MtBE چیست؟

دکتر سید حسام‌الدین تفرشی: بخش محلول‌های تزریقی ـ انستیتو پاستور ایران

پیشگفتار

همان طور که از رسانه‌های جمعی مختلف اعلام شد، شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی ایران در اقدامی باارزش، بنزین بدون سرب را در سطح کشور عرضه نمود و به پاس قدردانی از تلاش شایسته این شرکت، جایزه دوم ملی محیط زیست ایران به نمایندگی از طرف شرکت به مدیر عامل آن اهدا گردید.

ترکیبی که به‌عنوان جایگزین برای سرب انتخاب گردید، MtBE یا متیل ترشری بوتیل اتر است. مقاله‌ای که پیش رو دارید، به بررسی ویژگی‌های مختلف این ماده شیمیایی پرداخته است.

متیل ترشری بوتیل اتر (Methyl tertiary Butyl Ether) یک ماده افزودنی اکسیژن دهنده است که در غلظت بالا (حدود ۱۵ درصد حجمی) برای به‌سوزی و افزایش عدد اکتان و کاهش آزاد شدن منواکسید کربن و دیگر ترکیبات آلی به بنزین اضافه می‌شود و یک جایگزین برای تتراتیل سرب است (۱). MtBE از واکنش بین متانول (به‌دست آمده از گاز طبیعی) و ایزوبوتیلن به‌دست می‌آید (۲). MtBE به‌طور دایم یا فصلی برای مواقعی که غلظت ازن در تابستان یا منواکسید کربن در زمستان از استاندارد قابل قبول برای هوا تجاوز کند، به بنزین اضافه می‌شود (۳). درصد MtBE در بنزین وابسته به شرایط اقلیمی منطقه، فصل سال و مسایل اقتصادی می‌باشد. در حال حاضر MtBE معمول‌ترین افزودنی به بنزین است (۴).

MtBE برای اولین بار به‌طور تجارتی در اروپا به‌وسیله شرکت‌های Chemical Werke Hals در آلمان غربی و ANIC در ایتالیا در ابتدای دهه ۱۹۷۰ تولید شد. MtBE در آمریکا برای تهیه بنزین بدون سرب در سال ۱۹۷۹ اجازه مصرف یافت (۱). ویژگی‌های فیزیکی و ساختمان شیمیایی MtBE در جدول ۱ نشان داده شده است.

با توجه به جدول ۲ ویژگی فشار بخار نسبتاً بالا و حلالیت در آب، به آن اجازه می‌دهد که به آسانی از بنزین به هوا و سپس از هوا به آب و یا به‌طور مستقیم وارد آب شود. MtBE به مقدار کمی در خاک می‌ماند و عموماً وارد آب‌های زیرزمینی می‌شود.

جدول ۱ ـ ویژگی‌های فیزیکی و ساختمان شیمیایی MtBE

نقطه جوش	۵۵/۲ درجه سانتی‌گراد
فشار بخار	۳۱۳ تور در ۳۰ درجه سانتی‌گراد ($۳/۳۵ \times ۱۰^{۴}$ پاسکال در ۲۵ درجه سانتی‌گراد)
چگالی (دانسیته)	۰/۷۴۱ گرم بر میلی‌لیتر در ۲۰ درجه سانتی‌گراد
حلالیت در آب	۴/۸ درصد در ۲۰ درجه سانتی‌گراد. هم‌چنین این ماده در الکل و اترها محلول است.
ویژگی ظاهری	در دمای اتاق مایعی بی‌رنگ، آتش‌گیر و فرار است. مزه و بوی ناخوشایند و نامطبوع دارد. بوی آن شبیه تورپنتین (Turpentine) است.
جرم مولکولی	۸۸/۱۴ گرم بر مول
ساختمان شیمیایی بسته	$C_5H_{12}O$
ساختمان شیمیایی باز	$CH_3-C(CH_3)_2-O-CH_3$
نام‌های دیگر MtBE	ترشری بوتیل متیل اتر و ۲ ـ متوکسی، ۲ ـ متیل پروپان

MtBE چگونه وارد طبیعت می‌شود؟

MtBE در صورتی که به‌طور کامل بسوزد زیان آور نیست، ولی آلودگی هوا و آب در صورت تبخیر بنزین و یا نشت و ریختن آن روی زمین وجود دارد. تبخیر، ریختن و نشت بنزین در زمان حمل و نقل، استفاده و یا نگهداری از بنزین اتفاق می‌افتد. نشت از تانک‌های زیرزمینی نگهداری بنزین، لوله‌های انتقال و ایستگاههای سوخت‌گیری به‌عنوان منابع ورود MtBE به طبیعت و محیط زیست در نظر گرفته می‌شوند (۵).

