مقاله پژوهشی

فصلنامه پژوهش های نوین در مهندسی محیط زیست
دوره دوم، شماره ٦، تابستان ١٤٠٣ ، صفحات ٦٩-٥٩
شاپا الکترونیکی: ٠٩٣٠-٢٩٨١

تعیین مقادیر و برآورد ریسک سرطان‌زایی بنزن و اتیل بنزن در پاییز و زمستان درشمال‌غرب شهرتهران با نرم‌افزار EPA-IRIS

ارسلان کرامت — گروه محیط زیست، واحد دماوند، دانشگاه آزاد اسلامی، دماوند ، ایران
شهرزاد خرم نژادیان* — گروه محیط زیست، واحد دماوند، دانشگاه آزاد اسلامی، دماوند ، ایران
فرید غلامرضافهیمی — گروه محیط زیست، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی،تنکابن ، ایران
سمیرا قیاسی — گروه محیط زیست، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران ، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۷

واژه‌های کلیدی: ترکیبات آلی فرار، آلودگی هوا، سرطان‌زایی، سلامت

چکیده مبسوط

مقدمه: شهر تهران بدلیل ساختار جغرافیایی و جمعیت در معرض عوامل متعدد آلودگی قرار دارد. در این پژوهش میزان بنزن و اتیل بنزن در فصل پاییز و زمستان در محدوده برخی بزرگراه‌های پرتردد تهران اندازه‌گیری شد. انتشار ترکیبات آلی فرار ناشی از سوزاندن سوخت فسیلی ریسک سرطان‌زایی آن نیز بررسی گشت و با مطالعات پیشین مقایسه شد.

مواد و روش‌ها: ۱۰ ایستگاه در بزرگراه‌های شمال‌غرب تهران برای سنجش میزان بنزن و اتیل بنزن مشخص شد. اندازه‌گیری در صبح، ظهر و عصر صورت گرفت. ارزیابی ریسک سرطان‌زایی با استفاده از نرم افزار IRIS-EPA انجام شد. اندازه‌گیری غلظت بنزن، تولوئن، اتیلن و زایلن (BTEX) با استفاده از روش ۱۵۰۱ موسسه ملی ایمنی و بهداشت شغلی (NIOSH 1501)، که از لوله‌های جاذب زغال فعال (SKC) برای نمونه‌برداری استفاده می‌کند، انجام شد.

نتایج و بحث: بالاترین ریسک سرطان‌زایی بنزن در ایستگاه اتوبان شیخ فضل‌الله نوری و بالاترین ریسک اتیل بنزن نیز در همین ایستگاه بود. نسبت مخاطرت بدست آمد که HI کمتر از ۱ بود.

نتیجه‌گیری: در فصل پاییز و زمستان بنزن و اتیل بنزن دارای $HQ \leq 1$ بود که حد قابل قبول برای مواد غیرسرطان‌زا می‌باشد. ریسک سرطانی برای ساکنین و افراد شاغل نشان داد که با وجود بالا بودن میزان بنزن، خطر سرطان‌زایی و جهش‌زایی در مدت آزمایش وجود نداشت. با توجه به اینکه بیشتر افراد به‌صورت گذرا از اتوبان‌ها استفاده می‌کنند خطر چندانی عابران را تهدید نمی‌کند.

نویسنده مسئول: شهرزاد خرم نژادیان
نشانی: گروه محیط زیست، واحد دماوند، دانشگاه آزاد اسلامی، دماوند ، ایران **تلفن:** ۰۹۳۵۷۹۷۰۹۷۸ **پست الکترونیکی:** khoramnejad@damavandiau.ac.ir

استناد: کرامت ارسلان، خرم نژادیان شهرزاد، غلامرضافهیمی فرید، قیاسی سمیرا. تعیین مقادیر و برآورد ریسک سرطانزایی بنزن و اتیل بنزن در پاییز و زمستان درشمالغرب شهر تهران با نرم افزار EPA-IRIS. فصلنامه پژوهش های نوین در مهندسی محیط زیست. ۱۴۰۳؛ ۲(۶): ۶۹-۵۹.

حقوق نویسندگان محفوظ است. این مقاله با دسترسی آزاد و تحت مجوز مالکیت خلاقانه http://creativecommons.org/licenses/by/4.0 در فصلنامه پژوهش‌های نوین در مهندسی محیط زیست منتشر شده است. هرگونه استفاده غیرتجاری فقط با استناد و ارجاع به اثر اصلی مجاز است.

مقدمه

امروزه ریسک بیماری‌هایی مانند سرطان به واسطه آلودگی هوا افزایش یافته است. وجود منوکسیدکربن، ترکیبات گوگرد و ازت، ذرات معلق، ترکیبات آلی فرار و غیره که توسط اتومبیل‌ها به هوا وارد می‌شود بر روی سلامت افراد اثر می‌گذارد و بیماری‌های مختلفی ایجاد می‌نماید (ویلارونوا ۲۰۱۵). ترکیبات آلی فرار VOCs دارای منشا طبیعی و انسان ساخت هستند (کاپمن ۲۰۰۷). ترکیبات آلی فرار در دمای اتاق بصورت بخار در می‌آیند و بعلت فرار بودن به سرعت وارد محیط می‌گردند این ترکیبات در هوای مناطق صنعتی و شهرهای بزرگ دیده می‌شوند و برای سلامت مضر می‌باشند. این مواد با اکسیدهای نیتروژن واکنش می‌دهند و آلاینده‌های ثانویه سمی ایجاد می‌کنند (حیدرزاده و همکاران ۲۰۲۰). شهر تهران در زمره شهرهای آلوده جهان قرار دارد. آلودگی این کلانشهر ناشی از حمل و نقل، کارخانجات، ترافیک و جمعیت زیاد می‌باشد (میرعلیزاده فرد و همکاران ۲۰۲۴). آلودگی هوا در بیشتر کلان‌شهرها وجود دارد. شهر تهران در برخی فصول بار آلودگی هوای زیادی را تحمل می‌کند. شهر تهران در قسمت شمالی توسط کوه‌ها احاطه شده است. با توجه به اینکه جهت باد غالب در این شهر از جنوب غرب به شمال شرق می‌باشد راهی برای خروج آلاینده‌ها وجود ندارد. سهم عمده آلودگی هوای تهران مربوط به وسایط نقلیه می‌باشد و صنایع این شهر در رتبه بعدی قرار دارند. ترافیک شهری عامل افزایش آلودگی هوا می‌باشد (الله آبادی و همکاران ۲۰۲۲). این امر به‌خاطر ترکیبات جایگزین سرب در بنزین می‌باشد که غنی از ترکیبات آروماتیک می‌باشند (مختاری و همکاران ۲۰۱۶). وسایط نقلیه موتوری که از بنزین و گازوییل استفاده می‌کنند عامل اصلی ورود ترکیبات آلی فرار به هوای شهرهای بزرگ می‌باشند (گاراگ و همکاران ۲۰۱۹). ارزیابی میزان قرارگیری در معرض آلاینده‌های هوا در مناطق شهری و اثر آن بر سلامت انسان اهمیت بسزایی دارد (کاکس ۲۰۰۳). در بررسی‌های انجام شده در کشور هند در شهرهای دهلی، کلکته و بمبئی میزان ترکیبات آلی فرار در هوای شهر زیاد است (مسیح و همکاران ۲۰۱۶).

