پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره بیست و چهارم شماره ۱۱۳ خرداد سال ۱۳۹۳ (۱۲۸-۱۱۹)

بررسی غلظت متیل ترشیاری بوتیل اتر در منابع آب و روش های کنترل آن

مقداد پیرصاحب[۱]
عبداله درگاهی[۲]
راضیه خاموطیان[۲]
فاطمه اسدی[۳]
زهرا عطافر[۴]

چکیده

سابقه و هدف: سالانه حجم بالایی از متیل ترشیاری بوتیل اتر (MTBE) به عنوان حلال آلی در صنایع شیمیایی مختلف و در سوخت‌ها به عنوان جایگزین سرب مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ترکیبات پس از استفاده و با ورود به محیط منجر به آلودگی منابع زیست محیطی هم‌چون آب‌های سطحی و آب‌های زیرزمینی می‌گردند. تماس با این ماده سبب بروز اثرات حاد و مزمن از قبیل واکنش‌های سیستم عصبی، تهوع و فراموشی در انسان می‌شود. هم‌چنین در اثر متابولیزه شدن این مواد در بدن، ترکیب سرطان‌زای فرم آلدئیدتولید می‌شود. در این مطالعه سعی بر آن است که با مروری سازمان یافته بر مطالعات صورت گرفته در ایران و سایر کشورها، آنالیزی بر وضعیت موجود انجام گیرد تا در صورت وجود مشکل در مطالعات بعدی راه حل‌های مناسب برای حذف آن از منابع آب بررسی شود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه کلیه مقالات موجود در پایگاه‌های داخلی و خارجی از قبیل ایران مدکس، ایران داک، SID و Google Scholar، Science Divert، پایگاه علمی اطلاع‌رسانی سازمان بهداشت جهانی، Pubmed مورد بررسی قرار گرفت. جهت جستجو از کلید واژه‌های متیل ترشیاری بوتیل اتر، آب‌های سطحی و زیرزمینی استفاده شد. در مجموع ۲۸۹ مقاله بازیابی شد که پس از پایش و بررسی عناوین و چکیده ۲۹ مقاله انتخاب شد.

یافته ها: بررسی و مرور مطالعات انجام شده در زمینه مقادیر MTBE در منابع آبی نشان داد که در اکثر قریب به اتفاق نمونه‌های اندازه‌گیری شده، مقادیر MTBE شناسایی شده است. در منابع آب‌های زیرزمینی و سطحی به ترتیب در حدود ۳۶ و ۵۷ درصد از مطالعات انجام شده غلظت این ماده در نمونه‌ها بیش از استانداردهای زیست محیطی آمریکا می‌باشد و آلوده ترین نمونه‌های گرفته شده مربوط به شهرهای آمریکای شمالی، اسپانیا و هم‌چنین تهران بود.

استنتاج: نتایج نشان داد که در بسیاری از کشورهای مورد مطالعه مقادیر MTBE در منابع آب شناسایی شده است. با توجه به حجم بالای مصرف بنزین و در نتیجه ورود مقادیر بالای MTBE به محیط زیست از جمله منابع آبی ضروری است که اقدامات مدیریتی به منظور جلوگیری از ورود این ترکیبات به محیط زیست صورت گیرد و در صورت آلوده شدن منابع با استفاده از روش‌های جدید و کارا نسبت به حذف آن اقدام نمود. علاوه بر این بایستی به صورت مستمر پایش منابع آبی به خصوص منابعی که در معرض آلودگی قرار دارند (منابع نزدیک به پالایشگاه‌های نفت و مناطق نزدیک به پمپ بنزین) صورت گیرد.

واژه های کلیدی: متیل ترشیاری بوتیل اتر، آب های سطحی و زیرزمینی

مقدمه

متیل ترشیاری بوتیل اتر (MTBE) نام شیمیایی یک ترکیب اتری قطبی است(۱)، که حجم بالایی از آن در سراسر دنیا تولید می‌شود و به عنوان یک حلال آلی به طور گسترده‌ای در صنایع شیمیایی مختلف و هم‌چنین

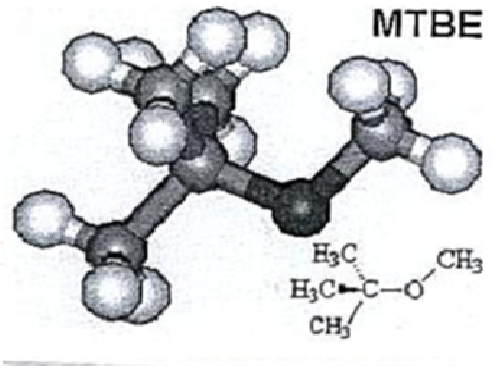
مولف مسئول: فاطمه اسدی- کرمانشاه: دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه E-mail: a.dargahi29@yahoo.com
۱. دانشیار مهندسی بهداشت محیط، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران
۲. کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط،دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران
۳. دانشجوی کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، عضو کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران
۴. دانشجوی دکترای مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
تاریخ دریافت : ۱۳۹۲/۵/۱۳ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۱۳۹۲/۱۰/۱۶ تاریخ تصویب : ۱۳۹۳/۲/۱۰

Archive of SID
www.SID.ir

در سوخت‌ها به عنوان جایگزین سرب و افزایش دهنده عدد اکتان مورد استفاده قرار می‌گیرد(۲). این ماده برای اولین بار در اواخر دهه ۱۹۷۰ در ایالت متحده امریکا به میزان ۱۵ درصد حجمی به عنوان ضد ضربه (Anti Knock) به بنزین اضافه شد و تاکنون نیز به دلیل هزینه پایین و عملکرد مناسب آن کاربرد دارد(۴،۳). در سال ۱۹۹۰ در اصلاحیه قانون هوای پاک (Clean Air Act)، جهت بهبود فرایند احتراق و کاهش میزان منواکسیدکربن خروجی از اگزوز اتومبیل‌ها پیشنهاد شد که از MTBE در فرمولاسیون جدید بنزین استفاده شود(۵). دپارتمان انرژی در سال ۱۹۹۸ MTBE را به عنوان چهارمین ماده آلی تولیدی و دومین آلاینده پس از کلروفرم معرفی کرد، به طوری که درسال ۲۰۰۱ در ایالات متحده آمریکا تولید MTBE به بیش از ۱۲ میلیارد لیتر رسیده است(۶). افزایش این ترکیب به بنزین سبب بهسوزی، کاهش انتشارات ناشی از اگزوز، مخصوصاً کاهش انتشار CO می‌شود. پالایشگاه‌ها و ایستگاه های پمپ بنزین، مهم‌ترین منابع نقطه ای محیطی، برای انتشار این ترکیب است. علاوه بر وسایل نقلیه مخصوصاً در نقاط پر ترافیک، نشت مخازن ذخیره‌سازی زمینی و زیرزمینی سوخت، خطوط انتقال سوخت، شناورهای آبی و قایقرانی از دیگر منابع مهم انتشار MTBE به محیط تشخیص داده شده‌اند(۷، ۸).