MtBE حدود ۴۲ برابر تمایل بیشتری برای ورود به آب نسبت به هوا دارد. ثابت قانون هنری* (نسبت غلظت در هوا به غلظت در آب) برای این ماده ۲۴ درصد است که نشان دهنده تمایل زیاد MtBE برای ورود به آب پس از بخار شدن است.

MtBE بو و مزه نامطبوع و ناخوشایندی دارد و آلودگی آب آشامیدنی با این ماده سبب ناخرسندی و عدم رضایت مردم می‌شود. مطالعات نشان می‌دهد که غلظت حدود ۲۰ تا ۴۰ میکروگرم در لیتر در آب، بو و مزه ناخوشایندی را ایجاد می‌کند، ولی بعضی از افراد می‌توانند بو و مزه ناخوشایند MtBE را در آب در غلظت‌های بسیار کم نیز درک کنند. برای MtBE غلظت حداکثر قابل قبول وجود ندارد، زیرا اصولاً نباید در آب وجود داشته باشد، ولی در حال حاضر برای آن محدوده توصیه شده (۲۰ تا ۴۰ میکروگرم) وجود دارد (۲).

سرنوشت MtBE

مقداری MtBE که وارد هوا می‌شود، ممکن است با واکنش‌های نوری شیمیایی (Photo chemical) یا حل شدن در آب باران و برگشت به زمین از هوا برداشت شود (به دلیل حلالیت در

آب). MtBE در هوا به ترکیب‌های فرم آلدیید تبدیل می‌شود. نیمه عمر MtBE در مناطق شهری حدود ۳ تا ۴ روز و بسته به فصل سال متغیر است.

در آب‌های کم عمق سطحی، واکنش‌های نوری شیمیایی ممکن است MtBE را تجزیه کند. هم‌چنین ممکن است در اثر تبخیر از این آب‌ها وارد هوا شود. میزان تبخیر به دما، عمق و سرعت جریان آب بستگی دارد. در آب‌های ساکن سطحی نیمه عمر MtBE بین چند روز تا چند هفته و در آب‌های زیرزمینی از چند ماه تا سال‌ها متغیر است (۲ و ۵).

راه‌های تماس با MtBE

مصرف مستقیم آب حاوی MtBE، جذب پوستی و استنشاق، سه راه تماس با این ماده شیمیایی است. در مناطق شهری راه عمده تماس با MtBE استنشاق بخار بنزین است. استنشاق بخار MtBE می‌تواند در زمان حمام یا پخت و پز در صورتی که از قبل در آب وجود داشته باشد، اتفاق بیفتد (۵).

مزایای استفاده از MtBE

۱ـ افزایش عدد اکتان (به قسمت خواندنی‌های بیشتر مراجعه کنید).

۲ـ وجود ترکیبات کم گوگردی در آن

۳ـ قابلیت اختلاط خوب با بنزین

۴ـ نقطه جوش متوسط

۵ـ قیمت مناسب در مقایسه با سایر موادی که برای «به‌سوزی» به بنزین اضافه می‌شوند.

۶ـ تولید ساده

در مناطقی که از MtBE برای به سوزی بنزین (RFG**) استفاده شده است، این ماده علاوه بر اکسیژن دهی، موجب افزایش کیفیت هوا از طریق کاهش در ترکیب‌های آلی فرار (Volatile Organic Compounds)، ترکیب‌های گوگردی، اکسیدهای نیتروژن، بوتادی ان (Butadiene)، منواکسید کربن و ذرات معلق در هوا می‌شود (۱).

تاثیر MtBE بر سلامت

برای بیش از یک دهه دانشمندان MtBE را برای اثرهای سمی آن به دلیل این که مقداری از آن در آب یا هوا وجود دارد و مردم در معرض تماس با این ماده هستند، مورد مطالعه قرار داده‌اند.