بنزن، تولوئن و ایزومرهای زایلن که BTX گفته می‌شوند در هوای تنفسی بسیاری از صنایع‌شیمیایی دیده می‌شوند (ساستریک و همکاران ۲۰۱۶). بنزن، تولوئن و زایلن در زمره مواد سمی یا بالقوه سمی طبقه‌بندی شده‌اند (کاستابیل و همکاران ۲۰۰۶). BTX بر اثر احتراق ناقص سوخت فسیلی ایجاد می‌گردد که منبع آن‌ها در محیط شهری از وسایط نقلیه، سوختن پسماند، گرمایش و غیره می‌باشد (فرناندز و همکاران ۲۰۰۲). سرطان‌زایی بنزن در انسان و حیوانات تایید شده است (بهرامی و همکاران ۲۰۱۱). اثر تولوئن و اتیل بنزن بر روی مغز و سیستم عصبی می‌باشد و زایلن بر پوست و سیستم تنفسی اثر منفی دارد. BTX در هوای تنفسی سرطان‌زاست (میری و همکاران ۲۰۱۶). در مطالعاتی که بر روی کارگران پمپ‌بنزین که در معرض تولوئن و بنزن بوده‌اند انجام شده است سوزش گلو، خواب آلودگی، بیحالی و سستی عضلات گزارش شده است (شاکلینگ و همکاران ۲۰۲۱). اندازه‌گیری این ترکیبات در خون و ادرار نشان می‌دهد که کارگر تا چه حد در معرض این ترکیبات بوده است (طاهری و همکاران ۲۰۲۲). بنزن می‌تواند کم خونی آپلاستیک ایجاد کند (امولد و همکاران ۲۰۱۳). بنزن سرطان‌زا می‌باشد که در افرادی که به‌صورت شغلی در معرض این ترکیب بوده‌اند دیده شده است (تاراس و همکاران ۲۰۱۹). دی‌متیل بنزن، همچنین به‌عنوان زایلن شناخته می‌شود، یک ترکیب آلی، فرار، معطر و قابل اشتعال با سه ایزومر است. پارا زایلن، ارتو زایلن و متا زایلن که با موقعیت‌های مختلف گروه‌های متیل متمایز می‌شود. این ترکیب معمولاً در بنزین هواپیما و اتومبیل استفاده می‌شود که از طریق مصرف بنزین وارد محیط می‌شود. مسمومیت با زایلن می‌تواند از طریق استنشاق، بلع یا قرار گرفتن در معرض پوست رخ دهد. اثرات نامطلوب قرار گرفتن در معرض زایلن برای سلامتی شامل رینیت، سردرد، مشکلات کلیوی و کبدی، آلرژی‌های پوستی، تاول‌ها و یووئیت است (کرامت و همکاران ۲۰۲۳).

زمان ماند بنزن در هوا بستگی به وجود سایر آلاینده‌ها و شرایط محیطی دارد (سکار و همکاران ۲۰۱۹). بنزن جذب پوستی، تنفسی و گوارشی دارد. به نظر می‌رسد که جذب بنزن در محیط‌های شهری و غیرصنعتی بیشتر تنفسی می‌باشد.

در این تحقیق که در فصول سرد سال که شاهد بیش‌ترین آلودگی هوای تهران می‌باشد، مقادیر بنزن و اتیل بنزن در صبح، ظهر و عصر اندازه‌گیری شد. اتوبان‌های حکیم، شهید فهمیده و همت غرب محدوده مطالعاتی این پژوهش می‌باشد که در این پژوهش ریسک سرطان‌زایی این ترکیبات بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

جدول ۱ مختصات جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری در شمال‌غرب تهران را نشان می‌دهد. این نقاط مراکز پرتردد و گره‌های ترافیکی می‌باشند. انتخاب نقاط ارزیابی BTX بر اساس حجم ترافیک و نزدیکی به مناطق با ترافیک سنگین بود. نمونه‌گیری در ساعات اوج مصرف در شهر تهران، به‌ویژه از ساعت ۶ تا ۸ صبح، ۱۲ تا ۱۴ و از ساعت ۱۶ تا ۱۸ و هر دوره دو ساعت انجام شد. این نمونه‌گیری در زمستان و پاییز ۱۴۰۱ انجام شد. ۱۰ نقطه برای نمونه‌گیری انتخاب شد. غلظت بنزن، تولوئن ، اتیلن و زایلن (BTEX) با استفاده از روش ۱۵۰۱ موسسه ملی ایمنی و بهداشت شغلی (NIOSH 1501) که از لوله‌های جاذب زغال فعال SKC برای نمونه‌برداری استفاده می‌کرد، اندازه‌گیری شد. به منظور جمع‌آوری نمونه‌های هوا از لوله‌های کربنی نصب شده عمودی استفاده شده است. در مجموع ۱۵۰ میلی‌گرم زغال چوب نارگیل به دو قسمت ۱۰۰ و ۵۰ میلی‌گرمی در لوله‌های جمع‌آوری شده بود. این قطعات از پشم‌شیشه و فومیورتان ساخته شده‌اند که قسمت بزرگ‌تر برای جمع‌آوری گازهای فرار استفاده می‌شود در حالی‌که قطعه کوچک‌تر زمانی استفاده می‌شود که قسمت بزرگ‌تر نتواند همه گازها را جذب کند. این مطالعه با استفاده از پمپ نمونه‌برداری هوای قابل حمل مدل SKC ،EX۴۴-۲۲۴ با دبی ۱۰۰ میلی‌لیتر در دقیقه بر روی لوله‌های زغالی انجام شد.