مشخصات MTBE

MTBE جزء ترکیبات آلی مصنوعی (Synthetic Organic Compounds-SOCs) محسوب می‌شود که نام شیمیایی آن به روش آیوپاک IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry– یا اتحادیه بین المللی شیمی محض و کاربردی) عبارت از ۲ متوکسی ۲ متیل پروپان است. متیل ترشیاری بوتیل اتر با فرمول مولکولی $C_5H_{12}O$ از ترکیب دو ماده ارزان قیمت متانول و ایزوبوتن تشکیل شده است و نام‌های تجاری آن 3D Concord، Driveron، HSDB5487، UN 2398 می‌باشد. تصویر شماره۱ بیانگر آرایش فضایی مولکول MTBE است(۹،۱۰).



تصویر شماره ۱: آرایش فضایی MTBE

از ویژگی‌هایMTBE ، به فرار بودن، قابلیت اشتعال، بی رنگی و مایع بودن دردمای اتاق است(۱). جرم مولکولی آن ۸۸/۵ بوده و دارای نقطه ذوب ۱۰۹- درجه سانتی‌گراد و نقطه جوش ۵۳/۶ تا ۵۵/۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد و بوی شبیه تربانتین دارد. این ماده از لحاظ شیمیایی خنثی است، به خودی خود اکسید نمی‌شود و اسیدها و بازهای ضعیف روی آن تاثیری ندارند(۱۳-۱۱). از دیگر ویژگی‌های آن حلالیت بسیار بالای آن در الکل، اتر، بنزن و آب می‌باشد. حلالیت این ماده در آب تا mg/l ۵۴۰۰۰ گزارش شده است(۱۴). چگالی این ماده ۰/۷۴۴-۰/۷۵۸ گزارش شده است. یکی از جنبه‌های مهم MTBE در آب آشامیدنی، طعم و بوی قابل اعتراض آن است(۱۵). در مطالعات انجام شده توسط یانگ و همکاران آستانه طعم و بو در آب به ترتیب ۴۸ و ۳۴ میکروگرم در لیتر گزارش شده است(۱۶). انستیتوی نفت آمریکا (۱۹۹۳ API) حد آستانه طعم و بو را به ترتیب۳۹ و ۴۵ میکروگرم در لیتر اعلام و طعم آن را در آب به صورت تهوع‌آور، تلخ، نامطبوع و شبیه به الکل عنوان کرده است(۱۷). این ترکیب برای اولین بار در ایران در سال ۱۳۷۹ به طور آزمایشی در بنزین مورد استفاده قرار گرفت و از اوایل سال ۱۳۸۱ به بنزین مصرفی در سراسر کشور اضافه شد(۱۸).

Archive of SID

www.SID.ir

راه های نفوذ MTBE به محیط زیست و منابع آب

MTBE از راه‌های گوناگون می‌تواند وارد محیط زیست شود. در واقع هر جایی که بنزین ذخیره، منتقل یا مورد استفاده قرارگیرد، امکان نشت آن به محیط زیست وجود دارد(۱۹). راه‌های ورود MTBE به محیط زیست به ویژه منابع آب، شامل نشت از مخازن روزمینی و زیرزمینی ذخیره بنزین، پالایشگاه‌ها، خطوط انتقال لوله و اتصالات، جایگاه‌های سوخت‌گیری، اتوسرویس‌ها و پمپ‌بنزین‌ها، قایق‌ها و شناورهای آبی و نشت ناشی از تصادف اتومبیل‌ها و تانکرهای حمل فرآورده‌های نفتی می‌باشد. علاوه بر این در تعدادی از مشاغل مانند کارگاه‌ها، چاپخانه‌ها، تعمیرگاه‌ها که از بنزین به عنوان حلال یا پاک کننده استفاده می‌شود، امکان آلودگی چاه‌ها و یا مجاری روان اب به MTBE وجود دارد. نشت احتمالی از منازلی که به علل مختلف بنزین نگهداری می‌کنند، نیز از منابع آلوده‌کننده می‌باشد(۲۱،۲۰) برخی از علت‌هایی که باعث نشت بنزین از مخازن زیرزمینی می شود شامل خوردگی مخازن، اتصالات، لوله ها و نصب نادرست اتصالات و هم‌چنین حوادث ناشی از برخورد وسایل نقلیه و زلزله می‌باشد. شدت خوردگی مخازن به هدایت الکتریکی و سایر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و آب‌های زیرزمینی و جنس مخزن بستگی دارد(۲۲).

اثرات بهداشتی MTBE

انسان از سه طریق گوارشی، تنفسی و پوستی می‌تواند در معرض MTBE قرار گیرد. تماس با این ماده سبب بروز اثرات حاد و مزمن می‌گردد. واکنش‌های سیستم عصبی و بروز علایمی از قبیل سرگیجه، عدم تمرکز حواس، اشکال در تنفس، تهوع، استفراغ، فراموشی و تحریک پوست در اثر مواجهه با این ترکیب گزارش شده است(۱۰). هم‌چنین در اثر متابولیزه شدن MTBE در بدن، ترکیباتی مانند ترشیاری بوتیل الکل (TBA) و فرم آلدئید تولید می‌شود. بر طبق اعلام موسسه بین‌المللی سرطان (IARC) فرم آلدئید جزء مواد سرطان زا برای انسان محسوب می‌شود(۲۳).

حد مجاز و استاندارد MTBE

EPA حد مجاز توصیه شده MTBE در آب آشامیدنی را برابر ۴۰- ۲۰ میکروگرم در لیتر (gμ/l) بر مبنای حد آستانه بویایی و چشایی بیان کرده است که در واقع انسان درکمتر از این غلظت دچار اثرات سوء بهداشتی نمی‌شود(۲۴) در آخرین استاندارد آب آشامیدنی کانادا که در دسامبر ۲۰۱۰ به چاپ رسید میزان راهنمای آن ۰/۰۱۵ میلی گرم در لیترعنوان شده است(۲۵).

