد و روش‌ها: مطالعه حاضر از نوع مقطعی است. در این مطالعه، ۱۱ نوع ترکیب آلی فرّار توسط دستگاه پرتابل PhoCheck PID Detector در میدان انقلاب شهر تهران در ساعت‌های ۸ صبح، ۱۲ظهر و ۱۶ بعد از ظهر اندازه‌گیری شد. نتایج به صورت آمار توصیفی (میانگین، انحراف معیار، میانه و...) گزارش گردید.

یافته‌ها: بیشترین مقدار ترکیبات آلی فرّار را آروماتیک‌ها (۰/۱۴۶ ppb±۰/۵۴۹) تشکیل می‌دهند که در تشکیل مه دود فتوشیمیایی نقش عمده‌ای دارند. از طرفی بالا بودن مقدار آروماتیک‌ها همراه با تولوئن (۰/۱۰۸ ppb±۰/۱۳۵) نشان‌دهنده این است که عمده منبع ترکیب آلی فرّار، ترافیک زیاد است. اوج مقادیر مواد آلی فرّار در ساعت ۱۲ ظهر مشاهده شد که به طور غیرمستقیم وابسته به وسایط نقلیه و انتشارات تبخیری می‌باشد.

نتیجه‌گیری: ترافیک زیاد شهر تهران باعث تولید و نشر گروه آروماتیک می‌شود، در نتیجه تشکیل مه دود فتوشیمیایی و ازن را تسریع می‌بخشد.

واژه‌های کلیدی: آلودگی هوا، ایستگاه‌های ارزیابی فتوشیمیایی مانیتورینگ، ترکیبات مواد آلی فرّار

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۲- استادیار، گروه آموزشی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
تلفن: ۸۸۹۵۴۹۱۴-۰۲۱، دورنگار: ۸۸۹۵۰۱۸۸-۰۲۱، پست الکترونیکی: ahmahvi@yahoo.com
۳- کارشناس مرکز تحقیقات محیط زیست و دانشجوی دکتری رشته مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۴- مربی گروه آموزشی تکنولوژی محیط زیست، موسسه آموزش عالی مطهر، مشهد، ایران
۵- دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1392.12.4.3.3]

مقدمه

آلودگی هوا، حضور یک یا چند ترکیب ناخواسته در هوا است که اثرات منفی بر روی انسان‌ها، حیوانات و گیاهان دارند. ترکیبات آلی فرّار [Volatile Organic Compounds (VOC)] مایعات یا جامداتی هستند که دارای کربن آلی بوده و با سرعت چشمگیری تبخیر می‌شوند. این ترکیبات بعد از ذرات معلق، بیشترین فراوانی و تنوع نشر را دارند و به طور معمول ناشی از منابع ثابت (فعالیت‌های صنعتی، رنگ و پاک‌کننده‌ها، پخت و پز) و منابع متحرک هستند [۱]. مواد آلی فرّار بسته به نوع ترکیبات و غلظت، اثرات گوناگونی را بر سلامت و بهداشت ایجاد می‌کنند. این اثرات از مزاحمت بو تا کاهش ظرفیت ریه و حتی سرطان را شامل می‌شود. سطح غلظت VOC در برخی از سایت‌های ایالات متحده به اندازه‌ای بالا بود که سرطان، نقص‌های هنگام تولد و سایر بیماری‌های جدی را ایجاد کرد [۲].