اولین بار، شکایت مربوط به MtBE در هوا در نوامبر ۱۹۹۲ در Fairbanks آلاسکا گزارش گردید و آن زمانی بود که ۲۰۰ شهروند، سر درد، سرگیجه، تحریک چشم، سوزش بینی و گلو، سرفه و تهوع را بعد از این که MtBE به بنزین اضافه شده بود، گزارش کردند. مطالعات نشان داد غلظت MtBE در خون این افراد به غلظت آن در هوا مربوط می‌شد.

تاثیر MtBE بر سلامت انسان به غلظت آن در آب یا هوا، طول و دفعات تماس بستگی دارد. MtBE مانند بسیاری از مواد شیمیایی دیگر توانایی آسیب رسانی به انسان را در مقدارهای زیاد دارد. تحقیقات زیادی نشان داده است مقدار لازم MtBE برای بیماری زایی در حیوانات آزمایشگاهی، هزاران برابر مقداری است که انسان به‌طور معمول در معرض آن قرار دارد. هم‌چنین نشان داده شده است که MtBE توانایی آسیب به جنین و باروری را ندارد. جوندگانی که به‌طور پیوسته در تماس با مقدار بسیار زیاد MtBE در طی زندگی‌شان قرار گرفته‌اند، دچار

سرطان شده‌اند. البته وقتی مقدار ناچیز MtBE که از طریق استنشاق هوا یا خوردن آب وارد بدن انسان می‌شود را در نظر بگیریم (در حد چند میکروگرم در لیتر)، مشاهده می‌شود بین مقدار سمی و مقدار دریافتی فاصله بسیار زیادی وجود دارد (۶). به عبارت دیگر مقدار سمی در حیوانات حدود ۱۰۰,۰۰۰ تا ۲۰۰,۰۰۰ برابر مقداری است که به بدن انسان وارد می‌شود.

البته افراد با تماس بیشتر و وسیع‌تر مثل کارکنان پمپ‌های بنزین و مکانیک‌های اتومبیل، غلظت‌های خونی بالاتری از MtBE دارند (۰/۰۵ تا ۳۷ میکروگرم در لیتر) (۳). اطلاعات در مورد تماس کوتاه مدت با MtBE نشان می‌دهد که این ترکیب زیاد سمی نیست و در بدن تجمع نمی‌یابد (۵ و ۱). در حال حاضر آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا MtBE را به‌عنوان ماده‌ای با احتمال سرطان‌زایی طبقه‌بندی کرده است (۳).

*** «با توجه به اطلاعاتی که در حال حاضر در مورد MtBE وجود دارد، به‌نظر می‌رسد که این ماده یک جایگزین مناسب برای ترکیب‌های سرب است، ولی باید توجه کرد که در بسیاری از منابع به آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی با این ماده اشاره گردیده است. برای جلوگیری از بروز این مشکل، آموزش مردم در زمینه استفاده صحیح از بنزین و سوخت‌گیری صحیح ماشین‌ها، اصلاح، مرمت و تعمیر ایستگاه‌های سوخت‌گیری، لوله‌های انتقال، مخازن زیرزمینی نگهداری سوخت، تانکرهای حمل و نقل بنزین، کنترل کیفیت صحیح و مداوم منابع آب (چاه‌ها، چشمه‌ها و آب‌های سطحی) از نظر تعیین مقدار MtBE توصیه می‌شود. در صورتی که کنترل‌های کیفیت آب نشان دهد MtBE بیش از محدوده توصیه شده در آب وجود دارد، از هم اکنون باید به فکر ارزیابی، طراحی و نصب تأسیسات لازم جهت تصفیه آب به منظور کاهش MtBE در آب بود».

خواندنی بیشتر

عدد اکتان چیست؟

تعریف ساده عدد اکتان اندازه‌گیری مقاومت یک سوخت در طی سوختن در مقابل ایجاد ضربه (تق تق کردن یا Knock) است.

