

سنجش مقدار MTBE در جایگاه‌های سوخت رسانی و سطح شهر تهران

* دکتر هما کشاورزی شیرازی

** مهندس فرح سادات هالک

*** مهندس محسن میرمحمدی

چکیده

MTBE^(۱) یکی از ترکیبات آلی فرار در هوای تنفسی است. ائتلاف بنزین درجایگاه‌های سوخت رسانی و تردد خودروها در سطح شهر از جمله منابع ورود MTBE به هوای شهر است. مطالعات انجام شده در تهران نشان می‌دهد که روزانه حدود ۵۲۰۰۰ لیتر بنزین در جایگاه‌های سوخت رسانی سطح شهر (به طور متوسط ۴۱۵ لیتر از هر یک از جایگاه‌ها) تلف می‌شود. این مقدار ائتلاف بنزین در هر روز قادر است هوای محیط اطراف جایگاه‌ها را آلوده کند. در این تحقیق MTBE در هوای محوطه و اطراف دو جایگاه سوخت رسانی و همچنین در ۲۰ نقطه سطح شهر در دو فصل سرد و گرم سال مورد سنجش قرار گرفته است. نتایج این تحقیق نشان داده است که غلظت MTBE در جایگاه خاوران در ماه‌های خرداد و تیر (۱۰/۷-۳/۳ ppm) از آذر ماه (۶/۴-۴/۳ ppm) بالاتر است علاوه بر آن غلظت MTBE در اطراف جایگاه خیابان بهشتی در همان ماه‌های خرداد و تیر ۵/۵-۲/۲ ppm بوده است. همچنین نتایج نشان داد که شعاع تاثیر آلودگی جایگاه‌های سوخت رسانی در هوای محیط اطراف آن حدود ۳۰ متر از مرکز جایگاه است. نتایج سنجش در سطح شهر نشان داد که در تابستان، میزان متوسط MTBE، حدود ۱/۲ - ۱٪ است. در ۶۳ درصد نمونه‌های برداشتی از سطح شهر نیز غلظت بیشتر از مقادیر پیشنهادی برای هوای تنفسی است. علاوه بر آن تفاوتی بین نتایج سنجش MTBE در دو فصل گرم و سرد سال وجود ندارد. به این معنی که در طول سال غلظت MTBE در سطح شهر و اطراف جایگاه‌ها یکسان است.

کلید واژه‌ها

آلودگی هوا، ائتلاف بنزین، MTBE، جایگاه‌های سوخت رسانی، منابع متحرک آلودگی هوا

سرآغاز

MTBE یک اتر فرار، قابل اشتعال، بی رنگ و در دمای اتاق مایع است، بویی شبیه ترپانتین دارد و حاصل واکنش کاتالیکی بین متانول و ایزوبوتیلن است. این ماده قابل حل در بنزین است و سایر الکل ها و اترها در آن حل می شوند. خصوصیات فیزیکوشیمیایی این ماده در جدول شماره (۱) خلاصه شده است. MTBE به عنوان جایگزینی برای تترا اتیل سرب به بنزین اضافه و عدد اکتان را بالا می برد.

جدول شماره (۱): مشخصات فیزیکی و شیمیایی

واحد	$\text{CH}_3\text{OC}(\text{CH}_3)_3$	فرمول شیمیایی
گرم بر مول	۸۸/۱۵	وزن مولکولی
میلی گرم در لیتر	۴۲۰۰۰-۵۴۰۰۰	حلالیت (۲۰C)
میلی متر جیوه	۲۵۱	فشار بخار (۲۵C)
درجه سانتیگراد	۵۵	نقطه جوش