روش های حذف MTBE از آب های آلوده

MTBE به خوبی جذب خاک نمی‌شود و همین عامل باعث شده است که به راحتی در خاک نفوذ کرده و وارد منابع آبی شود(۲۶). حذف این ماده از آب به دلیل حلالیت بالا در آب (۵۴–۴۳ گرم برلیتر)، ضریب هنری پایین (۰/۱۲- ۰/۰۲۳) و هم‌چنین مقاوم بودن در برابر تجزیه زیست شناختی در شرایط معمول بسیار مشکل است(۲۷) از مهم ترین روش‌های کاهش و حذف MTBE می‌توان به جذب سطحی، جذب عمقی، کندانسیون، اکسیداسیون حرارتی، ازناسیون، فتواولتراویولت، پرتو افکنی اولتراسونیک و روش های مختلف اکسیداسیون پیشرفته اشاره نمود. اما روش های رایج حذف MTBE از آب آشامیدنی شامل هوادهی (آزادسازی توسط هوا)، جذب (توسط کربن فعال یا جاذب‌های دیگر)، فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته (مانند فتو اکسیداسیون با اشعه ماوراء بنفش و اکسیداسیون شیمیایی نظیر ازن و آب اکسیژنه) می‌باشد(۲۹،۲۸). میزان هزینه و کارایی حذف MTBE به وسیله هر کدام از روش‌های فوق تحت تاثیر خصوصیات کیفی آب (مانند مواد آلی، قلیائیت) و شاخص‌های دیگر (مانند میزان دبی، هدف از تصفیه) قرار دارد(۳۰). فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته جهت حذفMTBE آب ممکن

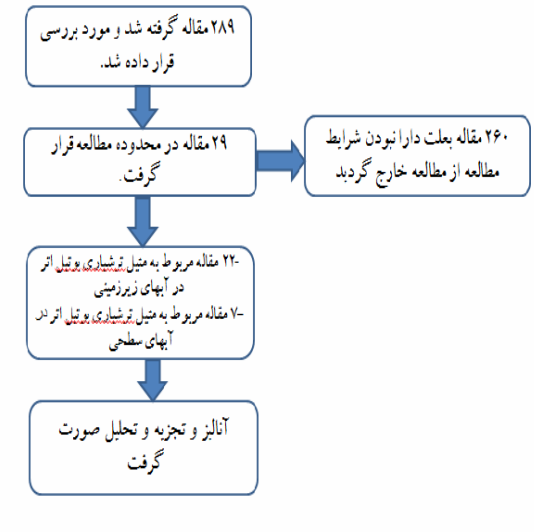
Archive of SID
www.SID.ir

است منجر به تولید محصولات جانبی مانند برومات‌ها و مواد آلی قابل تجزیه شود و علاوه براین، هزینه این روش‌ها بسیار گران است(۳۱).

با توجه به این‌که حذف MTBE از منابع آب آلوده بسیار مشکل و پرهزینه بوده و نیاز به فرایندهای غیر متعارف تصفیه آب نظیر استفاده از روش‌های اکسیداسیون پیشرفته ویا کاربرد جاذب‌هایی نظیر کربن فعال دارد و سیستم‌های فعلی تصفیه آب کشور فاقد این نوع واحدهای غیر متعارف تصفیه می باشد، لذا تنها روش مقابله با این نوع آلودگی، به کاربردن روش‌های مدیریتی در جهت پیشگیری از آلوده شدن منابع آبی می‌باشد. مطالعات بسیاری در کشورهای مختلف از جمله ایران در زمینه مقادیر MTBE در آب‌های زیر زمینی و سطحی صورت گرفته است که در برخی از آن‌ها مقادیر آن بیش از حد مجاز گزارش شده است. از آن‌جا که تاکنون مطالعه‌ای مروری که جمع‌بندی جامع بر میزان متیل ترشیاری بوتیل اتر در آب‌های ایران و جهان مشاهده نشده است، در این مطالعه سعی بر آن است که با مروری سازمان یافته بر مطالعات صورت گرفته در این زمینه، تحلیلی بر وضعیت موجود انجام گیرد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه کلیه مقالات موجود در پایگاه های داخلی از جمله ایران مدکس (Iranmedex)، ایران داک (Irandoc) و SID و پایگاه‌های اطلاعاتی خارجی از جمله Google Scholar، Scopus، Science Direct، پایگاه علمی اطلاع رسانی سازمان بهداشت جهانی (Medicus/WHO/EMR) راهنمای دسترسی به مجلات آزاد (Open Access Journal Directory of)، Elsiver و Pubmed مورد بررسی قرارگرفت. جهت جستجو از کلید واژه‌های MTBE، ground water، drinking water، متیل ترشیاری بوتیل اتر، آبهای زیرزمینی، آب‌های سطحی استفاده شد. این مقاله فقط مقالات انگلیسی و فارسی تا آگوست ۲۰۱۲ را شامل می‌شود. با توجه به اینکه تمرکز مطالعه روی میزان انتشار متیل ترشیاری بوتیل اتر در آب‌های سطحی و زیر زمینی است، تنها مطالعاتی که با هدف اندازه‌گیری متیل ترشیاری بوتیل اتر در منابع آبی انجام شده است، وارد مطالعه گردید. بر این اساس مطالعاتی که روی راه‌های کاهش یا حذف این ترکیب و مدل‌سازی پخش آن در محیط زیست انجام گرفته، را شامل نمی‌شود. اطلاعات مربوط به منطقه، مکان نمونه‌برداری و نتایج مطالعات در جداول شماره ۱ و ۲ و تورش‌های احتمالی و نقاط قوت مطالعات در جدول شماره ۳ گزارش شده است. مطالعات ارزیابی شده در دو بخش میزان غلظت متیل ترشیاری بوتیل اتر در منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی دسته‌بندی گردیدند. در مجموع ۲۸۹ مقاله بازیابی شد که پس از پایش و بررسی عناوین و چکیده تعداد ۲۹ مقاله انتخاب شد. به طور کلی روش مطالعه طبق فلوچارت تصویر شماره ۱ می‌باشد. برای ترسیم نمودار Forest Plot از برنامه آماری Stata استفاده گردید.



تصویر شماره ۲: فلوچارت مقالات مورد بررسی

یافته ها

بررسی و مرور مطالعات انجام شده در ایران و سایر کشورها نشان می‌دهد، بیشتر مطالعات روی آب‌های زیرزمینی به ویژه مناطقی که در نزدیکی ایستگاه‌های

www.SID.ir

پمپ بنزین و محل‌های ریخت و پاش بنزین می‌باشد، متمرکز شده است. جداول شماره ۱ و ۲ مطالعات صورت گرفته در این زمینه را نشان می‌دهد.