بیش از ۵۰ ترکیب ناخواسته منتشر شده ناشی از خودروها است که در این بین، خودروهای بنزینی سهم عمده‌ای نسبت به خودروهای گازوئیلی دارند. طبق تحقیقی که Watson و همکاران انجام دادند خودروهای بنزینی ۴ برابر بیشتر از خودروهای گازوئیلی مواد آلی فرّار منتشر می‌کنند [۳]. مواد آلی فرّار در شکل‌گیری ازن در لایه پایینی اتمسفر نقش مهمی دارند و علت اصلی تشکیل مه دود محسوب می‌شوند. بزرگترین نگرانی در مورد مه دود فتوشیمیایی نیز اثرات آن بر سلامت مردم است. بهترین راه برای پیشگیری از افزایش ازن و ایجاد مه دود، جلوگیری از پخش مواد آلی فرّار در محیط زیست است. در کشورهایی نظیر کره جنوبی، شیلی، آمریکا، کانادا، انگلیس، استرالیا و ... از سال ۱۹۹۴ مطابق با قانون هوای پاک سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا (EPA1990) که نیاز به نظارت گسترده‌تر از ازن و پیش سازهای آن را بیان نمود، ایستگاه‌های ارزیابی فتوشیمیایی مانیتورینگ [Photochemical Assessment Monitoring Stations (PAMS)] احداث گردید. در این سایت‌ها داده‌های ترکیبات آلی فرّار، اکسیدهای نیتروژن، ازن و پارامترهای هواشناسی جمع‌آوری می‌شود.

به دلیل کمبود مطالعات انجام شده و نیز بحران آلودگی هوا و اثرات آن، در این مطالعه برای اولین بار در ایران، مواد آلی فرّار در قسمت شلوغ و پر ترافیک تهران (میدان انقلاب) مورد ارزیابی و سنجش قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع مقطعی است. از آنجا که محل نمونه‌برداری (میدان انقلاب) نزدیک شاهراه شلوغ بوده و توسط ساختمان‌ها و اماکن تجاری کوچک احاطه شده است، توزیع‌های VOC منعکس کننده اثرات مخلوط از انواع مختلف منابع انسانی از قبیل: اگزوز خودرو، تبخیر بنزین، حلال‌های رنگ (چاپخانه‌ها)، گاز مایع (Liquefied petroleum gas)، و گاز طبیعی است. نمونه‌گیری از دی ماه تا اسفند ماه سال ۱۳۸۹ هر روز در سه نوبت در ساعات ۸ صبح، ۱۲ ظهر و ۱۶ بعد از ظهر انجام گرفت. در این مطالعه از دستگاه پورتابل Phocheck ساخت کشور انگلیس با لامپ ماورابنفش ۱۰/۶ev photoionization detector، برای سنجش مواد آلی فرّار استفاده شد. این دستگاه مجهز به فیلتر ۰/۵ میکرون است که هوا را با دبی ۲۰۰ ml/min به داخل کشیده و توسط آشکارساز لامپ ماورابنفش، انواع مواد آلی فرّار شناسایی می‌شود. قبل از هر نمونه‌برداری، دستگاه توسط

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1392.12.4.3.3]

blue carbon filter کارخانه سازنده کالیبره شد. در این مطالعه ۱۱ نوع مواد آلی فرّار اندازه‌گیری شد. در پایان جهت آنالیز نتایج از نرم‌افزارSPSS نسخه ۱۶ و Excel 2010 استفاده شد. نتایج به صورت آمار توصیفی (میانگین، انحراف معیار، میانه و...) گزارش گردید.

نتایج

جدول ۱، اطلاعات در مورد VOC از جمله فرمول شیمیایی آنها، طبقه‌بندی آنها به چهار گروه عمده: آلکین (AK)، آروماتیک (AR)، اولفین (OF)، و پارافین (PR) ارائه شده است. علاوه بر این، خلاصه آماری از میانگین غلظت ترکیبات آلی فرّار در فواصل ساعات روز در طول دوره مطالعه برای هر یک از مؤلفه‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- اطلاعات پایه و خلاصه آماری از ۱۱ ترکیب مواد آلی فرّار اندازه گیری شده در میدان انقلاب تهران از دی ماه تا اسفند ماه سال ۱۳۸۹

