مقاله تحقیقی

مجلهٔ دانشگاه علوم پزشکی بابل
دوره چهاردهم، ویژه نامه ۱، زمستان ۱۳۹۰، صفحه ۵۵-۵۰

تغییرات روزانه غلظت ترکیبات (Benzene Toluene, Ethylbenzene Xylenes, BTEX) در هوای شهر تهران

مهدی فضل زاده دویل(MSc)[۱]، روح اله رستمی(MSc)[*۲]، احمد زارعی(MSc)[۳]، مژگان فیضی زاده(BSc)[۴]، مختار مهدوی(MSc)[۵]، علی اکبر محمدی(MSc)[۶]، داود اسکندری(MSc)[۷]

۱- گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل
۲- گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی سمنان
۳- گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۴- گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
۵- شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
۶- گروه بهداشت محیط، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بابل
۷- گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

دریافت: ۸۹/۱۰/۷، اصلاح: ۹۰/۲/۱۴، پذیرش: ۹۰/۶/۱۶

خلاصه

سابقه و هدف: بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلن ها (BTEX) جزو ترکیبات آلی فرار بوده و انتشار آنها به محیط از طریق وسایل نقلیه موتوری و ترکیبات نفتی می باشد و اثرات مضر بر سلامتی دارد. پایش غلظت این ترکیبات و کنترل آنها برای پیشگیری از عوارض ناشی از آنها امری ضروری است. لذا این مطالعه به منظور بررسی تغییرات روزانه غلظت ترکیبات BTEX در هوای شهر تهران انجام شد.

مواد و روشها: در این مطالعه مقطعی غلظت ترکیبات هوا در دو ایستگاه سنجش آلودگی هوا در دو نقطه تهران با شرایط متفاوت از لحاظ منطقه ای و شهری به مدت ۱ ماه به طور ۲۴ ساعته با استفاده از آنالیزور پیوسته، مورد پایش قرار گرفت.

یافته ها: میانگین غلظت بنزن (۱۱/۱۹±۶۳/۲۴)، اتیل بنزن (۹/۰۸±۳۸/۲۳) و زایلن (۳/۲۹±۱۴/۱۳) در ایستگاه شهر ری بیشتر از ایستگاه اقدسیه (به ترتیب ۵/۸۶±۱۶/۵۷، ۱/۶۷±۵/۰۸، ۱/۸۹±۵/۹۶) (p<۰/۰۱)و میانگین غلظت تولوئن (۱/۱۶±۹/۱۱) در ایستگاه اقدسیه بیشتر از شهر ری (۱/۷۸±۷/۶۰) بوده است (p=۰/۰۶۶). نتایج نشان دهنده رابطه همبستگی در اغلب موارد بین غلظت آلاینده ها در هر ایستگاه و بین دو ایستگاه بود (p<۰/۰۵).

نتیجه گیری: با توجه به نتایج به دست آمده علی رغم تفاوت غلظت آلاینده ها در دو ایستگاه، روند تغییرات غلظت آنها در طول شبانه روز مشابه یکدیگر بوده است. لذا این مسئله می تواند در پیش بینی غلظت این ترکیبات در طول روز در نقاط مختلف موثر باشد.

واژه های کلیدی: بنزن، تولوئن، اتیل بنزن، زایلن، آلودگی هوا، ترکیبات آلی فرار.

مقدمه

آلودگی هوا یکی از مشکلاتی است که امروزه با توسعه شهر نشینی، افزایش وسایل نقلیه موتوری و صنعتی شدن، بسیاری از نقاط جهان را درگیر خود ساخته و به لحاظ اینکه هوا نقش بسیار مهمی را در چرخه حیاتی انسان و محیط زیست ایفا می کند، توجه بسیاری از دانشمندان و مسئولین مرتبط با سلامتی انسان و محیط زیست را به خود معطوف داشته است (۱). سالانه کنگره های علمی بسیاری در این رابطه برگزار و تحقیقات بیشماری در رابطه با آن صورت می گیرد. پایتخت ایران، تهران، نیز از این مشکل مبری نبوده و سالهاست که ساکنین آن با این مشکل دست به گریبان هستند. از جمله منابع آلاینده هوا که در تهران مطرح هستند می توان به صنایع اطراف آن و همچنین حمل و نقل داخل شهری اشاره کرد (۳و۲). این منابع آلاینده های متعددی را در هوا منتشر می کنند که طبق تحقیقات صورت گرفته یکی از این دسته ترکیبات که همواره به همراه هم حضور داشته و برای سلامتی انسان نیز حتی در غلظت های بسیار پایین مضر می باشند (۵و۴)، ترکیبات (Benzene Toluene, Ethylbenzene Xylenes, BTEX) می باشد که شامل بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلن

* مسئول مقاله:
آدرس: استان سمنان، شهر دامغان، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت محیط، تلفن: ۰۲۳۲-۵۲۵۰۹۲۱
e-mail: ro.rostamy@gmail.com

[DOR: 20.1001.1.15614107.1390.14.1.19.1]

هستند (۶). منابع اصلی BTEX در هوای شهرها انتشارات ناشی از اگزوز اتومبیل ها می باشد (۷). این ترکیبات جزو ترکیبات آلی فرار بوده و بیشتر از طریق ترکیبات نفتی منتشر می شوند (۸). تحقیقات بسیاری ارتباط بین آلودگی هوا با این ترکیبات و وسایل نقلیه را نشان داده اند (۹). از این ترکیبات بنزن جزو ترکیبات سرطان زا و تولوئن نیز مشکوک به سرطان زایی می باشد (۱۰). ترکیبات BTEX در دسته بندی مواد خطرناک قرار دارند که توسط EPA (Environmental Protection Agency) و ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) ارائه شده است (۱۲و۱۱). مقادیر مجاز این ترکیبات توسط EPA برای آب ذکر شده و استاندارد مواجهه با آنها در هوا برای محیط کار توسط NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) و OSHA (Occupational Safety and Health Association) ذکر شده است (۱۳) (جدول ۱).

جدول ۱. مقادیر استاندارد مواجهه ذکر شده برای ترکیبات BTEX توسط NIOSH(۱۳)

	TWA (ppm) Time Weighted Average	ST (ppm) Short-term Exposure Limit (STEL)
بنزن	۰/۱	۱= (۳/۲۵ mg/m^3)
تولوئن	۱۰۰	۱۵۰ = (۵۶۰mg/m^3)
اتیل بنزن	۱۰۰	۱۲۵ = (۵۴۵ mg/m^3)
زایلن	۱۰۰	۱۵۰ = (۶۵۵ mg/m^3)

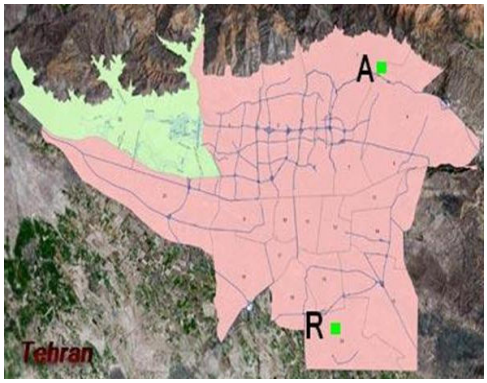
همچنین مقادیر (۳/۱۷ppm) ۷۳۰ µg/m^3 برای تماس ۲۴ ساعته و (۹/۵۶ ppm) ۲۲۰۰ µg/m^3 برای تماس نیم ساعته زایلن ها توسط وزارت محیط زیست Ontario ذکر شده است (۱۴)، و برای تولوئن نیز مقدار (۰/۲۶۶ppm) ۱ mg/m^3 برای تماس نیم ساعته توسط WHO برای منطقه اروپا توصیه شده است (۱۵).