مرور کلی مطالعات صورت گرفته در جدول شماره ۱ بیانگر آن است که در حدود هشت مطالعه از ۲۲ مطالعه انجام شده، مقادیر MTBE از استاندارد USEPA (۲۰-۴۰ ppb) بیش‌تر است(۳۷). حتی در مواردی چند صد برابر استاندارد نیز گزارش شده است. در آب‌های زیر زمینی ایران مقادیر این آلاینده بیش‌تر از برخی کشورهای آمریکایی و اروپایی گزارش شده است.

جدول شماره ۱: گزارشی از میزان MTBE در آب های زیرزمینی و چاه های عمیق

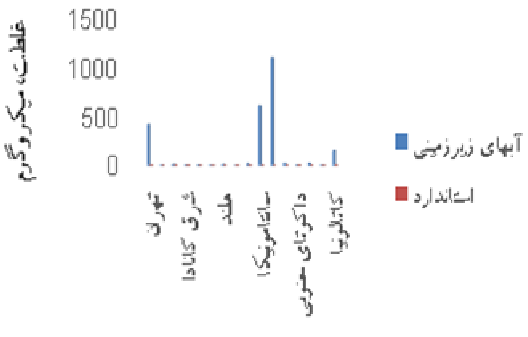
شماره رفرنس	رفرنس	منطقه	مکان نمونه برداری	نتیجه مطالعه	تورش های احتمالی و نقاط قوت
۱	مسعود نژاد، م .ر(۳۲)	تهران	چاه های عمیق	از ۳۸۴ حلقه چاه مورد بررسی، ۵۵ حلقه در معرض خطر آلودگی به MTBE بودند. در ۶ حلقه چاه میزان آلودگی از ۷/۱ تا ۱۰۶ ppb بود.	تورش احتمالی: از چاههای نزدیک به منبع آلودگی نمونه برداری صورت گرفته و از نقاط دیگر که احتمال آلودگی وجود دارد نمونه برداری صورت نگرفته است.
۲	صفوی،ه.ر(۳۳)	تهران	آب های زیرزمینی	میزان آلودگی در ۴۷۴ چاه از ۶ تا ۱۰۹۹ ppb بود.	قوت : عملکرد همزمان روشهادهی وپمپاژ –تصفیه دراجاء آب زیرزمینی. تورش احتمالی:دقت دستگاه های اندازه گیری
۳	Stem B.R(۳۴)	آمریکا	آب های زیرزمینی	در ۹۵٪ موارد در چاههای نزدیک مراکز تفریحی میزان آلودگی به MTBE به ۲ میکروگرم بر لیتر می رسید.	تورش احتمالی: از چاههای نزدیک به منبع آلودگی نمونه برداری صورت گرفته و از نقاط دیگر که احتمال آلودگی وجود دارد نمونه برداری صورت نگرفته است
۴	OSTP (۳۵)	نیوجرسی در آمریکا	چاه های عمیق	در ۲۱۲۰ نمونه از ۴۵۰ حلقه چاه در ۱۶ ایالت ، در ۴۴ نمونه از ۱۷ حلقه چاه میزان MTBEبین ۰/۲-۸میکروگرم بر لیتر بود.	نقطه قوت: تقریبا از تمام نقاط نمونه برداری صورت گرفته است. تورش احتمالی : محدودیت زمانی در اندازه گیری
۵	محیط زیست کانادا(۳۶)	شرق کانادا	آب های زیرزمینی	در ۲۵۰ نمونه از آبهای زیرزمینی میزان MTBEبین ۰/۰۲ -۳/۴میلی گرم بر لیتر بود.	تورش احتمالی: از چاههای نزدیک به منبع آلودگی نمونه برداری صورت گرفته و از نقاط دیگرکه احتمال آلودگی وجود دارد نمونه برداری صورت نگرفته است
۶	محیط زیست کانادا (۳۶)	ایسلند و کانادا	آب های زیرزمینی	در ۶ منبع آب زیر زمینی میزان MTBE ۵-۱ میکروگرم بر لیتر بود.	تورش احتمالی: محدودیت زمانی در اندازه گیری
۷	آژانس بین المللی حفاظت محیط زیست(۳۷)	انگلیس	آب های زیرزمینی	در ۳ حلقه چاه آب میزان MTBE بیشتر از ۱ میکروگرم بر لیتر بود.	تورش احتمالی: از چاههای نزدیک به منبع آلودگی نمونه برداری صورت گرفته و از نقاط دیگرکه احتمال آلودگی وجود دارد نمونه برداری صورت نگرفته است
۸	Wezel۳۸)	هلند	آب های زیرزمینی	میزان MTBE در منابع آب زیرزمینی بین ۱۶-۷ میکروگرم بر لیتر بود.	تورش احتمالی: حجم نمونه کافی نباشد و بیانگر میزان آلودگی کل منطقه نباشد
۹	Steven(۳۹)	پنسیلوانیا	آب های زیرزمینی	در ۸۶ منبع آب زیرزمینی نزدیک مخازن بزرگ ذخیره MTBE میزان آلودگی در ۳۵۹ نمونه بیشتر از ۰/۲ میکرو گرم بر لیتر بود.	تورش احتمالی: دقت دستگاه های اندازه گیری
۱۰	A Report for the 2000Session of the Seventy-Eighth (۴۰)General Assembly	Iowa in American	آب های زیرزمینی	در حدود ۳۵٪ از منابع آب زیرزمینی میزان MTBE ۱۵ میکرو گرم بر لیتر و در ۲۰٪ منابع آب زیرزمینی بیش از ۲۰ میکروگرم بر لیتر بود.	تورش احتمالی: تصویری کلی از آلودگی در تمام نقاط منطقه را ارائه نمی دهد.
۱۱	Tierney (۴۱)	سانتامونیکا	چاه های عمیق	در طول ۶ سال میزان MTBE در منابع آب زیرزمینی به ۶۱۰ppb رسید.	نقطه قوت: در مدت زمان طولانی میزان متیل ترشیاری بوتیل اتر اندازه گیری شده است.
۱۲	Moran (۴۲)	ایالات آمریکا	آب های زیرزمینی	میزان MTBE در آبهای زیرزمینی به ۱/۶۶ - ۰/۱ و متوسط۰/۱۷ میکروگرم بر لیتر رسید.	تورش احتمالی: راهکاری جهت حذف میزان متیل ترشیاری بوتیل اتر ارائه نشده است
۱۳	Wilson (۴۳)	پارسیپانی جرس	چاههای عمیق	میزان MTBE در چاههای عمیق به ۲۲۰۰-۱ میکروگرم بر لیتر رسید.	تورش احتمالی: تصویری کلی از آلودگی در تمام نقاط منطقه را ارائه نمی دهد.
۱۴	Wilson (۴۳)	شهر الزابت، شمال کالیفرنیا	چاه های عمیق	میزانMTBE در چاههای عمیق به ۲۰ میکروگرم بر لیتر رسید.	تورش احتمالی: تصویری کلی از آلودگی در تمام نقاط منطقه را ارائه نمی دهد
۱۵	Buscheck (۴۴)	مریلند کالیفرنیا	چاه های عمیق	میزانMTBE در چاههای عمیق به ۱۰۰۰-۳۵ میکروگرم بر لیتر رسید.	تورش احتمالی: منابع آب که مورد بررسی قرار گرفته است به درستی انتخاب نشده باشد.
۱۶	Reisinger (۴۵)	آمریکا	چاه های عمیق	میزانMTBE در چاههای عمیق به ۳۱۷-۱۰ میکروگرم بر لیتر رسید.	پیشنهاد شده است که از ماده ی دیگری به جای متیل ترشیاری بوتیل اتر در بنزین استفاده گردد.
۱۷	van Wezel (۴۶)	هلند	چاههای عمیق	میزان آلودگی به MTBE زیر ۱ میکرو گرم بر لیتر بود.	تورش احتمالی: تصویری کلی از آلودگی در تمام نقاط منطقه را ارائه نمی دهد
۱۸	Squillace (۴۷)	داکوتای جنوبی	چاههای عمیق	میزانMTBE در چاههای عمیق به ۳ میکروگرم بر لیتر رسید	روشهای حذف بررسی نگردیده است.
۱۹	Kolb (۴۸)	آلمان	چاههای عمیق	میزانMTBE در چاههای عمیق به ۴۸-۲/۲ میکروگرم بر لیتر رسید	راهکاری جهت حذف ارائه نشده است
۲۰	Kolb (۴۹)	آلمان	چاه های عمیق	میزانMTBE در چاههای عمیق به ۰/۷۱۲- ۰/۰۱۷ میکروگرم بر لیتر رسید	راهکاری جهت حذف ارائه نشده است
۲۱	Juhler (۵۰)	دانمارک	چاه های عمیق	میزانMTBE در چاههای عمیق به ۱/۴ میکروگرم بر لیتر رسید	تورش احتمالی: تصویری کلی از آلودگی در تمام نقاط منطقه را ارائه نمی دهد
۲۲	Fraile (۵۱)	کاتالونیا (شمال شرقی اسپانیا)	چاه های عمیق	میزانMTBE در چاههای عمیق به ۳۰۰-۴ میکروگرم بر لیتر رسید	نقطه قوت: تصویری کلی از آلودگی در نقاط مختلف را ارائه داده است.