ترکیب	گروه*	ساختار شیمیایی	میانگین (ppb)	انحراف معیار (ppb)	میانه (ppb)	حداکثر (ppb)
Anilin	AR	C_6H_7N	۰/۰۴۸	۰/۰۵۱	۰/۰۴۸	۰/۲۰۸
Benzene Aldehyd	AR	C_6H_5CHO	۰/۰۵۷	۰/۱۱۳	۰/۰۵۷	۰/۴۵۲
Butoxy Ethanol	AR	$C_6H_{14}O_2$	۰/۱۱۲	۰/۱۵۲	۰/۱۱۲	۰/۷۶۱
Carbon Disulfide	AK	$S = C = S$	۰/۱۱۹	۰/۱۱۹	۰/۱۱۹	/۴۹۹
Chlorobenzene	AR	C_6H_5Cl	۰/۰۷۸	۰/۰۸۳	۰/۰۷۸	۰/۳۷۴
Cyclohexane	PR	C_6H_{12}	۰/۱۰۶	۰/۱۰۱	۰/۱۰۶	۰/۴۲۱
Decane	PR	$CH_3(CH_2)_8CH_3$	۰/۱۵۱	۰/۱۰۸	۰/۱۵۱	۰/۳۸۵
1-Hexene	OF	$CH_3(CH_2)_3CH\ CH_2$	۰/۰۵۷	۰/۱۱۲	۰/۰۵۷	۰/۴۵۲
Isobutane	PR	$CH(CH_3)_3$	۰/۱۱۸	۰/۱۴۹	۰/۱۱۸	۰/۶۲۴
Methyl Bromide	AK	$CH_3\ Br$	۰/۱۴۱	۰/۱۵۶	۰/۱۴۱	۰/۵۸۶
Toluene	AR	$C_6H_5CH_3$	۰/۱۳۵	۰/۱۰۸	۰/۱۳۵	۰/۵۰۸

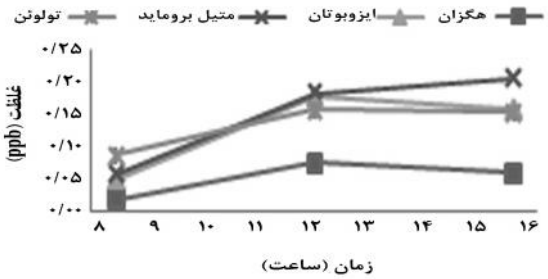
****AK (آلکین), AR (آروماتیک), OF (اولفین) و PR (پارافین)***

نتایج نشان می‌دهد پایین‌ترین مقدار مواد آلی فرّار مربوط به آنیلین ۰/۰۴۸±۰/۰۵۱ است در حالی که بالاترین مقدار متوسط ۰/۱۵۱±۰/۱۰۸ برای دکان و برای متیل بروماید و تولوئن به ترتیب ۰/۱۴۱±۰/۱۵۶ و ۰/۱۳۵±۰/۱۰۸ می‌باشد. همان‌طور که در جدول ۱ نشان داده شده است، بیشترین مقدار مواد آلی فرّار را آروماتیک‌ها تشکیل می‌دهند.

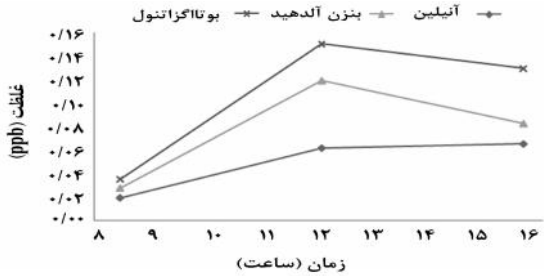


نمودار ۱- تغییرات روزانه غلظت دکان، کربن دی سولفید، کلروبنزن و سیکلوهگزان در تهران در سال ۱۳۸۹

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1392.12.4.3.3]



نمودار۲- تغییرات روزانه غلظت تولوئن، ایزوبوتان، متیل بروماید و ۱- هگزن در تهران در سال ۱۳۸۹



نمودار ۳- تغییرات روزانه غلظت آنیلین، بنزن‌آلدهید و بوتااگزاتنول در تهران در سال ۱۳۸۹

مطابق نمودارهای ۳-۱ غلظت مواد آلی فرّار در اوایل صبح خیلی ناچیز است و اوج مقادیر در ساعت ۱۲ ظهر می‌باشد.

داده‌های اندازه‌گیری شده با نتایج کشورهای دیگر در جدول ۲ مقایسه شده است. با توجه به این جدول، بالاترین مقدار VOC در سانتیاگو (شیلی) [۴]، تولوئن (۲۱/۸ ppb) و در کراچی (پاکستان) [۵]، متیل بروماید (۱۹/۲ ppb) بود. با این حال همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است، سطح غلظت بیشتر VOC، به طور کلی پایین‌تر از ۲۰ ppb است.