نمونه‌ها از طریق کروماتوگرافی گازی Agilent 6890N آنالیز شدند.

ارزیابی ریسک سرطان‌زایی با استفاده از برنامه RAIS-EPA محاسبه‌گر RSL(Regional screening level) انجام شده است.

دو سناریو برای ریسک سرطان‌زایی در نظر گرفته شد:

۱- افرادی‌که به‌صورت میانگین ۸ ساعت در روز به مدت ۳۰ سال در محل حضور دارند یا به‌عبارت دیگر حضور شغلی دارند.

۲- افرادی‌که در تمام عمرشان بطور متوسط ۱ ساعت از هوای منطقه استنشاق کرده‌اند و افرادی‌که در منازل این منطقه ساکن هستند.

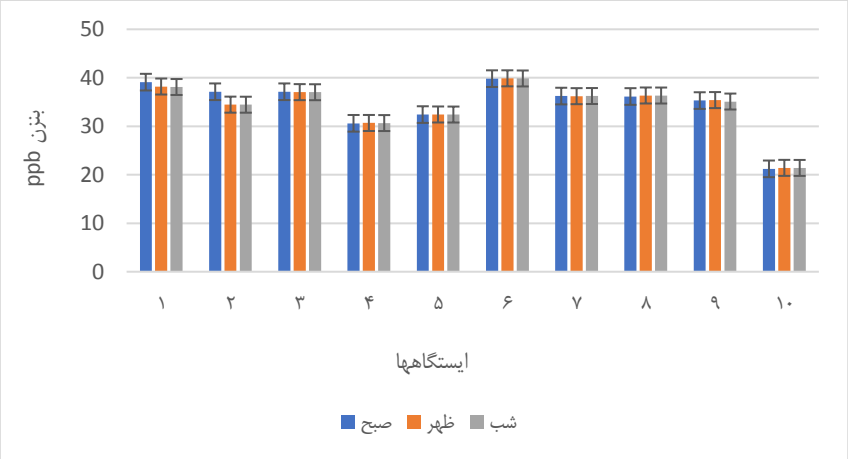
ریسک سرطان‌زایی با استفاده از نرم افزار IRIS-epa محاسبه شده است. نرم افزار IRIS EPA با شناسایی و توصیف خطرات سلامتی مواد شیمیایی موجود در محیط، به حفظ سلامت افراد کمک می‌کند. این ارزیابی می‌تواند یک ماده شیمیایی، گروهی از مواد شیمیایی مرتبط یا مخلوط پیچیده را مورد ارزیابی ریسک قرار دهد. ارزیابی‌های IRIS مقادیر سمیت یک ماده و یا اثرات سلامتی ناشی از قرار گرفتن در معرض مواد شیمیایی را ارائه می‌دهد.

جدول ۱ - مختصات جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری

ردیف	محل نمونه برداری	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	بزرگراه حکیم، نبش خیابان گیشا	۳۵/۷۴۰۹۳۷	۵۱/۳۷۴۸۴۸
۲	بزرگراه حکیم، نبش چمران	۳۵/۷۴۲۶۴۴	۵۱/۳۸۳۲۱۶
۳	بزرگراه حکیم، بعد از بزرگراه آزادگان	۳۵/۷۵۳۸۵۹	۵۱/۲۷۸۷۳۹
۴	بزرگراه همت، نبش بلوار آیت‌الله کاشانی	۳۵/۷۵۳۸۵۹	۵۱/۲۷۸۷۳۹
۵	بزرگراه همت، نبش بزرگراه باکری	۳۵/۷۵۳۳۳۷	۵۱/۲۹۲۳۶۵
۶	بزرگراه شیخ فضل‌الله نوری، نبش بزرگراه جناح	۳۵/۷۱۳۰۶۶	۵۱/۳۳۴۷۲۲
۷	بزرگراه شیخ فضل‌الله نوری، بین بزرگراه جناح و بزرگراه ستاری	۳۵/۷۱۵۲۵۳	۵۱/۳۲۰۵۷۶
۸	بزرگراه شهید فهمیده، بعد از بزرگراه باکری، نبش شیشه مینا	۳۵/۷۱۶۲۴۶	۵۱/۲۸۷۲۷۴
۹	بزرگراه حکیم، تونل رسالت	۳۵/۷۴۴۰۴۸۰۰۷	۵۱/۴۰۵۵۷
۱۰	بزرگراه حکیم، بلوار آزادگان	۳۵/۷۴۱۰۷۶	۵۱/۳۹۷۰۸۱