جدول شماره ۲: میزان MTBE در آب های سطحی

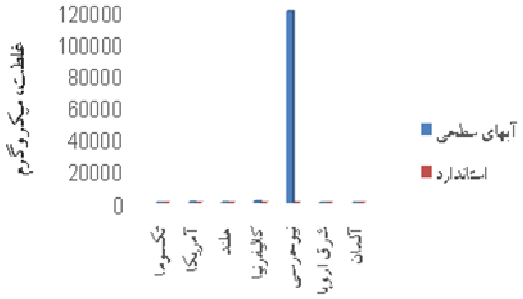
شماره رفرنس	رفرنس	منطقه	مکاننمونهبرداری	نتیجه مطالعه	تورش های احتمالی و نقاط قوت
۱	Youn-Joo (۵۲)	دریاچه های تکسوما	۵نوار ساحلی	متوسط میزان MTBE ۲/۹ -۱/۸ میکروگرم بر لیتر	تورش احتمالی: حجم نمونه کافی نباشد و بیانگر میزان آلودگی کل منطقه نباشد
۲	WHO (۵۳)	آمریکا	سیلاب، جویبار، رودخانه و مخازن آب	متوسط میزان MTBE در آبهای سیلابی ۸۱۷- ۰/۲ میکروگرم بر لیتر، ۳۰ -۰/۲ میکرو گرم بر لیتر در آب رودخانه و جویبارها بود.	نقطه قوت: آلودگی در مناطق کشاورزی و دیگر نقاط شهری که از منبع آلودگی دور بوده اند تشخیص داده نشده است.
۳	Morgenstern (۵۳)	هلند	آب آشامیدنی	در فصل اول ۴۲۰ – ۱۰ میکروگرم بر لیتر و در فصل دوم ۲۰میکروگرم بر لیتر بود.	نقطه قوت: با توجه به تغییرات فصل میزان متیل ترشیاری بوتیل اتر اندازه گیری شده است
۴	Shih (۵۴)	کالیفرنیا	دریاچه تاهویی	میزان MTBE بین ۲۰۰۰-۲۰ میکروگرم بر لیتر بود.	نقطه قوت: ارائه راهکار متناسب با میزان آلودگی و ویژگی های منطقه مورد مطالعه
۵	Toran (۵۵)	نیوجرسی	دریاچه کراتیری	میزان MTBEبین ۲۴۰۰۰۰ - ۱۲۰۰۰۰میکروگرمبرلیتربود.	تورش احتمالی: راهکاری جهت کاهش و یا حذف آن از آب ارائه نشده است.
۶	Guitart (۵۶)	شرق اروپا	بندرگاه	متوسط میزان MTBE ۰/۱۲۴ میکرو گروم بر لیتر بود.	نقطه قوت: پیشنهاد اصلاح قانون استفاده از متیل ترشیاری بوتیل اتر در مواد نفتی.
۷	Kolb (۵۷)	آلمان	نمونه برف	میزان MTBEبین ۰/۶۳۱-۰/۰۱۱میکروگرمبرلیتربود.	نقطه قوت: نشان می دهد علاوه بر آبهای زیرزمینی هوای منطقه نیز حاوی متیل ترشیاری بوتیل اتر می باشد.