مقادیر ذکر شده برای اتیل بنزن نیز (۰/۲۲ppm) ۱mg/m^3 AAL برای تماس سالیانه توسط دپارتمان محیط زیست آمریکا می باشد (۱۶). استنشاق مقادیر بالای بنزن در کوتاه مدت ممکن است منجر به مرگ شود حال آنکه مقادیر پایین آن منجر به خواب آلودگی، گیجی، تپش قلب، سردرد، لرز، سرگیجه و بی هوشی می شود. خوردن یا نوشیدن غذایی که حاوی مقادیر بالای بنزن است می تواند منجر به استفراغ، سوزش معده، سرگیجه، خواب آلودگی، تشنج و مرگ شود. مهمترین تاثیرات بنزن در تماس دراز مدت به طور مزمن خون روی می دهند. بنزن به مغز استخوان آسیب رسانده و می تواند با کاهش میزان گلبولهای قرمز خون منجر به آنمی شود. همچنین بنزن می تواند موجب افزایش خونریزی و تضعیف سیستم ایمنی شود که احتمال ایجاد عفونت را افزایش می دهد. بنزن موجب لوکمی می شود و با سایر سرطان ها و پیش سرطان های خون نیز همبستگی دارد. یکی از جنبه های سرطانزایی بنزن می تواند مربوط به خاصیت اکسید شوندگی بیولوژیکی آن باشد که در داخل بدن اکسید شده و یک اپوکسید ایجاد می کند (۱۷). غلظت های پایین تا متوسط تولوئن می تواند موجب خستگی، گیجی، ضعف، اعمال غیر ارادی و مشابه مستی، از دست دادن حافظه، تهوع، بی اشتهایی، کاهش شنوایی و کاهش وضوح دید رنگها شود. این علائم معمولا با از بین رفتن تماس با تولئن از بین می روند. تماس با غلظت های زیاد تولوئن در مدت کوتاه می تواند منجر به احساس سبکی سر، سرگیجه یا خواب آلودگی شود. حتی این تماس شدید می تواند موجب بیهوشی و مرگ نیز شود. همچنین تولوئن می تواند تاثیرات منفی بر عملکرد کلیه داشته باشد (۱۸).

از این روی پایش غلظت این ترکیبات و کنترل آنها برای پیشگیری از عوارض ناشی از آنها امری ضروری است که در این جهت بررسی تغییرات و مدل سازی چگونگی تغییر مقادیر آنها در هوای شهر گامی موثر در پیش بینی و پیگیری از عوارض ناشی از آنها است. در این مطالعه نیز به بررسی تغییرات غلظت۲۴ ساعته این ترکیبات در هوای شهر تهران پرداخته شده تا بتوان تغییرات غلظت آنها در طول ۲۴ ساعت تعیین شود.

مواد و روشها

در این مطالعه مقطعی از دو ایستگاه سنجش آلودگی هوا در دو نقطه تهران (اقدسیه و شهر ری) که شرایط متفاوت از لحاظ منطقه ای و شهری دارند، استفاده شد. نمونه برداری به صورت ۲۴ ساعته در طول یک ماه برای هر ایستگاه انجام شد. به منظور امکان مقایسه تغییرات غلظت روزانه در دو ایستگاه، نمونه برداری در دو بازه زمانی متفاوت انجام شد. اندازه گیری غلظت با استفاده از یک سیستم پایشی دائم VOC71M-PID ساخت فرانسه صورت گرفت. این دستگاه به صورت خودکار غلظت BTEX را در هوای آزاد بر مبنای کروماتوگرافی گازی که یکی از روشهای استاندارد اندازه گیری ترکیبات آلی فرار می باشد، با کاربرد گاز حامل نیتروژن، به عنوان فاز متحرک اندازه گیری می کند. از غلظت های میانگین ساعتی که در طول یک شبانه روز شامل ۲۴ غلظت به ازای ۲۴ ساعت بود استفاده گردید و میانگین غلظت هر ساعت به عنوان یک نمونه در نظر گرفته شد. در این مطالعه داده های روزهایی که اندازه گیری در آن ناقص بود، نادیده گرفته شد. به طور کلی، تعداد نمونه های گرفته شده در طی یک ماه در حدود ۵۳۲۸ مورد بود. فاصله این دو نقطه مورد سنجش از همدیگر درحدود ۲۱ کیلومتر می باشد. شکل ۱ موقعیت مکانی ایستگاه ها را در شهر تهران نشان می دهد.