جدول۲- مقایسه غلظت‌های مواد آلی فرّار در کشورهای مختلف

عناصر	ایران (تهران)	کره (سئول)	انگلیس (لندن)	استرالیا (سیدنی)	آمریکا (شیکاگو)	چین (پکن)	پاکستان (کراچی)	شیلی (سانتیگو)
Anilin	۰/۰۵	۰/۷۸	–	۳/۳	۳/۲	۵/۴	–	۵/۷
Benzene	۰/۰۶	۱/۲	½	۳/۱	۳/۷	۳/۲	۲/۷	۶/۷
Aldehvd								
Butoxy	۰/۱۱	–	–	–	۵/۸	۸/۲	–	–
Ethanol								
Carbon	۰/۱۲	۷/۸	۵/۶	–	۴/۸	–	۲/۸	۶/۳
Disulfide								
Chlorobenzene	۰/۰۸	–	–	۲/۴	–	۲/۳	۱۱/۷	–
Cyclohexane	۰/۱۱	۰/۵	۱/۷	–	۹/۲	–	۱۷/۸	۱۵/۲
Decane	۰/۱۵	۲/۳۱	۸/۳	۲/۱۵	۱/۷	۱/۱	۸/۷	۶/۴
1-Hexene	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۳۴	–	–	۲/۸	۱۷/۲	۱۴/۳
Isobutane	۰/۱۲	۰/۳۱	½	۳/۴	۲/۹	–	۱۶/۷	۱۸/۳
Methyl	۰/۱۴	–	۹/۱	۶/۲	۸/۲	۴/۷	۱۹/۲	۱۲/۲
Bromide								
Toluene	۰/۱۴	۶/۴	۲/۱۲	۸/۹	۳/۸	۵/۸	۷/۱	۲۱/۸

بحث

حداکثر غلظت مواد آلی فرّار در ساعت ۱۲ می باشد که به طور غیرمستقیم وابسته به وسایط نقلیه و انتشارات تبخیری می‌باشد. پخت و پز نیز یکی دیگر از دلایل افزایش مواد آلی فرّار است. دلیل دیگر این است که در بعد از ظهر و اوایل صبح بادهای ملایمی از سمت غرب و

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1392.12.4.3.3]

جنوب غربی به سمت میدان انقلاب می‌وزد که باعث رقیق سازی آلاینده‌ها در هوا می‌شود. سرعت این بادها در ظهر به حداقل ممکن (کمتر از $m.s^{-1}$ ۱) می‌رسد. همچنین با توجه به این که فعالیت فتوشیمیایی نیز در ظهر به اوج خود می‌رسد، انتظار می‌رود در بعد از ظهر غلظت مواد آلی فرّار کاهش یابد. دلیل دیگری که می توان ذکر کرد فعالیت‌های گیاهی است. البته این منبع سهم کمی در تولید مواد آلی فرّار دارد ولی با طلوع خورشید فعالیت‌های زیستی به سرعت افزایش می‌یابد که سبب تولید مواد آلی فرّار می‌شود.