تق تق کردن یا ضربه چیست؟

تق تق کردن یا ضربه (Knock، Spark یا Ping) به‌عنوان یک انفجار کنترل نشده و ناگهانی مخلوط هوا و سوخت در سیلندر موتور تعریف می‌شود که به دلیل افزایش بیش از حد فشار و دما است. معمولاً مخلوط هوا و سوخت در سیلندر می‌سوزد و در برابر یک مدل خطی و کنترل شده انبساط می‌یابد. این حالت سوختن به‌عنوان حالت نرمال یا سوختن درست در نظر گرفته می‌شود. ولی وقتی مخلوط هوا و سوخت به‌طور آنی آتش می‌گیرد، ضربه یا تق تق ایجاد می‌کند که موجب فشارهای ناگهانی و لحظه‌ای و به دنبال آن آسیب در موتور می‌شود.

آزمایش با ترکیبات خالص نشان داده است که هیدروکربن‌های با ساختار گوناگون شیمیایی، تمایل بسیار متفاوتی نسبت به ایجاد ضربه نشان می‌دهند. مقاومت نسبی سوخت به ایجاد ضربه، اصولاً به‌وسیله عدد اکتان آن سوخت مشخص می‌شود. یک مقیاس قراردادی برای این کار تدوین شده است که در آن به هپتان نرمال (n-heptane) که خیلی بد ضربه می‌زند، عدد اکتان صفر و به ۲، ۲، ۴-تری متیل پنتان (ایزواکتان) عدد اکتان ۱۰۰ نسبت داده‌اند.

امروزه سوختهایی وجود دارند که دارای کیفیت ضد ضربه بهتری از ایزواکتان هستند.

در سال ۱۹۲۲، میگلی و بوید (Midgley and Boyd) متوجه شدند عدد اکتان یک ماده سوختنی با اضافه کردن مقدار کمی از تتراتیل سرب [$Pb(C_2H_5)_4$] به اندازه زیادی بهبود می‌یابد و این نوع بنزین را اتیل بنزین یا بنزین سرب‌دار نامیدند. به هر حال موتور علاوه بر دی‌اکسیدکربن و آب، مواد دیگری را به داخل هوا می‌فرستد که موجب آلودگی و سمی شدن هوا می‌گردد. مانند هیدروکربن‌های نسوخته، منواکسیدکربن، اکسیدهای نیتروژن و از بنزین سرب‌دار ترکیب‌های مختلف سرب (و ذرات کوچک اکسید سرب).

در اواخر سال ۱۹۷۰، انتشار سرب از ماشین‌ها به‌عنوان یک مسأله جدی مطرح شد و به دنبال آن روش‌های جدیدی برای کاهش آلودگی ناشی از سرب به‌کار گرفته شد. یک راه، تغییر نسبت تراکم (پایین آوردن) در موتورهای بنزینی جدید است که آن را کاراتر از انواع قبلی کرده است. راه دیگر حذف ترکیب‌های سرب است که خود باعث برگشت مجدد ضربه زدن می‌شود. مشکل ضربه به‌طور موفقیت‌آمیزی از دو راه حل می‌شود:

۱ ـ انتخاب هیدروکربن‌های مناسب‌تر که به‌عنوان سوخت مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۲ ـ اضافه کردن مواد افزودنی به بنزین برای به‌سوزی آن. از مواد افزودنی می‌توان به دو گروه عمده اترها و الکل‌ها اشاره نمود. MtBE از گروه اترها در پروژه عرضه بنزین بدون سرب در کشور ما مورد استفاده قرار گرفته است (۷ و ۴).

زیرنویس‌ها

* Henry's Law Constant
** Reformulated Gasoline

*** مطالبی که بین «.....» آمده است، نظر شخصی نویسنده مقاله است.

منابع

1. http://www.ofa.net/what mtbe, Dec. 28, 2002.
2. http://wilkes.edu/eqc/mtbe, Dec. 28, 2002
3. http://sd.water.usgs.gov/nawqa/pubs/fact sheet/fs 114. 95/fact.,Dec. 28, 2002.
4. Davidson, J.M.; Greek, D.N.; Using the Gasoline Additive MTBE in Forensic Environmental Investigations; Environmental Forensics, (2000) 1: 31 - 36. available online at http://www.idealibrary. com on IDEAL®
5. http://tsrtp.ucdavis. edu/mtberpt, Dec. 28, 2002.
6. http://www.ofanet/mtbe.health benefits vshealth risks, Dec. 28, 2002.
۷. پورجوادی، ع؛ تدینی رحیم؛ رضوی، ض (مترجمین)، شیمی آلی، چاپ اول، جلد اول، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ۲ ـ ۱۶۱، ۱۳۷۱.