MTBE ۵-۲ درصد وزنی (۱۵ درصد حجمی) بنزین را تشکیل می دهد، افزایش آن به بنزین باعث کاهش منوکسید کربن و ازن آتمسفری شده و مشکل مه دود را تا حدودی رفع می نماید (Squillace, 1996; U.S Geological Survey, 1995). استفاده از این ترکیب می تواند مشکل سرب را در هوا حل کند. MTBE اولین بار در ایالات متحده در اواخر دهه ۱۹۷۰ مورد استفاده قرار گرفت. به دلیل مسائل اقتصادی و ملاحظات تهیه و تامین اکسیژنات ها MTBE بیشتر از سایر ترکیبات کاربرد دارد. این ماده از طریق تماس تنفسی و پوستی می تواند عوارض منفی برای انسان داشته باشد و از طرق گوناگون می تواند وارد محیط زیست می شود. تمام منابع منتشر کننده MTBE به محیط به طور مستند شناسایی نشده اند اما انتشار آن از اگزوز خودروها، اتلاف بنزین در جایگاه های سوخت رسانی هنگام سوختگیری، نشت و رهاسازی از مخازن ذخیره زیرزمینی، نشت از لوله های انتقال، بی دقتی در نگهداری و حمل بنزین و حوادث رانندگی منابع اصلی ورود MTBE به محیط زیست می باشند. (U.S Geological Survey, 1995 و Ahmed, 2001). بر اساس تحقیقات انجام شده حدود ۵۲۰۰۰ لیتر بنزین در جایگاه های سوخت رسانی شهر تهران هر روز به هدر می رود (میر محمدی، ۱۳۸۲).

این اتلاف می تواند موجب انتشار مقدار قابل ملاحظه ای MTBE به صورت بخار شود. در نتیجه بیشترین خطر تماس با این ماده در پمپ بنزین ها و در حین سوختگیری می باشد. از آنجایی که تا به حال در زمینه سنجش MTBE در جایگاه های سوخت رسانی در سطح شهر تهران (و در مجموع در کل کشور) تحقیقی صورت نگرفته است انجام

این تحقیق یعنی سنجش MTBE در محدوده جایگاه های سوخت رسانی در سطح شهر کاری کاملاً ضروری به نظر می رسد. البته باید به این امر توجه داشت که عمده ترین مشکل وجود MTBE در سوخت ورود آن به خاک، آب های سطحی و زیرزمینی است.

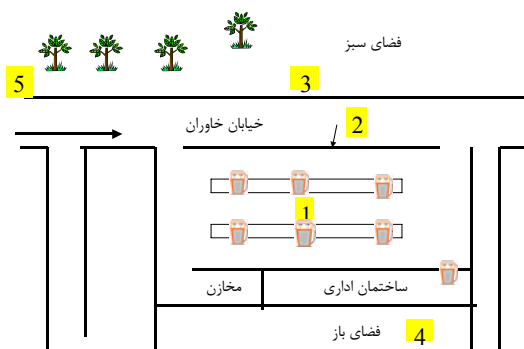
روش تحقیق

برای اندازه گیری MTBE در جایگاه های سوخت رسانی و سطح شهر مراحل زیر به ترتیب انجام شد:

انتخاب محل نمونه برداری:

در این تحقیق دو جایگاه سوخت رسانی در دو منطقه شهر انتخاب شد: جایگاه اختصاصی ۱۰۲ واقع در خیابان خاوران (جنوب شرقی تهران) و جایگاه شرکتی ۲۴ واقع در خیابان شهید بهشتی (مرکز شهر).

برای مقایسه غلظت آلاینده ها در فواصل مختلف از مرکز جایگاه، نمونه برداری از مرکز جایگاه و اطراف آن به صورت همزمان انجام شد. به این نحو که به طور همزمان سه یا چهار دستگاه نمونه برداری، یکی در مرکز جایگاه و مابقی در فواصل ۸، ۳۰، ۵۰ و ۲۰۰ متری از جایگاه نصب، و نمونه برداری انجام شد. همچنین برای امکان مقایسه غلظت آلاینده ها در فصول مختلف، نمونه برداری در دو فصل گرم و سرد سال انجام گرفت (در ماه های خرداد- تیر و آذر). نمونه برداری در محدوده تنفسی افراد (ارتفاع حدود ۱۷۰ cm) انجام شده است. مکان های نمونه برداری در جایگاه ها و شعاع های اطراف آنها در شکل های شماره (۱) و (۲) مشاهده می شود.



شکل شماره (۱): موقعیت جایگاه خاوران و نقاط نمونه برداری، ۱- مرکز جایگاه ۲- فاصله ۸ متری ۳- فاصله ۲۵ متری ۴- فاصله ۵۰ متری ۵- فاصله ۱۰۰ متری جایگاه (فاصله با نقطه ۳)