Archive of SID
www.SID.ir

طبق جداول، میانگین میزان MTBE در آب‌های زیرزمینی و سطحی به ترتیب برابر با ۱۴۷/۵ و ۲۵۹۴۸/۱ میکروگرم در لیتر می‌باشد. میزان MTBE در آب‌های زیرزمینی ایالات آمریکا و تهران بیش‌تر از اروپا می‌باشد (نمودار شماره ۲). هم‌چنین میزان آلودگی به MTBE در آب‌های سطحی نیوجرسی، شرق اروپا و کالیفرنیا بیش‌تر از انگلیس و آلمان است (نمودار شماره ۲). بر اساس یافته‌ها کم‌ترین و بیش‌ترین میزان MTBE در آب‌های زیرزمینی به ترتیب مربوط به پنسیلوانیا ۰/۲ میکروگرم بر لیتر(۳۹) و پارسیپانی جرس ۲۲۰۰ میکروگرم بر لیتر(۴۳) بود. در خصوص آب‌های سطحی کمترین و بیش‌ترین میزان MTBE به ترتیب مربوط به نوار ساحلی تکسوما با ۲/۳۵ میکروگرم(۵۲) و دریاچه کرانبری در نیوجرسی با ۱۸۰۰۰۰ میکروگرم بر لیتر(۵۵) می‌باشد. استفاده گسترده از این ماده و همچنین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن باعث شده است که این ماده در آب‌های سطحی و زیر زمینی بسیاری از کشورها وجود داشته باشد(۵۸). به طوری که بر اساس مطالعه حاضر در اکثر قریب به اتفاق نمونه‌های اندازه‌گیری شده مقادیر MTBE شناسایی شده است و مقادیر این آلاینده در آب‌های زیرزمینی و سطحی به ترتیب در حدود ۳۷ و ۵۷ درصد مطالعات انجام شده، بیش از استانداردهای زیست محیطی آمریکا می‌باشد.



نمودار شماره ۱: مقایسه میزان MTBE در آب های زیرزمینی با استاندارد در مناطق مختلف دنیا



نمودار شماره ۲: مقایسه میزان MTBE در آب های سطحی با استاندارد در مناطق مختلف دنیا

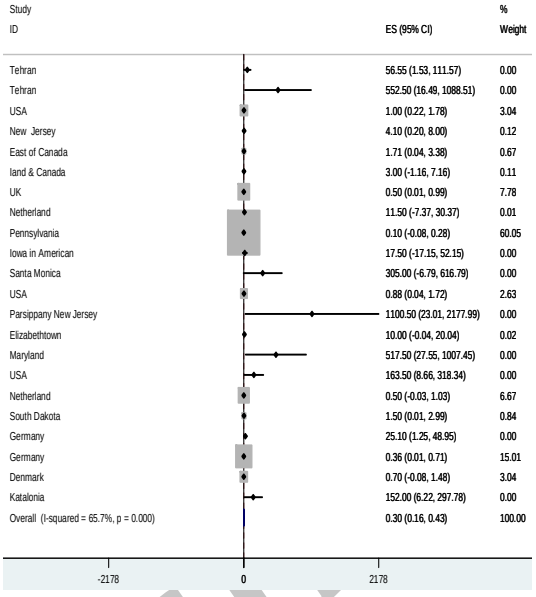
نتایج مربوط به پراکنش میزان MTBE در نقاط مختلف در منابع آب‌های زیرزمینی و سطحی در تصاویر شماره ۲ و ۳ نشان داده شده است. انباشت تراکم مربوط به MTBE در تصاویر شماره ۳ و ۴ نمایش داده شده است.

تصویر شماره ۱: پراکنش MTME در آب های زیرزمینی نقاط مختلف

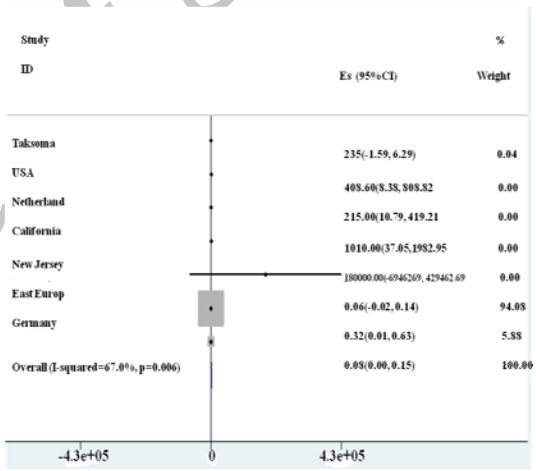
تصویر شماره ۲: پراکنش MTME در آب های سطحی نقاط مختلف

Archive of SID

www.SID.ir



تصویر شماره ۳:انباشت تراکم MTME در آب های زیرزمینی نقاط مختلف



تصویر شماره ۴: انباشت تراکم MTME در آب های سطحی نقاط مختلف

در پایان می‌توان نتیجه‌گیری کرد که مطالعه حاضر نشان داد که در بسیاری از نقاط دنیا از جمله ایران آلودگی به MTME یک چالش مهم زیست محیطی محسوب می‌شود. به طوری که در برخی از منابع غلظت آب‌های زیرزمینی آلوده به چندین برابر استانداردهای زیست محیطی می‌رسد. همچنین میزان MTBE در آب‌های سطحی بیش‌تر از آب‌های زیرزمینی می‌باشد. با توجه به خطرناک بودن MTBE و ویژگی‌های خاص آن که منجر به نفوذ بیش‌تر این ماده به منابع آبی می‌شود، استفاده از روش‌های جدید و کارا برای حذف آن بسیار ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به اثرات MTBE در بسیاری ازکشورهایی که این ماده مورد استفاده قرار می‌گیرد، پایش‌های محیطی و تعیین غلظت این ترکیب در هوا، خاک و آب انجام می گیرد. این پایش‌ها به منظور کنترل و جلوگیری از ورود این ترکیبات به محیط به خصوص به محیط‌های آبی دارای اهمیت می‌باشد. بنابراین با توجه به حجم بسیار بالای مصرف بنزین در کشور لازم است اقدامات مشابهی جهت پایش و کنترل این ترکیبات انجام شود. علاوه بر این بر اساس پیشنهاد آژانس حفاظت محیط زیست کالیفرنیا می‌بایست تحقیقاتی گسترده در ارتباط با یافتن ماده‌ای با خاصیت اکسیژن خواهی MTBE، حلالیت کم و اثرات زیست محیطی کم‌تر انجام شود.