شکل۱. موقعیت ایستگاهها در شهر تهران (R: ایستگاه شهرری A : ایستگاه اقدسیه)

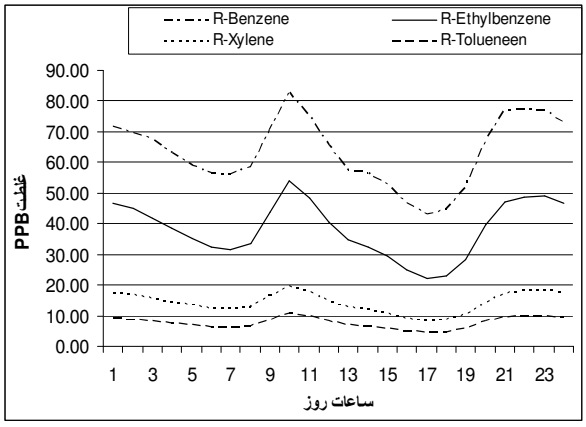
[DOR: 20.1001.1.15614107.1390.14.1.19.1]

در نهایت نتایج حاصله با استفاده از آزمون های Correlation با استفاده از ضریب پیرسون و Repeated-Measures و ANOVA تجزیه و تحلیل شده و p<۰/۰۵ معنی دار در نظر گرفته شد.

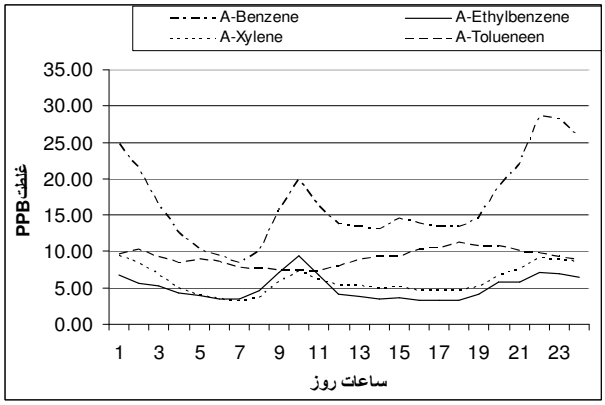
یافته ها

مقادیر غلظت این ترکیبات در هر دو ایستگاه تقریبا از یک روند نزولی و صعودی تبعیت می کنند. به طوری که از ساعت ۱۲ نیمه شب تا حدود ۸ صبح یک روند نزولی در غلظت آلاینده ها دیده شد. سپس تغییرات غلظت، روند صعودی پیدا کرده و تا حدود ساعت ۱۱ صبح این روند ادامه داشته و پس از آن دوباره غلظت این ترکیبات تا حدود ساعت ۱۸ روند نزولی داشته و دوباره تا ساعت ۲۳ روند تغییرات غلظت سیر صعودی داشته و از این ساعت به بعد است که سیر نزولی غلظت تا صبح دوباره اتفاق می افتد. البته در این میان قابل توجه است که غلظت تولوئن در ایستگاه اقدسیه از این روند پیروی نمی کند و روند افت و خیز غلظت آن با سایر آلاینده ها در هر دو ایستگاه متفاوت بوده است. تفاوت دیگر این است که در ایستگاه اقدسیه مقدار حداکثر غلظت ۲۴ ساعته برای بنزن و زایلن در حدود ساعت ۱۰ شب اتفاق می افتد. در حالی که مقدار حداکثر غلظت میانگین ۲۴ ساعته تولوئن و اتیل بنزن و همچنین هر چهار ترکیب در ایستگاه شهر ری در حدود ساعت ۹ صبح بوده است (نمودار ۲و۱).

همبستگی مثبت معنی دار بین تغییرات غلظت چهار آلاینده در طول ۲۴ ساعت هر شبانه روز با مقادیر میانگین آنها در طی کل مدت اندازه گیری یک ماهه، در اغلب روزها وجود دارد (p<۰/۰۵). در اغلب این موارد نیز این رابطه معنی دار بود و (p<۰/۰۱). همبستگی منفی معنی دار نیز تنها در مقادیر تغییرات غلظت دو روز بین غلظت میانگین یک ماهه و غلظتهای ۲۴ ساعته تولوئن در ایستگاه اقدسیه به دست آمد. همبستگی معنی داری بین هر چهار آلاینده در ایستگاه شهر ری مشاهده شد (p<۰/۰۱). در مورد ایستگاه اقدسیه نیز به غیر از تولوئن که همبستگی معنی دار مثبت با هیچ یک از موارد نداشت، با زایلن در ایستگاه شهر ری همبستگی معنی دار منفی داشت (p<۰/۰۳۷)، سایر موارد همبستگی مثبت معنی دار داشتند. غلظت آلاینده ها بین دو ایستگاه به غیر از تولوئن تفاوت معنی داری با یکدیگر داشتندو میانگین مقادیر بنزن، اتیلن بنزن و زایلن در ایستگاه شهر ری بیشتر از ایستگاه اقدسیه است (جدول ۲).