کد ۳۷-۲۲۶ را برای نمونه‌برداری MTBE پیشنهاد کرده است (دستورالعمل SKC، ۲۰۰۰). ولی سوابق تحقیقات بین‌المللی نشان داده که از جاذب‌های کربن فعال (کد ۰۱-۲۲۶) می‌توان برای نمونه‌برداری MTBE استفاده کرد. در این تحقیق نیز به دلیل در دسترس نبودن جاذب کربن فعال با کد ۳۷-۲۲۶ از جاذب با کد ۰۱-۲۲۶ استفاده شد. ولی از نظر صحت و دقت کار تغییری در نتایج به وجود نیامده است زیرا منحنی استاندارد با همین جاذب تهیه شد. مدت نمونه برداری بین ۳ تا ۸ ساعت و دبی هوای عبوری از داخل جاذب ۱۸۰ ml/min بود. مراحل نمونه‌برداری به ترتیب زیر انجام شد:

۱- در مسیر عبور هوا بداخل پمپ نمونه‌برداری یک لوله جاذب قرار داده شد (برای حذف مقاومت کربن موجود در لوله جاذب در برابر عبور جریان هوا) و سپس به کمک دستگاه کالیبراتور دیجیتالی، پمپ نمونه‌برداری روی دبی ۱۸۰ ml/min تنظیم شد.

۲- هنگام شروع نمونه‌برداری دو طرف یک لوله جاذب شکسته شد تا هوا به راحتی وارد و از طرف دیگر خارج شود.

۳- لوله جاذب مطابق جهت فلش به پمپ نمونه‌برداری وصل و بلافاصله پمپ روشن شد. در زمان اتصال جاذب به پمپ و در طی مدت نمونه‌برداری نیز سعی می‌شد که چند بار دبی پمپ کنترل شود.

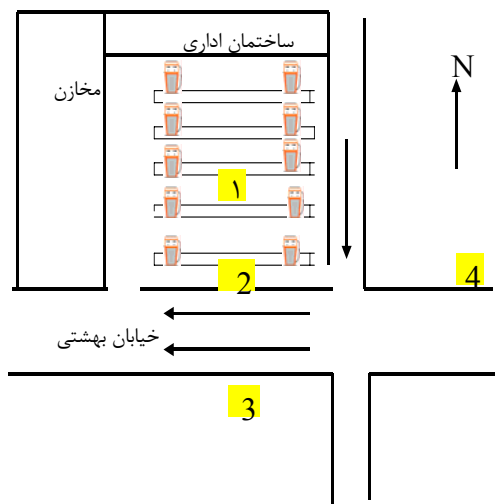
۴- لوله جاذب در طول نمونه‌برداری بصورت عمودی در مسیر جریان هوا قرار گرفت تا از ایجاد جریان میان بر در بستر کربن فعال جلوگیری شود.

۵- بعد از خاتمه نمونه‌برداری دو طرف لوله جاذب توسط سرپوش پلاستیکی مخصوص کاملاً بسته و تا قبل از استخراج و سنجش در سردخانه یخچال نگهداری شد.

۶- برای جلوگیری از واژدبی آلاینده‌های جذب شده روی جاذب، سنجش نمونه‌ها ۱ تا حداکثر ۲ روز بعد از نمونه‌برداری انجام شد.

روش بازیافت نمونه از جاذب و تعیین راندمان بازیافت

بعد از نمونه‌برداری و جمع‌آوری آلاینده توسط جاذب، باید ترکیبات مورد نظر از سطح کربن فعال جدا می‌شد تا امکان تزریق آن به دستگاه گازکروماتوگراف فراهم شود. برای این منظور از حلال CS₂ استفاده شد. برای استخراج نمونه از جاذب مراحل زیر به ترتیب



شکل شماره (۲): موقعیت جایگاه بهشتی و نقاط نمونه ۱- مرکز جایگاه ۲- فاصله ۸ متری ۳- فاصله ۳۰ متری ۴- فاصله ۲۰۰ متری از جایگاه

تهیه مواد و تجهیزات مورد نیاز

- پمپ نمونه‌برداری پرسنلی ساخت شرکت SKC مدل 224-44EX با دبی ۵-۰ lit/min؛
- لوله‌های جاذب کربن فعال ساخت شرکت SKC با کد: 226-01؛
- کالیبراتور پمپ نمونه‌برداری برای تنظیم دبی در محدوده ۰-۱ lit؛
- دستگاه وایبراتور (microsonic) برای استخراج نمونه از جاذب؛
- دستگاه گازکروماتوگراف PERKIN ELMER-Sigma 3B، ستون 80/100 mesh، APL و دتکتور FID و گاز حامل نیتروژن 30 ml/min، دمای کوره (oven)، ردیاب (detector) و قسمت تزریق (Injector) به ترتیب ۱۴۰، ۲۰۰ و ۲۰۰ درجه سانتیگراد؛
- حلال CS₂ و MTBE با خلوص بالا برای تهیه محلول‌های استاندارد.