References

1. Staff W. Oxygenates to Hike Gasoline Price. J Oil and Gas 1992; 4(2): 29-30.
2. Fischer A, Muuller M, Klasmeier J. Determination of Henry's law constant for methyl tert-butyl ether (MTBE) at groundwater temperatures. J Chemosphere 2004; 54(8): 689-694.
3. Shih TC, Wangpaichitr M, Suffet M. Evaluation of granular activated carbon technology for the removal of methyl tertiary butyl ether (MTBE) from drinking water. J Water Research 2003; 37(20): 375-385.
4. Keller AA, Sandall OC, Rinker RG. Health and environment assessment of MTBE, risk assessment, explore assessment, water treatment and cost benefit analysis, in Report to Governor and legislature of the state of California 1998; 15(10): 1-35.

Archive of SID
www.SID.ir

5. Zhang Q. Using vegetation to treat Methyll-tert-butyl ether Contaminated groundwater. Proceedings of the 1998 Annual Conference on Hazardous. J Waste Research 1998; 16(5): 262-270.
6. Zogorsk JS. Environmental behavior and Fate of methyl tert-butyl ether. U.S Geological Survey, National Water quality Assessment Program (NWQAP). USGS Fact Sheet 1998; 203-296.
7. Orit K, Jay RL, MTBE: Evaluation of management options forwater supply and ecocystem impacts. Department of civil and Environmental Engineering, Univdersity of California, Davis 1998; 530: 5671-5752.
8. Chan HM. Assessment of Dietary Exposure to Trace Metals in Baffin Inuit Food. J Environmental Health Perspectives 1995; 103(7/8): 740-746.
9. Dupasquier D, Revah S, Auria R. Biofiltration of methyl tert-butyl ether vapors by cometabolism with pentane: modeling and experimental approach. J Environmental Science & Technology 2002; 36(2): 247-253.
10. EPA. Remediation Of MTBE Contaminated Soil And Groundwater 1998; 510: 97-105.
11. Abolfazlzade M, Gitipour S. Evaluation of Absorption and Leakage MTBE Common in Clay Soils Modified, in Faculty of, Tehran University Environmen 2007; 10(1): 1-9.
12. Shih T. Evaluation of the Impact of fuel Hydrocarbons and oxygenates on groundwater resources. Technol 2004; 38: 42-44.
13. Environmental Protection Agency, U.S.E., MTBE in fuels 2006.
14. Jacobs J, Gucrtin J, Lterron C. MTBE: Effects on Soil and Groundwater. Lewis Publishers 2001; 25(15): 245-250.
15. EPA U. Drinking water advisory: Consumer acceptability a dvice an.health effects analysis on methyltertiary-butylether (MTBE). DCUSEPA. Washington 1997; 500: 11-13.
16. Young W. Taste And Odourthresolld Concentrations Of Potable Water Contaminants. J Water Research 1996; 30(2): 331-340.
17. API. Oder thershold studies performed with gasolinecombined With MTBE, ETBE and TAME, in American Petrolum Institute. Washington, DC 1993.
18. Report of the Oil Ministry of Economic Affairs, Aquaintance with gasoline containing MTBE, EGOION. Company, Editor, Purification and Distribution of Oil National Company: Iran, Tehran2002.
19. Environmental Protection Agency. EPA, Methyl Tertiary Butyl Ether (MTBE) 2009 Available from: http://www.epa.gov/MTBE/Water.htm
20. Eslami A, Nasseri S, Yadollahi B, Mesdaghinia A. Removal Of Methyl Tert-Butyl Ether (MTBE) from Contaminated Water by Photocatalytic Process. Iranain J Health 2009; 38(2): 1.
21. Rossner A, Knappe D. MTBE Adsorption On Alternative Adsorbents and Packed Bed Adsorber Performance. J Water Research 2008; 42(20): 2287-2299.
22. Wang LK, Shammas NK, Hun YT. Advances in Hazardous Industrial Waste Treatment. CRE Press 2009: 309-329.
23. Arbabi M, Sadeghi M, Nikpey A, Mardani G. Aerobic Biodegration of Per-Treated Methyl Tert-Butyl Ether By Ozonation in an Up-Flow-Fixed-Bed Reactor. J Environmental Science 2009; 5(3): 304-310.
24. Rubin E, Ramaswimi A. the Potential for Phytoremidiation of MTBE. J Water Research 2001; 35(50): 1348-1353.

Archive of SID

www.SID.ir

25. Federal Provincial Territorial Committee on Drinking Water. Guidelines for Canadian drinking Water Quality.Canada. December 2010.
26. Ellen R, Ramaswami A. The Potential for Phytoremediation of MTBE. J Water research 2001; 35(5): 1348-1350.
27. Sutherland J, Adams C, Kekobad J. Treatment of MTBE by airstripping, carbon adsorption andadvanced oxidation, technical andeconomic comparison for five groundwaters. J Water Research 2004; 38(1): 193-200.
28. Centi G. Catalytic Conversion of MTBE to Biodegradation Chemical in Contaminated Water. J Catalysis Today 2002; 75(7): 69-76.
29. Eweis JB. Pre- Sented at the Air and Waste Management Association 19th Annual Meeting and Exhibitation. American water worksAssociation, Washington D.C 1997; 18(6): 332-348.
30. Speth T, Miltner R. Technical Note: adsorption capacity of GAC for synthetic organics. J AWWA 1990; 82(2): 72-73.
31. Hand DW. Design of fixed bed absorbers' to remove Multi component mixtures of volatile and Synthetic organic chemical. J AWWA 1998; 81(1): 67-69.
32. Masoodnejad MR, Khatibi M. Potential of methyl tert-butyl ether contamination of groundwater in Tehran (MTBE) 2000. Beheshti J 2005; 43(22): 7-11.
33. Safavi HR, Sokhak lari K, Taebi A. Simulated pumping methods-filtration and aeration of contaminated groundwater. J Water 2005; 56: 30-39.
34. Stern BR, Tardiff RG. Risk Characterization of methyltertiarybutylether (MTBE) in tap water. J Risk Analysis 1997; 17: 727-743.
35. OSTP. Fuel oxygenates and water quality, White House office of Sience and Technology Policy: Washington DC 1998.
36. Envirnnment Canada. Canada Oil, GB, Use and release of MTBE in A report oresponses to Environment Canad's May 26, 2001, information gathering noticenn methyl tertiary-butyl ether. Hull. J Environment 2003: 34.
37. Agency E. A review of current MTBE usage and Occurrence in groundwater in England and Wales, in the stationary office, R.p.b.K. Europe, Editor 2001: 1-10.
38. Wezel AV. Odour and flavour thresholds of gasoline additives (MTBE, ETBE and TAME) and their occurrence in Dutch drinking water collection areas. J Chemosphere 2009; 76(11): 672-676
39. Steven D. MTBE Concentrations in Ground Water in Pennsylvania. J Water Resources 2003; 39(10): 1-44.
40. Methyl tertiary-Butyl Ether (MTBE) Occurrence in Iowa, in A Report for the 2000 Session of the Seventy-Eighth General Assembly., Iowa Department of Natural Resources Underground Storage Tank Section Wallace State Office Building East Ninth Street 502 Des Moines, IA. 2000: 50319-50325.
41. Tierny A, Kathleen F. Microbs Combat MTBE Contamination. J Pollution Engineering 2000; 32(7): 10-17.
42. Moran MJ, Zogorski JS, Squillace PJ. MTBE and Gasoline Hydrocarbons in Ground Water of the United States. J Ground Water 2005; 43(4): 615-627.
43. Wilson JT, Kaiser PM, Adair C, Monitored Natural Attenuation of MTBE as a Risk Management Option at Leaking Underground