شکل۲. میانگین غلظت به دست آمده برای ساعات مختلف روز برای چهار آلاینده بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلن در ایستگاه شهر ری



شکل۳. میانگین غلظت به دست آمده برای ساعات مختلف روز برای چهار آلاینده بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلن در ایستگاه اقدسیه

جدول ۲. مقادیر میانگین و انحراف معیار برای چهار آلاینده بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلن در دو ایستگاه شهر ری و اقدسیه

نام ایستگاه	پارامتر آماری	بنزن	تولوئن	اتیل بنزن	زایلن
اقدسیه (A)	میانگین (ppb)	۱۶/۵۷ ±۵/۸۶	۹/۱۱ ±۱/۱۶	۵/۰۸ ±۱/۶۷	۵/۹۶ ±۱/۸۹
شهر ری (R)	میانگین (ppb)	۶۳/۲۴ ±۱۱/۱۹	۷/۶۰ ±۱/۷۸	۳۸/۲۳ ±۹/۰۸	۱۴/۱۳ ±۳/۲۹
اقدسیه (A)	p-value	۰/۰۱>	۰/۰۶۶	۰/۰۱>	۰/۰۱>
شهر ری (R)		r=۰/۷۱	r=۰/۳۸	r=۰/۸۹	r=۰/۷۶

بحث و نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان دهنده تفاوت معنی دار غلظت آلاینده ها در دو ایستگاه است. با توجه اینکه دو ایستگاه اقدسیه(شمال شهر) و شهر ری (جنوب شهر) دور از هم بوده و از لحاظ موقعیت، ارتفاع و شرایط محلی مانند استقرار صنایع و ترافیک شهری با هم تفاوت بسیار دارند، این امر می تواند موجب تفاوت در غلظت آلاینده ها گردد. نتایج مطالعه پرداختی و همکارانشان نیز نشان داده است که غلظت هیدروکربورها در قسمت شمالی تهران کمتر است (۳) که نتایج این مطالعه همخوانی دارد. با توجه به نتایج به دست آمده در بررسی روند تغییرات غلظت BTEX در دو ایستگاه در طول ۲۴ ساعت و به جهت وجود همبستگی بین غلظت آلاینده ها و میانگین آنها، می توان نتیجه گرفت که نمودار مقادیر میانگین آلاینده های فوق با روند تغییرات غلظت ۲۴ ساعته آنها مطابقت مناسبی دارد.

علت تفاوت در غلظت بین دو ایستگاه تا حدودی به وضعیت صنعتی بودن، وجود کارخانه زیاد و ترافیک شدید در شهر ری بر میگردد، از طرفی، به جهت اینکه ایستگاه اقدسیه بالاتر از شهر و در قسمت کوهپایه قرار گرفته است لذا آلاینده ها انتشار بیشتری به اطراف داشته و از غلظت آن کاسته شده است. اگرچه در هر دو ایستگاه تغییرات در غلظت BTEX مشهود است اما در هر دو

[DOR: 20.1001.1.15614107.1390.14.1.19.1]

ایستگاه مقادیر همه ترکیبات BTEX زیر استاندارد اعلام شده توسط سازمان های مختلف می باشد. نتایج مطالعه Martinez و همکارانشان نشان داده است که غلظت اغلب ترکیبات آلی فرار در حدود ساعت ۹ صبح بیشترین غلظت را داشت (۱۹) که این مطلب با نتایج حاصل از این مطالعه به خصوص در ایستگاه شهر ری مطابقت دارد.