تعیین روش مناسب برای نمونه برداری:

بهترین روش نمونه‌برداری از گازها و بخارات آلی طبق توصیه NIOSH^(۲) و OSHA^(۳) استفاده از جاذب هاست. SKC جاذب با

رابطه (۲)

Error! Objects cannot be created from editing field codes.

W_f : مقدار ماده آلاینده موجود در بخش جلویی کربن فعال نمونه اصلی (میکروگرم)

W_b : مقدار ماده آلاینده موجود در بخش عقبی کربن فعال نمونه اصلی (میکروگرم)

B_f : مقدار ماده آلاینده موجود در بخش جلویی کربن فعال نمونه شاهد (میکروگرم)

B_b : مقدار ماده آلاینده موجود در بخش عقبی کربن فعال نمونه شاهد (میکروگرم)

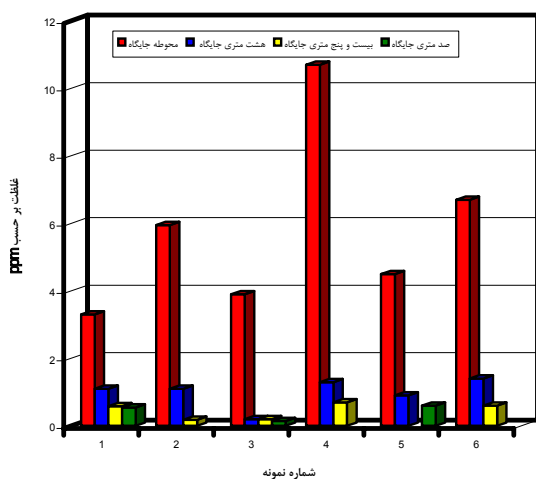
V : حجم هوای نمونه برداری بر حسب لیتر (حجم تصحیح شده)

R : میزان بازیافت نمونه از کربن فعال

C : غلظت ماده آلاینده در هوا (میکروگرم در مترمکعب)

یافته‌ها

نتایج سنجش MTBE در جایگاه‌های سوخت رسانی و سطح شهر در شکل‌های شماره ۳ تا ۱۱ و جداول شماره (۲) و (۳) خلاصه و تمام اعداد بر حسب ppm بیان شده است.



شکل شماره (۳): غلظت MTBE در شش بار نمونه برداری همزمان از فواصل مختلف محوطه جایگاه خاوران طی ماه‌های خرداد و تیر

انجام شد: ۱- برداشت سرپوش پلاستیکی لوله ۲- خارج کردن اسفنج ابتدای لوله جاذب ۳- تخلیه کربن فعال بخش جلویی لوله داخل یک ویال شیشه‌ای ۴- وارد کردن یک میلی لیتر حلال CS_2 به ویال و محکم کردن درب آن ۵- تکرار عملیات برای بخش عقبی لوله ۶- قرار دادن ویال‌ها به مدت پنج دقیقه داخل ویبراتور برای تعیین میزان بازیافت نمونه از کربن فعال عملیات زیر به ترتیب انجام شد:

۱- بخش انتهایی شش عدد لوله کربن فعال شکسته و با برداشت اسفنج آن کربن فعال قسمت انتهایی (۵۰mg) تخلیه شد. سپس مقادیر مشخصی از محلول استاندارد آلاینده‌های مورد نظر (۱ تا ۱۰ میکرولیتر) بوسیله سرنگ به داخل کربن فعال (۱۰۰mg) کربن باقیمانده در لوله جاذب) تزریق و پس از گذاشتن سرپوش پلاستیکی روی دهانه لوله‌های جاذب، به مدت ۱۲ ساعت در هوای معمولی نگهداری شد تا ماده تزریقی، جذب آنها شود.

۲- نمونه‌ها مانند روش قبل از جاذب جدا شده و توسط دستگاه گازکروماتوگراف مورد سنجش قرار گرفتند.

۳- میزان بازیافت نمونه بصورت زیر محاسبه شد (بهرامی-۱۳۷۸).