نتایج و بحث

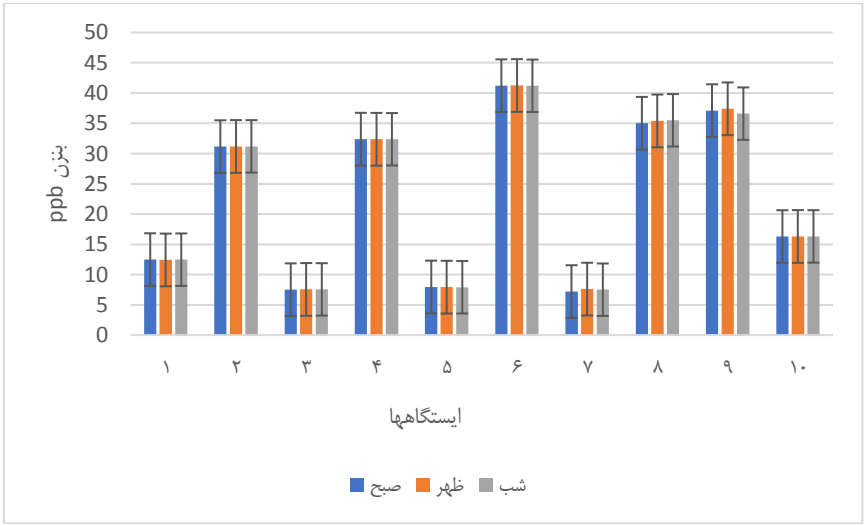
شکل ۱ مقادیر بنزن در فصل پاییز در سه نوبت صبح، ظهر و عصر را نشان می‌دهد. مطابق آزمایشات میزان بنزن در صبح و عصر بیشتر بوده است.



شکل ۱ – مقادیر بنزن در فصل پاییز

آزمایشات نشان می‌دهد میزان بنزن در صبح و عصر نسبت به ظهر بیشتر بوده است. می‌توان نتیجه گرفت که با خنک‌تر شدن هوا میزان بنزن افزایش می‌یابد و کمتر بودن مقادیر در ظهر را می‌توان به تابش خورشیدی و گرم شدن لایه‌های هوا نسبت داد. وزش باد در طول اتوبان می‌تواند به تغییر غلظت کمک کند (باکاس و سیسکان ۲۰۰۳). بیش‌ترین میزان بنزن در فصل پاییز ۳۹/۱ ppb در تقاطع شیخ فضل‌الله و جناح بوده است که این امر بدلیل ترافیک زیاد، نزدیکی به فرودگاه ترمینال غرب و پمپ بنزین می‌باشد.

شکل ۲ مقادیر بنزن در فصل زمستان را نشان می‌دهد. ایستگاه ۶ بیشترین مقادیر و ایستگاه ۳ کم‌ترین مقادیر را برای بنزن نشان می‌دهند.



شکل ۲ – مقادیر بنزن فصل زمستان

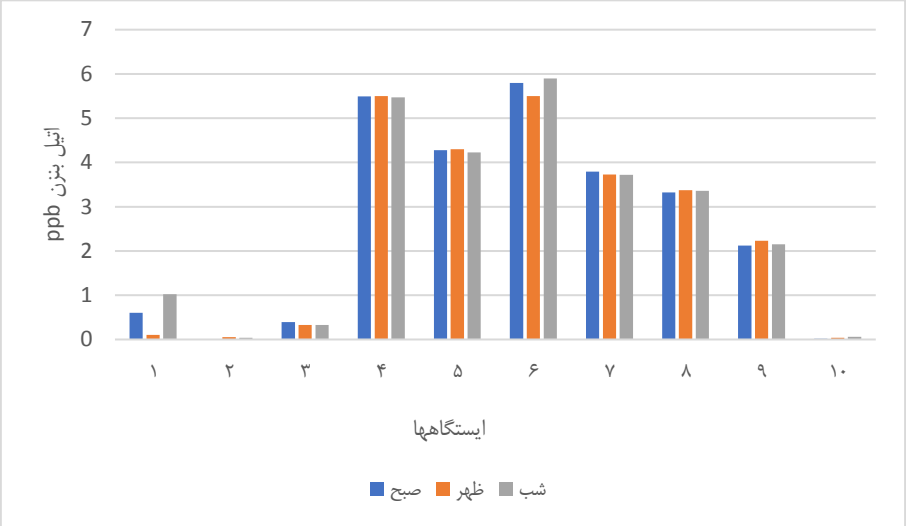
ایستگاه ۶ که بالاترین میزان آلودگی را نشان می‌دهند در مجاورت یکی از پر رفت و آمدترین میادین تهران قرار دارد، وجود پمپ‌بنزین و ترمینال سبب افزایش میزان ترکیبات BTX در این منطقه شده است. در نزدیکی پمپ بنزین‌ها میزان مقادیر BTEX بیشتر می‌باشد و افرادی که در نزدیکی این اماکن زندگی می‌کنند احتمال ابتلا به سرطان در آن‌ها بیشتر است که این امر در مطالعه‌ای که در کشور پرتقال صورت گرفته است بررسی شده است (اینفانت ۲۰۱۷). در مناطق شهری میزان غلظت ترکیبات BTEX در نزدیکی پمپ‌بنزین‌ها بیشتر است (باروس و همکاران ۲۰۱۹). بزرگراه شیخ فضل‌الله نوری، بین بزرگراه جناح و بزرگراه ستاری بیشترین میزان این ماده را نشان می‌دهد و کمترین میزان در اتوبان حکیم دیده می‌شود. می‌توان گفت کاهش این میزان در ظهر در این نقاط به وجود فضای سبز انبوه و ایجاد تلاطم هوا نسبت داد و مانند فصل پاییز می‌توان گفت که در ظهر لایه‌های هوا بر اثر تابش خورشید گرم‌تر شده و اختلاط بیشتری رخ داده است. اما وارونگی هوای صبح‌گاهی به‌دلیل سرمای شبانه می‌تواند علت افزایش مقادیر در صبح باشد. شرایط جوی پایدار، سرد بودن هوا و پایین بودن سرعت باد سبب ایجاد لایه اینورژن می‌شود (مرک و همکاران ۲۰۱۶). ترافیکی که در عصر و پایان ساعات اداری در تهران وجود دارد سبب افزایش مقادیر بنزن و اتیل بنزن می‌گردد.

شکل۳ مقادیر اتیل بنزن در فصل پاییز را نشان می‌دهد. بیشترین مقادیر اتیل بنزن در ایستگاه ۷ اندازه‌گیری شده است. ایستگاه ۱ کم‌ترین مقادیر را نشان داده است.