همبستگی بین غلظت آلاینده در هر ایستگاه و بین دو ایستگاه به غیر از تولوئن که در مواردی عدم همبستگی داشته است، بیانگر تشابه در روند تغییرات غلظت در طول زمان بین ترکیبات BTEX در این ایستگاهها است. نتایج مطالعه Iovino و همکارانش نشان داد که بین میانگین مقادیر غلظت ۲۴ ساعته ترکیبات BTEX در منطقه حومه شهر و دور از آن رابطه همبستگی وجود دارد بدین معنی که تغییرات مقادیر غلظت در طول ۲۴ ساعت شبانه روز در دو منطقه با هم همسو بوده است (۱)، که این مطلب با نتایج حاصل از این مطالعه مطابقت دارد. با وجود تفاوت در غلظت آلاینده ها بین دو ایستگاه، طبق این مطالعه روند تغییرات غلظت این آلاینده ها در هر دو ایستگاه تقریبا مشابه بوده است بنابراین می توان نتیجه گرفت که این روند تغییرات می تواند برای نقاط دیگر نیز صادق باشد، لذا این مسئله می تواند در پیش بینی تغییرات روزانه غلظت این ترکیبات در نقاط مختلف و تعیین نقاط با احتمال وقوع غلظت های بالا مفید واقع گردد.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از شرکت محترم کنترل آلودگی هوای تهران و کلیه مسئولین محترم این شرکت که در این امر همکاری نمودند، تشکر و قدردانی می گردد.

[DOR: 20.1001.1.15614107.1390.14.1.19.1]

A Survey of 24 Hour Variations of BTEX Concentration in the Ambient Air of Tehran

M. Fazlzadeh Davil (MSc) [1], R. Rostami (MSc) [2*], A. Zarei (MSc) [3], M. Feizizadeh (BSc)[4], M. Mahdavi (MSc)[5], A.A. Mohammadi (MSc)[6], D. Eskandari (MSc)[7]

1. Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran
2. Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran
3. Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
4. Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
5. Water & Water Waste Company, Tehran, Iran
6. Department of Environmental Health, Paramedical Sciences Faculty, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran
7. Department of Occupational Health, Paramedical Sciences Faculty, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran

J Babol Univ Med Sci; 14(Suppl 1); Winter 2012; pp: 50-55
Received: Dec 31st 2010 , Revised: Apr 30th 2011, Accepted: Sep 7th 2011.

ABSTRACT

BACKGROUND AND OBJECTIVE: The BTEX chemicals (Benzene, Toluene, Ethyl benzene, and Xylene) are volatile monoaromatic hydrocarbons. Motor vehicles and fuels are examples for major sources of these environmental pollutants emission. They have harmful health effects. To reduce their health influences, monitoring their concentrations and controlling these pollutants in ambient air is indispensable. The aim of this study was to survey 24 hour variations of BTEX concentration in the ambient air of Tehran, Iran.

METHODS: In this cross sectional study, round-the clock concentration variations of these compounds in the atmosphere of Tehran metropolitan city were surveyed. Two air quality monitoring stations, Aghdasieh and Ray, in two different locations in the city were applied. Twenty four hour sampling was carried out by an online sampler on a monthly basis.

FINDINGS: The mean concentration of benzene (63.24±11.19 ppb), ethyl benzene (38.23±9.08) and xylene (14.13±3.29), in Ray was higher than Aghdasieh (16.57±5.86, 5.08±1.67 and 5.96±1.89, respectively) and the mean concentration of toluene in Aghdasieh (9.11±1.16) was higher than Ray (7.6±1.78). The results showed correlations among the concentrations of pollutants in each station in most cases and between two stations ($p< 0.05$).

CONCLUSION: According to the results, despite of the different concentrations of pollutants for two studied stations; a similar trend of daily concentration changes was seen in the stations. This similar trend can be useful in 24 h concentrations prediction of BTEX in ambient air for different places.