رابطه (۱)

$$R = \frac{X}{Y} \times 100$$

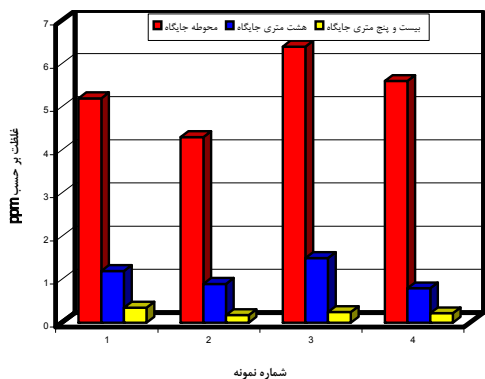
R میزان بازیافت بر حسب درصد

X : مقدار استخراج ماده آلاینده از کربن فعال بر حسب میکروگرم

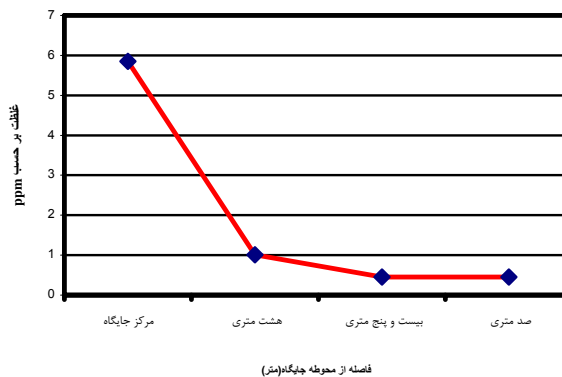
Y : مقدار ترکیب شیمیایی تزریق شده به کربن فعال بر حسب میکروگرم

راندمان بازیافت MTBE از جاذب کربن فعال در این تحقیق حدود ۸۰ درصد بدست آمد که در نتایج منظور شده است.

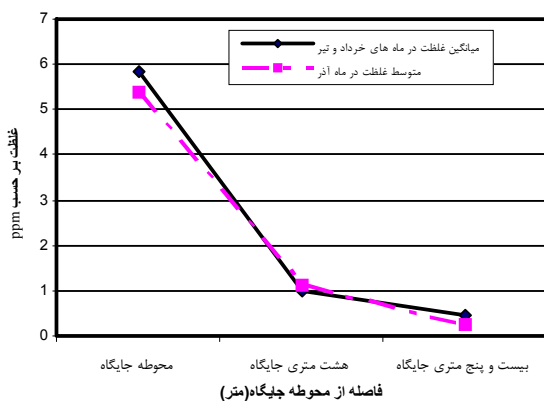
سنجش آلاینده در نمونه‌ها: ابتدا از محلول‌های استاندارد MTBE یک میکرولیتر به دستگاه تزریق و منحنی استاندارد تهیه شده است. سپس یک میکرولیتر از نمونه‌های اصلی شامل بخش جلویی و عقبی کربن فعال به دستگاه گاز کروماتوگراف تزریق و با مقایسه پیک بدست آمده با منحنی استاندارد، غلظت آلاینده در هر میکرولیتر از نمونه اصلی بدست آمد. محاسبه غلظت آلاینده طبق رابطه (۲) انجام شد (بهرامی-۱۳۷۸).



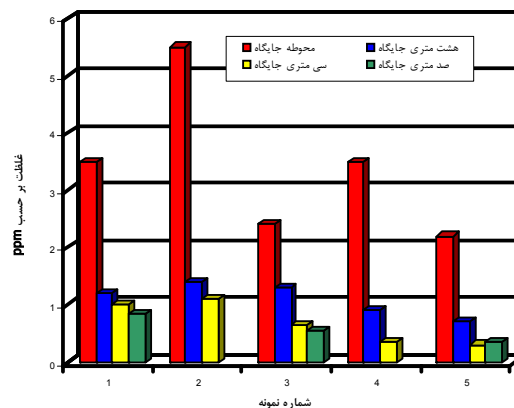
شکل شماره (۷): غلظت MTBE در چهار بار نمونه برداری همزمان از فواصل مختلف محوطه جایگاه خاوران طی ماه آذر



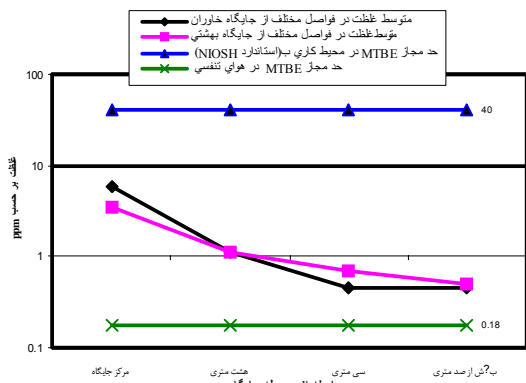
شکل شماره (۴): مقایسه میانگین غلظت MTBE در فواصل مختلف از محوطه جایگاه خاوران طی ماه های خرداد و تیر