شکل ۳ – مقادیر اتیل بنزن در فصل پاییز

بالاترین میزان اتیل بنزن ppb ۷/۳۹ متعلق به ایستگاه شیخ فضل‌الله می‌باشد نزدیکی به ترمینال و پمپ‌بنزن و ترافیک بالا علت این افزایش است. انتشار ترکیبات BTX به منبع، نحوه انتقال و فرآیندهای محیطی بستگی دارد. دما، رطوبت، جریان هوا و غیره بر روی پراکنش این مواد اثر دارد. مقادیر در ایستگاه ۱ بسیار کم می‌باشند این امر را می‌توان به جابجایی هوا، ارتفاع بالاتر نسبت به سایر نقاط در این منطقه و وجود فضای سبز در محل نسبت داد. در پژوهشی که با هدف بیان کردن رابطه بین میزان اختلاط در جو و میزان آلاینده‌های اندازه‌گیری شده در منطقه پونک تهران انجام شده است، پژوهش‌گران دریافتند میزان آلودگی هوا در مناطق مختلف تهران به خصوصیات توپوگرافی زمین، پایداری جوی و عمق لایه‌های هوا، شرایط آب و هوایی منطقه، شدت تولید آلاینده‌ها در روزهای مختلف و غیره بستگی دارد (میرعلیزاده و همکاران ۲۰۲۴).

شکل ۴ مقادیر اتیل بنزن فصل زمستان را نشان می‌دهد. بیش‌ترین مقادیر در ایستگاه ۱۰ و کم‌ترین مقادیر در ایستگاه ۲ و ۱۰ اندازه‌گیری شده‌اند.



شکل ٤ – مقادیراتیل بنزن فصل زمستان

نبش بزرگراه جناح بیشترین مقدار را نشان می‌دهد که به علت ترافیک بالا در این ناحیه است. بعدازظهر مقادیر بیشتر است که به علت ترافیک بیشتر در عصر و تجمع آلاینده ها در طول روز می‌باشد. میزان ترکیبات بنزن و اتیل بنزن در جو تابعی از شرایط سینوپتیکی است (دیمتریو و کازامونز، ۲۰۲۰). تراکم اتیل بنزن در شب زیاد شده و در نقاطی که در ساعات دیگر روز مقادیر کم بودند افزایش قابل توجهی دیده می‌شود. خنک تر بودن هوا در این مناطق را می‌توان علت آن دانست. علاوه بر آن، در شب تجمع و ترافیک در بلوار آزادگان و نزدیکی تونل رسالت بیشتر می‌باشد.

با مقایسه فصول پاییز و زمستان مشخص می‌گردد که میزان ترکیبات بنزن و اتیل بنزن در پاییز در همه ایستگاه‌ها بیشتر می‌باشد، می‌توان این را به کمتر بودن میزان بارش در پاییز نسبت داد.

ارزیابی ریسک بهداشتی از ابزارهای مهم در سیستم مدیریت HSE می‌باشد که محاسبه ریسک بیماری در افرادی که در معرض آلاینده‌های خاص قرار دارند را امکان‌پذیر نموده است.

جدول ۲ ریسک سرطان‌زایی بنزن و اتیل بنزن را برای افرادی که در محیط باز کار می‌کنند نشان می‌دهد.

جدول ۲ – ریسک سرطان‌زایی بنزن برای افرادی‌که در محیط باز کار می‌کنند

ماده شیمیایی	SL سرطانزایی TR = 1E − 06 (ug/m3)	SL غیر سرطانزایی THI = 0.1 (۳ug or fibers/m)	سطح غربالگری (ug or fibers/m3)
Benzene	۱/۷۵ E+۰۰	۰/۱E + ۱/۴۶	۱/۷۵E + ۰۰ ca**
Ethylebenzene	۵/۴۵ E+۰۰	۴/۸۷E + ۰۲	۵/۴۵E + ۰۰ ca*

جدول ۳ ریسک سرطان‌زایی بنزن و اتیل بنزن را برای ساکنین منطقه نشان می‌دهد.

جدول ۳ – ریسک سرطان‌زایی بنزن برای ساکنین منطقه

ماده شیمیایی	SL سرطان‌زا TR=1E-06 (ug/m3)	SL غیر سرطان‌زا THI=0.1 (۳ug or fibers/m)	سطح غربالگری (ug or fibers/m3)
بنزن	۳/۶۰E-۰۱	۳/۱۳E+۰۰	۳,۶۰E-۰۱ ca**
اتیلن بنزن	۱/۱۲E+۰۰	۱/۰۴E+۰۲	۱,۱۲E+ ۰۰ca*

بررسی‌ها نشان می‌دهد در زمان‌های ابتدایی مواجهه با ترکیبات BTEX بیش‌ترین میزان جذب تنفسی صورت می‌گیرد (مورایاما ۲۰۰۶). جهت و سرعت باد نقش مهمی در پراکنش و تجمع این مواد دارد (لین و همکاران ۲۰۰۴). با افزایش دما و تابش خورشید بنزن سریع تخریب می‌گردد، نیمه عمر بنزن در هوا ۲ روز می‌باشد (هوک و همکاران ۲۰۰۸).

توصیف داده‌ها توسط برنامه EPA، در نرم‌افزار Excel انجام شد، طبق جدول ۴ و ۵ بیش‌ترین ریسک سرطان‌زایی مربوط به بنزن می‌باشد و کم‌ترین ریسک مربوط به اتیل بنزن است.

ریسک سرطان و سهم خطر HQ از مسیر تنفسی< مسیر پوستی< مسیر بلعی

سازمان بهداشت جهانی WHO، حدود قابل قبول HQ را به شرح ذیل اعلام کرده است:

HQ ≤1 = حد قابل قبول برای مواد غیر سرطان‌زا

HQ>1 = احتمال بالای اثرات سوء بهداشتی

جدول ۴ ریسک سرطان‌زایی بنزن و اتیل بنزن در فصل پاییز را نشان می‌دهد. این جدول ریسک استنشاق این مواد را نشان می‌دهد.