در این مطالعه بالاترین متوسط غلظت برای گروه آروماتیک (۰/۵۴۹ ppb) بود. به طور معمول آروماتیک‌ها از احتراق سوخت‌های فسیلی نشأت می‌گیرند. در حقیقت از احتراق سوخت‌های فسیلی ۵۲-۴۱ ٪ آروماتیک‌ها (بیشتر از گروه‌های دیگر)، ۴۷- ۲۸٪ پارافین‌ها و ۱۲-۷٪ اولفین‌ها ایجاد می‌شوند. بالا بودن مقدار آروماتیک‌ها همراه با تولوئن نشان‌دهنده ترافیک زیاد است [۲]. همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده، پایین‌ترین نسبت برای گروه آروماتیک اختصاص به بریتانیا از ۱۲ شهر با میانگین۵/۸ ppb ضبط شده است [۶]. بیشترین مقدار گروه آروماتیک در شیلی (۴۰/۲ ppb) مشاهده شده است. مطالعه Geng و همکاران نشان داد که آروماتیک‌ها از عوامل اصلی ایجاد ازن در شانگ‌های چین بودند. حدود ۷۹٪ ازن تولیدی در این منطقه از ترکیبات آروماتیک نشأت گرفته بودند [۷]. در سانتیگو (شیلی)، شانگ‌های و تهران که جزء ۵ شهر مطرح از لحاظ مه دود در جهان می‌باشند، غلظت آروماتیک‌ها غالب است. در نتیجه وسایل نقلیه عامل اصلی حوادث ناشی از مه دود می‌باشد. با این حال تفاوت عناصر مورد مطالعه و نیز تفاوت در نحوه سنجش مواد آلی فرّار و جمع‌آوری اطلاعات مانع جمع‌بندی و مقایسه کلی می‌شود. الگوهای تنوع و نوع VOC روزانه نشان داد که غلظت بسیاری از گروه‌های VOC (به عنوان مثال آروماتیک‌ها و پارافین‌ها) تا نیمروز تقریباً به اوج خود می‌رسد. ترافیک، فعالیت‌های زیستی، پخت و پز و جهت و مقدار باد در روز باعث می گردند تا مواد آلی فرّار از جمله گروه آروماتیک در ظهر به حداکثر مقدار غلظت برسند. تحقیقاتی که در سال ۲۰۰۴ میلادی در سئول پایتخت کره جنوبی انجام شد نیز تأیید می‌کند که اوج مقادیر مواد آلی فرّار در نیمه روز است [۲]. حضور مواد آلی فرّار تولید ازن و مه دود می‌کند که موجب اسیدی شدن و تغییرات آب و هوایی می‌شود. مه دود فتوشیمیایی، ازن و آروماتیک‌ها باعث سردرد، سوزش چشم، ناراحتی‌های تنفسی و حتی در دراز مدت منجر به سرطان می‌شود. راه‌های مختلف به منظور کاهش انتشار VOC از وسایل نقلیه موتوری وجود دارد برای نمونه، استفاده از گاز نفت مایع (LPG) و یا گاز طبیعی فشرده (CNG) به جای بنزین، بهبود کیفیت سوخت، استفاده از دیگر شیوه‌های حمل و نقل، از جمله اتوبوس و دوچرخه در کنترل و کاهش سطح آلودگی مواد آلی فرّار در هوا کمک شایانی خواهد کرد [۸].

یکی از محدودیت‌های پژوهش حاضر، انتخاب تنها یک نقطه نمونه‌برداری است. در این مطالعه این امکان میسر نبود تا با یک دستگاه ،همزمان در چند نقطه نمونه‌برداری انجام شود. در نتیجه، سعی شد نقطه‌ای در وسط شهر که تمام منابع ترکیبات آلی فرّار (وسایل نقلیه، رستوران‌ها، چاپخانه‌ها و فضای سبز) حضور داشتند، انتخاب شود. لازم

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1392.12.4.3.3]

و ضروری است با تحقیقـات بیشـتر در جهـت شناسـایی و اندازه‌گیری این آلاینده‌های سمی و خطرناک اقدام شود.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان داد ترافیک زیاد شهر تهران باعث تولید و نشر گروه آروماتیک می‌شود، در نتیجه تشکیل مه دود فتوشیمیایی و ازن را تسریع می‌بخشد. الگوهای تنوع و نوع VOC روزانه نشان داد ترافیک، فعالیت‌های زیستی، پخت و پز و جهت و مقدار باد در روز باعث می‌شود مواد آلی فرّار از جمله گروه آروماتیک در ظهر به حداکثر مقدار غلظت برسد. حضور مواد آلی فرّار، تولید ازن و مه دود می‌کند که موجب اسیدی شدن و تغییرات آب و هوایی در کلان‌شهر تهران می‌شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله لازم می‌دانند از تمام کسانی که ما را در انجام این پژوهش یاری نمودند به ویژه پرسنل محترم آزمایشگاه هوا در دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران، صمیمانه تشکر و قدردانی نمایند.