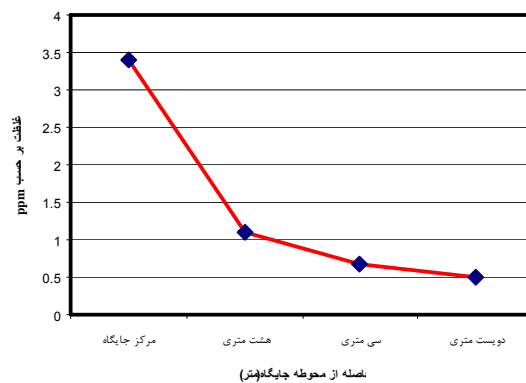
شکل شماره (۸): مقایسه میانگین غلظت MTBE در نمونه‌های برداشتی در فواصل مختلف از جایگاه خاوران طی ماه های خرداد و تیر با ماه آذر



شکل شماره (۵): غلظت MTBE در پنج بار نمونه برداری همزمان از فواصل مختلف محوطه جایگاه بهشتی طی ماه های خرداد و تیر



شکل شماره (۹): مقایسه میانگین غلظت MTBE در فواصل مختلف از جایگاه‌های خاوران و بهشتی با حد مجاز محیط کاری و هوای تنفسی



شکل شماره (۶): مقایسه میانگین غلظت MTBE در فواصل مختلف از محوطه جایگاه بهشتی طی ماه های خرداد و تیر

جدول شماره (۲): مقادیر MTBE در نمونه های برداشتی از سطح شهر طی ماه های خرداد و تیر

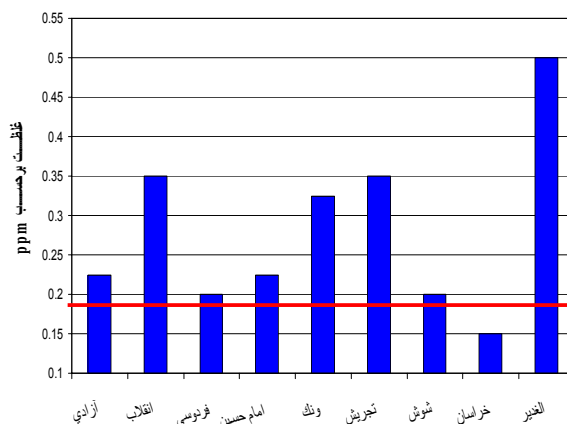
محل نمونه برداری	غلظت MTBE	محل نمونه برداری	غلظت MTBE
میدان آزادی	۰/۲۵	میدان شوش	۰/۳
"	۰/۲	"	۰/۱
میدان انقلاب	۰/۳۵	میدان خراسان	۰/۱۵
میدان فردوسی	۰/۳	میدان راه آهن	ز
"	۰/۱	بازار خیابان ملت	۰/۵
میدان امام حسین	۰/۲۵	"	۰/۴
"	۰/۲	خیابان پیروزی	۱/۲
خیابان دماوند(خاقانی)	۰/۵۵	"	۰/۸
"	۰/۵	خیابان خاوران	۰/۵۵
میدان کاج	۰/۰۱	"	۰/۱۵
"	۰/۰۱	نعمت آباد	۰/۱۵
میدان ونک	۰/۲۵	شهری	۰/۳
"	۰/۴	میدان الغدير	۰/۳
پل گیشا	۰/۲	"	۰/۷
میدان تجریش	۰/۳۵	خیابان بهشتی	۰/۸۵
"	ز	"	۰/۵۵

جدول شماره (۳): مقایسه میانگین MTBE در نمونه های برداشتی از فواصل مختلف جایگاه خاوران و بهشتی طی ماه های خرداد و تیر با استاندارد محیط کاری و هوای تنفسی