جدول ٤ – ریسک سرطان‌زایی در فصل پاییز

ماده شیمیایی	تنفسی HQ%	ریسکتنفسی ٪	تنفسی HQ%	ریسک تنفسی٪
بنزن	۷۸/۴	۹۷/۱	۱/۱	۰/۰۰۰۰۹۵۳
اتیل بنزن	۰/۲	۲/۹	۰/۰۰۳۱۱	۰/۰۰۰۰۰۲۸۹
ریسک کل/*HI	۱۰۰	۱۰۰	۱/۴	۰/۰۰۰۰۹۸۲

به‌علاوه با در نظر گرفتن حدود قابل قبول HQ از سوی سازمان بهداشت جهانی WHO، و بررسی داده‌های جدول ۴ ملاحظه می‌شود که در فصل پاییز بنزن و اتیل بنزن دارای HQ ≤۱ بوده است که حد قابل قبول برای مواد غیر سرطان‌زا می‌باشد.

جدول ۵ ریسک سرطان‌زایی بنزن و اتیل بنزن در فصل زمستان را نشان می‌دهد. این جدول ریسک استنشاق بنزن و اتیل بنزن را نشان می‌دهد.

جدول ۵ – ریسک سرطان‌زایی در فصل زمستان

ماده شیمیایی	تنفسی HQ%	ریسک تنفسی ٪	تنفسی HQ%	ریسک تنفسی٪
بنزن	۸۶/۲	۹۴/۹	۰/۷۳۶	۰/۰۰۰۰۶۴
اتیل بنزن	۰/۴	۵/۱	۰/۰۰۳۷۱	۰/۰۰۰۰۰۳۴۴
ریسک کل/*HI	۱۰۰	۱۰۰	۰/۸۵۴	۰/۰۰۰۰۶۷۴

طبق داده‌های جدول ۵ در فصل زمستان هیچ‌کدام از پارامترها بالای ۱ نمی‌باشد، به علاوه با در نظر گرفتن حدود قابل قبول HQ از سوی سازمان بهداشت جهانی WHO، و بررسی نتایج آزمایشات ملاحظه می‌شود که در فصل زمستان بنزن و اتیل بنزن دارای HQ ≤۱ بوده است که حد قابل قبول برای مواد غیر سرطان‌زا می‌باشد. این امر می‌تواند به علت بارش و وزش باد در روزهای قبل از نمونه‌برداری باشد. طبق استانداردها این مقادیر جهش‌زا نیز نمی‌باشند. در پژوهشی که در مورد ریسک سرطان‌زایی فلزات سنگین در غرب تهران انجام شده بود HQ سرطان‌زایی را نشان می‌داد (کریمی و همکاران ۲۰۲۲). در تحقیقی که بر روی صنایع فولاد انجام شده است میزان بالای بنزن خطر سرطان‌زایی برای ساکنین مناطق مجاور کارخانه را زیاد نشان می‌دهد (امیدی و همکاران ۲۰۱۸).

پژوهش حاضر با پژوهش میرعلیزاده و همکاران که در سال ۱۳۹۶، با هدف بررسی خطر سلامت آلاینده‌های PM10 و PM2.5 در منطقه پونک تهران انجام گرفت و نشان داد

غلظت‌های متوسط و همچنین غلظت‌های حداکثر آلودگی هوا توسط ذرات معلق می‌تواند منجر به افزایش میزان خطر ابتلا به سرطان در سنین مختلف شود، همخوانی دارد (میرعلیزاده و همکاران ۲۰۲۴)

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

شهر تهران در فضای هلالی‌شکل کوه‌ها استقرار یافته است و هوای تهران نسبت به مناطق مجاور از پایداری بیشتری برخوردار است. سکون هوا در فصول سرد و هنگام وارونگی هوا سبب تجمع شدید آلاینده‌ها در این کلان‌شهر می‌گردد. در این پژوهش میزان بنزن و اتیل بنزن در فصل پاییز و زمستان اندازه‌گیری شده است. قسمت‌هایی از بزرگراه‌ها که ترافیک بیشتری داشتند، آلودگی بیشتری از لحاظ بنزن و اتیل بنزن از خود نشان دادند.

با اندازه‌گیری ریسک سرطان‌زایی توسط نرم‌افزار IRIS-EPA مشخص گردید که در فصل زمستان بنزن و اتیل بنزن دارای HQ ≤۱ بوده است که حد قابل قبول برای مواد غیر سرطان‌زا می‌باشد. ریسک سرطان‌زایی برای ساکنین و شاغلین در این دوره اندازه‌گیری، وجود نداشت. این امر را به این صورت می‌توان توجیه کرد که در دوره نمونه‌برداری این پژوهش به‌خاطر همه‌گیری بیماری کرونا مدارس و دانشگاه‌ها بصورت مجازی برگزار می‌شد و بسیاری از ادارات نیز به‌صورت دورکاری فعالیت می‌کردند. از این‌رو میزان آلودگی در این دوره کمتر از سال‌های قبل و بعد بوده است. از آزمون t مستقل برای بررسی تفاوت معنی‌داری در مناطق اندازه‌گیری استفاده شد. سطح معنی‌داری بیشتر از ۰/۰۵ بود پس تفاوت معنی‌داری در نقاط مختلف وجود نداشت. فرض بر این بود که غلظت BTX در مرکز و شمال‌غرب تهران، با خطر سرطان‌زایی و سهم HQ ارتباط معناداری دارد. برای بررسی از آزمون تحلیل واریانس استفاده شد. مشاهده شد که سطح معنی‌داری بیشتر از ۰/۰۵ بود، پس غلظت BTX در مرکز و شمال‌غرب تهران، با خطر سرطان‌زایی و سهم HQ ارتباط معناداری نداشت. با توجه با بالاتر بودن میزان BTX در نزدیکی پمپ‌بنزین‌ها، پیشنهاد می‌گردد که در پژوهش‌های آتی بررسی ریسک سرطان‌زایی ترکیبات بنزنی برای شاغلین در این قسمت بررسی گردد.