References

[1] Broderick B, Marnane I. A comparison of the C2-C9 hydrocarbon compositions of vehicle fuels and urban air in Dublin, Ireland. *Atmos Environ* 2002; 36(6): 975-86.

[2] Nguyen HT, Kim KH, Kim MY. Volatile organic compounds at an urban monitoring station in Korea. *J Hazardous Materials* 2009; 161(1): 163-74.

[3] Watson JG, Chow JC, Fujita EM. Review of volatile organic compound source apportionment by chemical mass balance. *Atmos Environ* 2001; 35(9): 1567-84.

[4] Chenl TY, Simpson IJ, Blake DR, Rowland FS. Impact of the Leakage of Liquefied Petroleum Gas (LPG) on Santiago Air Quality. *Geophys Res Lett* 2001; 28(11): 2193-6.

[5] Barletta B, Meinardi S, Simpson IJ, Khwaja HA, Blake DR, Rowland FS. Mixing ratios of volatile organic compounds (VOCs) in the atmosphere of Karachi, Pakistan. *Atmos. Environ* 2002; 36(21): 3429-43.

[6] Derwent R, Davies T, Delaney M, Dollard G, Field R, Dumitrean P, et al. Analysis and interpretation of the continuous hourly monitoring data for 26 C2-C8 hydrocarbons at 12 United Kingdom sites during 1996. *Atmos. Environ* 2000; 34(2): 297-312.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1392.12.4.3.3]

[7] Geng F, Zhao C, Tang X, Lu G, Tie X. Analysis of ozone and VOCs measured in Shanghai: A case study. *Atmos Environ* 2007;41(5):989-1001.

[8] EPA Information Sheet No. 21, 'Photochemical Smog. (August 2000).

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1392.12.4.3.3]

Assessment of Volatile Organic Compound (VOC) in Tehran Air Pollution in 2010-2011

M. Sarkhosh[1], A.H. Mahvi[2], M.R. Zare[3], J. Alavi[4], M. Mohseni[5]

Received: 19/02/2012 Sent for Revision: 23/05/2012 Received Revised Manuscript: 30/06/2012 Accepted: 15/07/2012

Background and Objectives: Air pollution is one of the most important problems of this century, which threats humans health. As part of the Photochemical Assessment Monitoring Stations (PAMS) program, this study was conducted to assess volatile organic compounds (VOCs) in Tehran, 2010-2011.

Materials and Methods: This study was a descriptive cross sectional. A total of 11 VOCs were measured at Enghelab square in Tehran by PhoCheck PID Detector at 8 A.M., 12 noon and 16 P.M. Results were reported as descriptive statistics (Mean, standard deviation, median, etc.).

Results: The highest concentrations for the functional groups were recorded by aromatic (AR: 0.549±0.146 ppb), which contributes to the formation of photochemical smog. The relative dominance of the aromatic group and toluene component may be caused by the effects of heavy traffic (0.135±0.108 ppb). Highest values of (VOC) occurred around midday (12 noon). The diurnal variations of VOCs are reported to be affected by such factors as traffic density, and emission sources.

Conclusion: Heavy traffic in Tehran causes the production and publication of aromatic groups, resulting in the acceleration of formation of photochemical smog and ozone.

Key words: Air pollution, Photochemical Assessment Monitoring Stations, VOC

Funding: This research was funded by Tehran University of Medical Sciences.

Conflict of interest: None declared.

Ethical Approval: The Ethics Committee of Tehran University of Medical Sciences approved the study.

How to cite this article: Sarkhosh M, Mahvi AH, Zare MR, Alavi J, Mohseni M. Assessment of Volatile Organic Compound (VOC) in Tehran Air Pollution in 2010-2011. *J Rafsanjan Univ Med Scie* 2013; 12(4): 271-78 [Farsi]

1- MSc Student, Dept. of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2- Assistant Prof. Dept. of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

(Corresponding Author) (021) 88954914, Fax:(021) 88950788, E-mail: ahmahvi@yahoo.com

3- Center for Environmental Research, PhD Student, Dept. of Environmental Health Engineering, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

4- Academic Member School of Environmental Technology, Motahar Institute of Higher Education, Mashhad, Iran

5- MSc Student, Dept. of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1392.12.4.3.3]