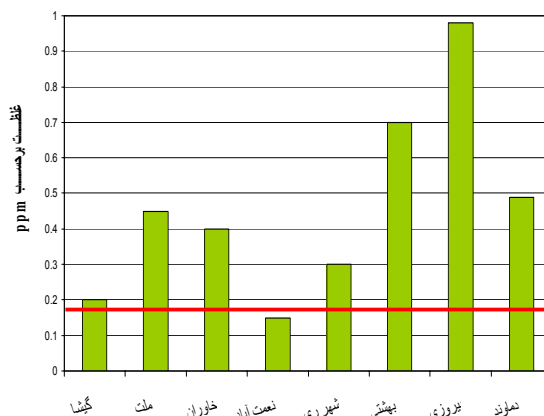
A	LV-TWA (NIOSH)	میانگین مقادیر MTBE	
۰/۰۱-۰/۱۸	۴۰	۵/۸۵	خاوران
۰/۰۱-۰/۱۸	۴۰	۱/۱	
۰/۰۱-۰/۱۸	۴۰	۰/۴۵	
۰/۰۱-۰/۱۸	۴۰	۰/۱۳	
۰/۰۱-۰/۱۸	۴۰	۰/۴۵	
۰/۰۱-۰/۱۸	۴۰	۳/۴	بهشتی
۰/۰۱-۰/۱۸	۴۰	۱/۱	
۰/۰۱-۰/۱۸	۴۰	۰/۶۸	
۰/۰۱-۰/۱۸	۴۰	۰/۵	

A- مواجهه مداوم به مدت ۷۰ سال به MTBE جهت ایجاد سرطان در انسان به احتمال 10^{-5} تا 10^{-6} برابر 0.4 mg/m^3

B- موقعیت هر یک از نقاط نمونه برداری در شکل های شماره ۱ و ۲



شکل شماره (۱۰): مقایسه میزان MTBE در میدانی شهر تهران با حد مجاز هوای تنفسی



شکل شماره (۱۱): مقایسه میزان MTBE در برخی معابر تهران با حد مجاز هوای تنفسی

بحث و نتیجه گیری

همان طور که در ابتدا ذکر شد هدف از این تحقیق تعیین مقدار MTBE در فواصل مختلف از جایگاه های سوخت رسانی و مقایسه آن با مقادیر استاندارد است. در محوطه جایگاه خاوران مقدار MTBE در ماه های خرداد و تیر در محدوده $10/7 - 3/3$ ppm و با میانگین $5/85$ ppm، و در ماه آذر بین $6/4 - 4/3$ ppm و با میانگین $5/4$ ppm بوده است. در محوطه جایگاه بهشتی مقدار MTBE در ماه های تیر و خرداد در محدوده $5/5 - 2/2$ ppm و با میانگین $3/4$ ppm بوده است. مقدار MTBE در نمونه های برداشتی از سطح

- استفاده از MTBE، موجب حذف سرب از بنزین می‌شود. از آنجایی که سرب یکی از عوامل مسمومیت مبدل‌های کاتالیزوری در خودروهاست، لذا با کاربرد بنزین حاوی MTBE و بدون ترکیبات سرب، شرایط مطلوب برای استفاده از این کاتالیزورها که ابزاری مناسب برای کنترل آلودگی خروجی از آگزوز خودروهاست فراهم می‌شود. لذا استفاده گسترده از این کاتالیزورها در انواع خودروهای داخلی توصیه می‌شود.
- میزان تبخیر بنزین به روش توزیع و خصوصیات آن (به ویژه فشار بخار) بستگی دارد. MTBE دارای فشار بخار بالا است و می‌تواند تبخیر بنزین را تشدید کند. از آنجائیکه انتخاب فشار بخار مناسب برای بنزین بستگی به شرایط اقلیمی و فصلی دارد، بنابراین بهتر است برای هر منطقه و زمان مشخص، فشار بخار بهینه انتخاب شود.
- یکی از منابع مهم اتلاف بنزین در جایگاه‌های سوخت رسانی نشت بنزین از مخازن زیرزمینی، است. نشت بنزین از مخازن زیرزمینی باعث آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌شود. حلالیت MTBE در آب بسیار زیاد است، بنابراین به راحتی می‌تواند در آب نفوذ کرده و در هنگام کلرزی تولید $\text{THMs}^{(۷)}$ نماید. انجام یک طرح تحقیقاتی برای برآورد میزان اتلاف بنزین از این منبع و نقش آن در آلودگی آب‌های زیرزمینی به MTBE و سایر ترکیبات آلی بنزین ضروری است.