References

1. Abdulrahman, B., Hosien, M., Marzieh, S., & Farideh, G. (2011). Determination of Benzene, Toluene and Xylene (BTX) Concentrations in Air Using HPLC Developed Method Compared to Gas Chromatography. International journal of occupational hygiene, 3, 12-17.
2. Allahabady, A., Yousefi, Z., Ali Mohammadpour Tahamtan, R., & Payandeh Sharif, Z. (2022). Measurement of BTEX (benzene, toluene, ethylbenzene and xylene) concentration at gas stations. Environmental Health Engineering and Management. doi 10.34172/EHEM.2022.04
3. Bakeas EB, Siskon PA. Dispersion ofvolatilehydrocarbons in urban streetcanyons. J Air Waste Manag Assoc 2003;53(4): 493-504. DOI: 10.1080/10473289.2003.10466166
4. Barros N, et al. Environmental and biological monitoring of benzene, toluene, ethylbenzene and xylene (BTEX) exposure in residents living near gas stations. J Toxic Environ Health A. 2019;82(9):550–563. DOI: 10.1080/15287394.2019.1634380
5. Costabile, F., Bertoni, G., Desantis, F., Wang, F., Weimin, H., Fenglei, L., & Allegrini, I. (2006). A preliminary assessment of major air pollutants in the city of Suzhou, China. Atmospheric Environment, 40, 6380-6395.. .https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2006.05.056
6. Cox, R.M. (2003) The Use of Passive Sampling to Monitor Forest Exposure to O3, NO2 and SO2: A Review and Some Case Studies. Environmental Pollution, 126, 30-311. DOI: 10.1016/s0269-7491(03)00243-4
7. Dimitriou K, Kassomenos P. Background concentrations of benzene, potential long range transport influences and corresponding cancer risk in four cities of

8. central Europe, in relation to air mass origination. J Environ Manage. 2020 May 15;262:110374. doi: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110374
9. Fernandes, M.B., Brickus, L.S., Moreira, J.C., & Cardoso, J.N. (2002). Atmospheric BTX and polyaromatic hydrocarbons in Rio de Janeiro, Brazil. Chemosphere, 47 4, 417-25. DOI: 10.1016/s0045-6535(01)00319-8
10. Florentina V, Alberto N, Araceli T, José A, Beatriz Cabañas & Ernesto Martínez (2016) Ambient levels of volatile organic compounds and criteria pollutants in the most industrialized area of central Iberian Peninsula: intercomparison with an urban site, Environmental Technology, 37:8, 983-996, doi: 10.1080/09593330.2015.1096309.
11. Garg, A., Gupta, N., & Tyagi, S. (2019). Study of seasonal and spatial variability among Benzene, Toluene, and p-Xylene (BTp-X) in ambient air of Delhi, India. Pollution, 5(1), 135-146. doi : 10.22059/poll.2018.260934.469
12. Hedayatzadeh F, Hassanzadeh N. Occurrence, Probable Source, and Health Risk Assessment of Benzene, Toluene, Ethylbenzene, and Xylene Compounds in Ambient Urban Atmosphere in Ahvaz, Iran . Arch Hyg Sci 2020;9(2):152-167. Doi: 10.29252/ArchHygSci.9.2.152. dor : 20.1001.1.22519203.2020.9.2.4.3
13. Hsieh PY, Shearston JA, Hilpert M. Benzene emissions from gas station clusters: a new framework for estimating lifetime cancer risk. J Environ Health Sci Eng. 2021 Jan 7;19(1):273-283. doi: 10.1007/s40201-020-00601-w. eCollection 2021 Jun.
14. https://epa-prgs.ornl.gov/cgi-bin/chemicals/csl_search
15. Infante PF. Residential proximity to gasoline stations and risk of childhood leukemia. Am J Epidemiol. 2017;185(1):1–4. https://doi.org/10.1093/aje/kww130
16. Keramat, A., Khoramnejadian, Sh., Fahimi, F gh. (2024) Assessment of BTX Concentrations Along Hakim Expressway: A Case Study from Milad Tower to Resalat Tunnel. Anthropogenic Pollution, 7(2), 1-7. https://doi.org/10.57647/j.jap.2023.0702.20
17. Koppmann, R. (Ed.) (2007), Volatile Organic Compounds in the Atmosphere, Blackwell, Oxford, U. K., doi:10.1002/9780470988657
18. Marć M, Bielawska M, Simeonov V, Namieśnik J, Zabiegała B. The effect of anthropogenic activity on BTEX, NO2, SO2, and CO concentrations in urban air of the spa city of Sopot and medium-industrialized city of Tczew located in North Poland. Environ Res. 2016 May;147:513-24. Doi: 10.1016/j.envres.2016.03.014. Epub 2016 Mar 15. PMID: 26990845.
19. Masih, A.K., Lall, A.S., Taneja, A., & Singhvi, R. (2018). Exposure levels and health risk assessment of ambient BTX at urban and rural environments of a terai region of northern India. Environmental pollution, 242 Pt B, 1678-1683 . . DOI: 10.1016/j.envpol.2018.07.107
20. Masih, A; Lall, A S; Taneja, A; Singhvi, R.(2018). Exposure levels and health risk assessment of ambient BTX at urban and rural environments of a terai region of northern India. Environmental Pollution, ISSN: 0269-7491, Vol: 242, Issue: Pt B, Page: 1678-1683. DOI: 10.1016/j.envpol.2018.07.107
21. Miralizadeh Fard, S. R., Khoram Nejadian, S., & Rashidi, Y. (2024). Health risk assessment of air particulate pollutants (PM10 and PM2. 5) in Tehran, A case study of Poonak. Journal of Natural Environment, 76(4), 675-687.[in Persian] . doi : 10.22059/jne.2023.356444.2536.[in Persian] (1) .
22. miralizadeh fard, S. R., Khoramnejadian, S., Rashidi, Y. Investigating the relationship between daily and monthly concentrations of urban air pollutants with the mixing depth in Poonak station by Using AERMOD model. Journal of Environmental Science Studies, 2021; 6(2): 3587-3595.[in Persian] (2).
23. Miri, M., Rostami Aghdam Shendi, M., Ghaffari, H.R., Ebrahimi Aval, H., Ahmadi, E., Taban, E., Gholizadeh, A., Yazdani Aval, M., Mohammadi, A., & Azari, A. (2016). Investigation of outdoor BTEX: Concentration, variations, sources, spatial distribution, and risk assessment.