KEY WORDS: *Benzene, Toluene, Ethyl benzene, Xylene, Air pollution, Volatile organic compounds.*

*Corresponding Author;
Address: School of Public Health, Department of Environmental Health, Damghan, Semnan Province, Iran
Tel: +98 232 5250921
E-mail: ro.rostamy@gmail.com

[DOR: 20.1001.1.15614107.1390.14.1.19.1]

References

1.Iovino P, Polverino R, Salvestrini S, Capasso S. Temporal and spatial distribution of BTEX pollutants in the atmosphere of metropolitan areas and neighboring towns. Environ Monit Assess 2008;150(1-4): 437-44.

2.Pardakhti A, Esmaeili SA, Eslami E. A study on quantity of polycylic aromatic hydrocarbons in the ambient air of the city of Tehran. J Environ Stud 2004;30(33):16-20.

3.Alijani B, Safavi S. Study of geographical factors in Tehran air pollution. Geogr Res Quarterly 2007;38(6):99-112. Available from: http://journals.ut.ac.ir/page/article-frame.html?langId=en&articleId=12109 [in Persian]

4.Winder C, Stacey NH. Occupational toxicology. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press 2004; p: 624.

5.Dutta C, Som D, Chatterjee A, Mukherjee AK, Jana TK, Sen S. Mixing ratios of carbonyls and BTEX in ambient air of Kolkata, India and their associted health risk. Environ Monit Assess 2009;148:97-107.

6.Martins EM, Arbilla G, Bauerfeldt GF, Paula MD. Atmospheric levels of aldehydes and BTEX and their relationship with vehicular fleet changes in Rio de Janeiro urban area. Chemosphere 2007;67(10): 2096-2103.

7.Majumdar D, Mukherjee AK, Sen S. Apportionment of sources to determine vehicular emission factors of BTEX in Kolkata, India. Water Air Soil Pollut 2008;201(1-4):379-88.

8.Buczynska AJ, Krata A, Strangera M, et al. Atmospheric BTEX-concentrations in an area with intensive street traffic. Atmos Environ 2009;43(2):311-18.

9.Juehong Y, Jeng HA, Gau YY, Lin C, Lee IL. Distribution of volatile organic compounds in ambient air of Kaohsiung, Taiwan. Environ Monit Assess 2006;119(1-3):43-56.

10.Loh MM, Soares J, Karppinen A, et al. Intake fraction distributions for benzene from vehicles in the Helsinki metropolitan area. Atmos Environ 2009;43:301-10.

11. Grzywacz C, Rose CL, Hawks CA, Genoways HH. Air quality monitoring. Storage of natural history collections. Volume 1. A preventive conservation approach. 1995: 197-209. http:// www.bcin.ca/Interface/openbcin.cgisubmit= submit&chinkey= 166416.

12.U.S. Environmental Protection Agency. Technical background document to support rulemaking pursuant to the clean air ActCSection 112(g). Ranking of pollutants with respect to hazard to human health. EPAB450/3-92-010. Emissions Standards Division, Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, NC 1994.

13. Rostami R. Investigation of BTEX removal practicability from contaminated air with use of Fe0 and CuO nanoparticles deposited on amended Iranian Clinoptilolite. Environmental Health Engineering Department. School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran 2009. MSc Thesis [in Persian]

14.WHO Regional Office for Europe. Air quality guidelines for Europe. 2nd ed. Chapter 5.14 Toluene. WHO Regional Office for Europe. Copenhagen, Denmark 2000; p: 288.

15.Cantox Environmental Inc. Assessment report on ethylbenzene for developing ambient air quality objectives. November 2004.

16.Rana SV, Verma Y. Biochemical toxicity of benzene. J Environ Biol 2005;26(2):157-68.

17.Huff J. Benzene-induced cancers: abridged history and occupational health impact. Int J Occup Environ Health 2007;13(2): 213-21.

18.Standards Development Branch. Ontario Ministry of the Environment. Ontario Air Standards for Xylenes, June 2005. [Cited 2012 Jan 6]. Available from: http://www.epa.gov/ttn/ecas/innodata/docum1.pdf

19.Martinez GF, Mahia PL, Lorenzo SM, Rodrigez DP, Fernandez EF. Measurement of volatile organic compounds in urban air of La Coruna, Spain. Water Air Soil Pollut 2001;129(1):267-88.

[DOR: 20.1001.1.15614107.1390.14.1.19.1]