یادداشت‌ها

- 1- Methyl Tertiary Butyl Ether
- 2-National Institute of Occupational Safety and Health (مرکز ملی بهداشت و ایمنی حرفه ای)
- 3- Occupational Safety and Health Administration
- ۴- در بین استانداردهای هوای تنفسی استاندارد برای مواجهه با MTBE وجود ندارد. ولی همانطور که در کلیات ذکر شد تخمین زده شده سطح مواجهه مداوم به مدت ۷۰ سال به MTBE برای ایجاد سرطان در انسان (به احتمال 10^{-5}) برابر $0.04-0.64 \text{ mg/m}^3$ یا $0.01-0.18 \text{ ppm}$ است.
- 5-World Health Organization
- 6-Environmental Protection Agency
- 7- Trihalomethans

شهر ppm ۱/۲-۰/۱ و با میانگین ppm ۰/۳۴ بوده است در شکل شماره (۹) میانگین غلظت در فواصل مختلف جایگاه‌های خاوران و بهشتی با حد مجاز محیط کاری و هوای تنفسی مقایسه شد. در هیچ یک از نمونه‌های برداشتی، غلظت بیشتر از حد مجاز محیط کاری نبود. بنابراین با توجه به استانداردهای کنونی MTBE نمی‌تواند سلامت پرسنل جایگاه را تهدید کند. ولی در ۹۲ درصد نمونه‌های برداشتی از محوطه جایگاه و فضای اطراف غلظت بیشتر از مقادیر پیشنهادی برای هوای تنفسی بود. در ۶۳ درصد نمونه‌های برداشتی از سطح شهر نیز غلظت بیشتر از مقادیر پیشنهادی برای هوای تنفسی است. علاوه بر آن تفاوتی بین نتایج سنجش MTBE در دو فصل گرم و سرد سال وجود ندارد. به این معنی که در طول سال غلظت MTBE در سطح شهر و اطراف جایگاه‌ها یکسان است. طبق نظر WHO، EPA و برخی از گروه‌های زیست محیطی بر اساس دانش فعلی، MTBE نسبت به اجزایی از بنزین که جایگزین آنها می‌شود کمتر آلوده کننده است، ولی آلودگی هوای شهر به این ماده امری نگران کننده است. با وجودی که این تحقیق چند ماه پس از شروع افزودن MTBE به بنزین مصرفی در ایران انجام شد، هوای تنفسی آلوده به این ماده است. مسلماً با افزایش تعداد خودروها، مصرف بنزین و با ادامه افزودن این ماده به سوخت مصرفی خودروها، مسئله حادث‌تر خواهد شد. علاوه بر آن خطر آلودگی خاک و آب نیز از این طریق وجود دارد که اهمیت آن بیش از آلودگی هواست. افزودن MTBE به بنزین‌های مصرفی در داخل کشور می‌تواند تا تکمیل شدن اطلاعات مربوط به آثار بهداشتی و پیدا شدن جایگزینی مناسب برای MTBE ادامه یابد. تحقیقات اساسی در زمینه سنجش این ماده در آب آشامیدنی نیز از جمله مواردی است که همیاری محققین امور بهداشتی و مسئولین محیط زیست را طلب می‌کند.

پیشنهادها

- استفاده از سیستم کنترل نشت بنزین و بخارهای آن در جایگاه‌های سوخت رسانی.
- بازیافت بنزین و بخارها به روش میعان و جذب سطحی به دنبال استفاده از سیستم های کنترل نشت بنزین و بخارهای آن.
- استفاده از سوخت های گازی به جای بنزین

Ahmed, F. E. 2001. Toxicology and human health effects following exposure to oxygenated or reformulated gasoline, *Toxicology Letters*, 123: 89-113.

Squillace, P.J. 1996. Preliminary assessment of the occurrence and possible sources of MTBE in groundwater in the United States, 1993-1995. *Environ. Sci. Technol.* 30:1721-1730.

منابع مورد استفاده

بهرامی عبدالرحمن. ۱۳۷۸. نمونه برداری و تجزیه آلاینده های گازی، انتشارات باباطاهر

دستورالعمل دستگاه های ساخت شرکت SKC . ۲۰۰۰

میرمحمدی، محسن. ۱۳۸۲. تعیین میزان اتلاف بنزین در جایگاه های سوخت رسانی شهر تهران، پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی محیط زیست دانشگاه تهران

U.S. Geological Survey .1995. Occurrence of the Gasoline Additive MTBE in Shallow Ground Water in Urban and Agricultural Areas, United States Geological Survey National Water Quality Assessment Program, Fact Sheet. FS.114-95.