Chemosphere, 163, 601-609 .. DOI : 10.1016/j.chemosphere.2016.07.088

24. Mokhtari M, Hajizadeh Y, Mohammadi A, Miri M, Abdollahnejad A, Niknazar H. Ambient Variations of Benzene and Toluene in Yazd, Iran, Using Geographic Information System. J Mazandaran Univ Med Sci 2016; 26 (138) :131-139 [In Persian] .
25. MuRAyAMA, R., Goto, S., Nakajima, D., Fujimaki, H., Watanabe, I., Arashidani, K., & Uchiyama, I. (2006). Measurements of exposure concentrations of benzene, toluene and xylene, and amounts of respiratory uptake. *Journal of UOEH*, *28*(2), 173-183.
26. Lin, T. Y., Sree, U., Tseng, S. H., Chiu, K. H., Wu, C. H., & Lo, J. G. (2004). Volatile organic compound concentrations in ambient air of Kaohsiung petroleum refinery in Taiwan. *Atmospheric Environment*, *38*(25), 4111-4122.
27. Omidi, F, Fallahzadeh, R A, Dehghani, F, Herati, B, Barati Chamigi, S, and Ghoribi, V. (2018). Cancer and non -carcinogenic risk assessment of volatile organic compounds (BTEX) using Monte Carlo's simulation technique in a steel industry. Work Health and Safety, 8 (3), 299-308.[in Persian]
28. Scott M. Arnold, Juergen Angerer, Peter J. Boogaard, Michael F. Hughes, Raegan B. O'Lone, Steven H. Robison & A. Robert Schnatter (2013) The use of biomonitoring data in exposure and human health risk assessment: benzene case study, Critical Reviews in Toxicology, 43:2, 119-153, DOI: 10.3109/10408444.2012.756455
29. Sekar, A., Varghese, G.K., & Ravi Varma, M. (2019). Analysis of benzene air quality standards, monitoring methods and concentrations in indoor and outdoor environment. Heliyon, 5:11, e02918. DOI: 10.1016/j.heliyon.2019.e02918
30. Sostaric A, Stojic A, Stojic SS, Grzetic I. Quantification and mechanisms of BTEX distribution between aqueous and gaseous phase in a dynamic system. Chemosphere 2016;144:721-7. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.09.042
31. Sunisa Ch, Pornnapa S, Norbert K & Herman A (2021) Exposure to benzene and toluene of gasoline station workers in Khon Kaen, Thailand and adverse effects, Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal, 27:7, 1823-1837. https://doi.org/10.1080/10807039.2021.1910010
32. Taheri, E , Yousefinejad ,S, & Dehghani , F,(2022) Investigation of some effective factors on urinary metabolites in biological monitoring of benzene, toluene, and xylene compounds, International Journal of Environmental Analytical Chemistry, DOI: 10.1080/03067319.2022.2097871
33. Teras LR, Diver WR, Deubler EL, Krewski D, Flowers CR, Switchenko JM, Gapstur SM. Residential ambient benzene exposure in the United States and subsequent risk of hematologic malignancies)2019). Int J Cancer. 15;145(10):2647-2660. DOI: 10.1002/ijc.32202

Research Article

Journal of New Researches in Environmental Engineering

Volume 2, Issue 6, Summer 2024, Pages 59-69

ISSN (Online): 2981-0930

Determine and estimate the carcinogenic risk of benzene and ethyl benzene in the fall and winter in the west of Tehran with EPA-IRIS software

Arsalan Keramati Department of environment,Damavand branch, Islamic azad university, Damavand,iran.

Shahrzad Khoramnejadian* Department of environment,Damavand branch, Islamic azad university, Damavand,iran.

Farid GholamrezaFahimi Department of Environment, Tunkabon Branch, Islamic Azad University, Tunkabon, Iran

Samira Ghiasi Department of Environment, Central Tehran Branch, Islamic Azad University,Tehran, Iran

Received: 06 Aug 2024

Accepted: 17 Sep 2024

Keywords: Volatile organic compounds, air pollution, carcinogenicity, health

Extended Abstract

Introduction: The city of Tehran is exposed to numerous contaminants due to its geographical structure and population. In this study, the amount of benzene and ethyl benzene was measured in the autumn and winter season in some of the highways of Tehran. The absence of volatile organic compounds caused by fossil fuel burning of its carcinogenic risk was also investigated and compared with previous studies.

Materials and Methods: 10 stations on northwestern Tehran highways were identified to measure benzene and ethyl benzene. Cancer risk assessment was performed using IRIS-EPA software. The BTEX concentration was measured using the method of 1501 National Institutes of Career Safety and Health (NIOSH 1501), which used SKC coal absorbent pipes for sampling.

Results and Discussion: The highest cancer risk of benzene at the Sheikh Fazlullah Nouri highway station and the highest risk of ethyl benzene was at the same station.

Conclusion: In the autumn and winter, benzene and ethyl benzene had 1≥ HQ. Cancer risk for residents and employees showed that despite the high levels of benzene, there was no risk of carcinogenicity and mutation during the test. Given that most people use highways; it does not threaten much of pedestrians.

Corresponding author: Shahrzad Khoramnejadian

Address: Department of environment,Damavand branch, Islamic azad university, Damavand,iran. **Tel:** +989357970978

Email: khoramnejad@damavandiau.ac.ir

Citation: Keramati A, Khoramnejadian Sh, Gholamreza Fahimi F, Ghiasi S. Determine and estimate the carcinogenic risk of benzene and ethyl benzene in the fall and winter in the west of Tehran with EPA-IRIS software. Journal of New Researches in Environmental Engineering. 2024; 2(6): 59-69.

© 2024, This article published in Journal of New Researches in Environmental Engineering (JNREE) as an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0). Non-commercial use, distribution and reproduction of this article is permitted in any medium, provided the original work is properly cited.