Archive of SID
www.SID.ir

Storage Tank Sites EPA 2005; 600/R-04/1790.

44. Buscheck TE, Gallagher DJ, Kuehne DL, Zuspan CR. Occurrence and behavior of MTBE in groundwater, in Discussing the Issue of1998 MTBE and Perchlorate in Ground Water 1998, National Ground Water Association Westerville: Ohio 1998; 36: 59-68.
45. Reisinger HJ, Reid JB, Bartholomae PJ. MTBE and benzene plume behavior, a comparative perspective. J Soil Sediment Groundwater 2000; 42: 43-46.
46. Wezel AV, Puijker L, Vink C, Versteegh A, Voogt PD. Odour and flavour thresholds of gasoline additives (MTBE, ETBE and TAME) and their occurrence in Dutch drinking water collection areas. J Chemosphere 2009; 76: 672-676.
47. Squillace PJ, Pankow JF, Korte N E, Zogorski JS. Review Of The Environmental Behavior And Fate Of Methyl Tert-Butyl Ether. J Environmental Toxicology and Chemistry 1997; 16(9): 1836-1844.
48. Kolb A, Puttmann W. Comparison of MTBE concentrations in groundwater of urban and nonurban areas in Germany. J Water Research 2006; 40: 3551-3558.
49. Kolb A, Puttmann W. Methyltert-butyl ether (MTBE) in finished drinking water in Germany. J Environmental Pollution 2006; 140: 294-303.
50. Juhler RK, Felding G. Monitoring Methyl Tertiarybutyl Ether (Mtbe) and other Organic Micropollutants In Groundwater. J Water, Air, and Soil Pollution 2003; 149: 145-161.
51. Fraile J, Niñerola JM, Olivella L, Figuera M, Ginebreda A, Vilanova M. Monitoring of the Gasoline Oxygenate MTBE and BTEX Compounds in Groundwater in Catalonia (Northeast Spain). J Scientific World 2002; 2: 1235-1242.
52. An YJ, Donald HK, Sewell GW. Water quality at five marinas in Lake Texoma as related to methyl tert-butyl ether (MTBE). J Environmental Pollution 2002; 118: 331-336.
53. WHO. Methyl tertiary-Butyl Ether, in International Programme on Chemical and Safety (IPCS), Environmental Health Creteria 206, 1998.
54. Morgenstern P. Survey of the occurrence of the residue of methyl tertiary butyl ether (MTBE) in Dutch drinking water resources and drinking water. J Environmental Monitoring 2003; 5: 885-890.
55. Toran L, Lipka Ch, Baehr A, Reilly T, Baker R. Seasonal and daily variations in concentrations of methyl-tertiary-butyl ether (MTBE) at Cranberry Lake. J Water Research 2003; 37: 3756-3766.
56. Guitart C, Bayona JM, Readman JW. Ources distribution and behaviour of methyltert-butyl ether (MTBE) in the Tamar Estuary, UK. J Chemosphere 2004; 57: 429-437.
57. Kolb A, Puttmann W. Methyltert-butyl ether (MTBE) in snow samples in Germany. J Atmospheric Environment 2006; 40: 76-86.
58. Carter JM, Grady SJ, Delzer GC, Koch B. Occurrence of MTBE and otheroxygenates in CWS source waters. J American Water Work Association 2006; 98(4): 91-104.

Archive of SID

www.SID.ir

ORIGINAL ARTICLE

A Survey of Methyl Tertiary Butyl Ether Concentration in Water Resources and Its Control procedures

Meghdad Pirsaheb [1],
Abdollah Dargahi [2],
Razieh Khamutian [2],
Fatemeh Asadi [3],
Zahra Atafar [4]

[1]Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Public Health, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran
[2] MSc in Environmental Health Engineering, Faculty of Public Health, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran
[3]MSc Student in Environmental Health Engineering, Student Research Committee, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran
[4]PhD Student in Environmental Health Engineering, Faculty of Public Health, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran

(Received August 4, 2013 ; Accepted April 13, 2014)

Abstract

Background and purpose: Annually high volumes of Methyl Tertiary Butyl Ether (MTBE) are used as organic solvents in various chemical and fuels as a substitute for lead. These compounds enter the environment after being used and pollute the environmental sources such as surface water and groundwater. Exposures to this organic matter could have acute and chronic influences on human, including nervous system reactions, nausea, and amnesia. Also, the carcinogen formaldehyde is produced after its decomposition in the body. This systematic review investigated the studies carried out in Iran and other countries on the concentration of MTBE.

Material and methods: In this study, all papers in national and international databases were examined including Iran Medex, Iran Doc, SID, Google Scholar, Science Direct, World Health Organization, and Pubmed. The keywords used included Methyl Tertiary Butyl Ether, surface water, and groundwater. Overall, 289 articles were retrieved of which 29 were selected after reviewing the titles and abstracts

Results: We found that the concentration of MTBE in ground and surface water were higher than Environmental standards of America (36% and 57%, respectively).The most contaminated samples were taken from North America, Spain and Iran

Conclusion: According to the results some levels of MTBE were detected in water resources in many countries. Due to the high volume of fuel consumption high levels of MTBE enter the environment, so it is essential to take administrative measurements to prevent and reduce the level of such compounds into the environment. Moreover, continuous monitoring of water resources should be carried out, especially in the resources exposed to pollution (such as oil refineries and areas close to gas stations).

Keywords: Methyl Tertiary Butyl Ether, surface water, groundwater

J Mazandaran Univ Med Sci 2014; 24(113): 119-128 (Persian).

Archive of SID

www.SID.ir