



ارزیابی ریسک سرطانی و غیر سرطانی آلاینده های نفتی (متیل ترشری بوتیل اتر-بنزن-تولوئن-اتیل بنزن-زایلن) در منابع آب آشامیدنی شازند

ارکیده رحیم نژاد (نویسنده مسئول)^۱، علیرضا پرداختی^۲

^۱ دانشجوی دکتری مهندسی محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران orkidrahimnezhad@ut.ac.ir

^۲ استادیار دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران alirezap@ut.ac.ir

چکیده

سالانه حجم بالایی از متیل ترشیاری بوتیل اتر (MTBE) به عنوان حلال آلی در صنایع شیمیایی مختلف و در سوخت ها به عنوان جایگزین سرب مورد استفاده قرار می گیرد. این ترکیبات پس از استفاده و با ورود به محیط منجر به آلودگی منابع زیست محیطی همچون آب های سطحی و آب های زیرزمینی می گردند. تماس با این ماده سبب بروز اثرات حاد و مزمن از قبیل واکنش های سیستم عصبی، تهوع و فراموشی در انسان می شود. همچنین در اثر متابولیزه شدن این مواد در بدن، ترکیب سرطانزای فرام آلدئید تولید می شود. در اثر استنشاق و چشیدن وارد بدن شده و در بدن به موادی مانند فرمالدهید که ماده ی سرطانزایی است سبب تخریب سلول های ریوی، کلیوی و گلبول های قرمز می شود. اثرات سوء MTBE بر محیط و بدن انسان و حذف آن بسیار حائز اهمیت است. پالایشگاه شازند به عنوان بزرگترین واحد تولید بنزین در خاورمیانه در فاصله ۲۲ کیلومتری جنوب غربی اراک و در شمال شرقی دشت شازند قرار گرفته است. به دلیل وجود تأسیسات پالایشی، مخازن متعدد نگهداری نفت خام و فرآورده های نفتی، خطوط لوله انتقال فرآورده های نفتی مربوط به پالایشگاه شازند، احتمال نشت مواد آلاینده از مخازن و لوله ها به محیط خاک و آب زیرزمینی وجود دارد. آبخوان دشت شازند از نوع آزاد و متشکل از رسوبات آبرفتی دانه درشت بوده و جهت جریان از پالایشگاه به سمت چاه های کشاورزی، مرکز دشت میباشد. بنابراین، آلودگی آب زیرزمینی ناشی از آلاینده های نفتی پالایشگاه شازند و بررسی ریسک غیر سرطانی مورد بررسی قرار گرفت.

واژه های کلیدی

ارزیابی ریسک سلامت، آلاینده های نفتی، MTBE، BTEX، ریسک سرطانی، ریسک غیر سرطانی



۱. متن مقاله

– مقدمه

متیل ترشباری بوتیل اتر نام شیمیایی یک ترکیب اتری قطبی است که حجم بالایی از آن در سراسر دنیا تولید میشود و به عنوان یک حلال آلی به طور گسترده ای در صنایع شیمیایی مختلف و هم چنین در سوخت ها به عنوان جایگزین سرب و افزایش دهنده عدد اکتان مورد استفاده قرار می گیرد. این ماده برای اولین بار در اواخر دهه ۱۹۷۰ در ایالت متحده آمریکا به میزان ۶۲ درصد حجمی به عنوان ضد ضربه به بنزین اضافه شد. و تاکنون نیز به دلیل هزینه پایین و عملکرد مناسب آن کاربرد دارد. در سال ۱۹۹۰ در اصلاحیه قانون هوای پاک جهت بهبود فرایند احتراق و کاهش میزان منواکسید کربن خروجی از اگزوز اتومبیل ها و وسایل بنزین سوز پیشنهاد شد که از MTBE در فرمولاسیون جدید بنزین استفاده شود.

جدول شماره ۱: خصوصیات MTBE

فرمول شیمیایی	C ₅ H ₁₂ O
جرم مولکولی	۱۵/۸۸ گرم بر طول
جرم حجمی (دانسیته)	۰,۷۴۰۴ گرم بر متر مکعب
نقطه ذوب	۱۰۹- درجه سیلسیوس
نقطه جوش	۲/۵۵ درجه سیلسیوس
میزان حلالیت در آب	۲۶ گرم بر لیتر

دپارتمان انرژی در سال ۱۹۹۸، MTBE را به عنوان چهارمین ماده آلی تولیدی و دومین آلاینده پس از کلروفرم معرفی کرد، به طوری که در سال ۲۰۰۱، در ایالات متحده آمریکا تولید MTBE به بیش از ۱۲ میلیارد لیتر رسیده است. افزایش این ترکیب به بنزین سبب بهسوزی، کاهش انتشارات ناشی از اگزوز، مخصوصاً کاهش انتشارات CO می شود. پالایشگاه ها و ایستگاه های پمپ بنزین، مهم ترین منابع نقطه ای محیطی، برای انتشار این ترکیب است. علاوه بر وسایل نقلیه مخصوصاً در نقاط پرتراфик، نشت مخازن ذخیره سازی زمینی و زیرزمینی سوخت، مخلوط انتقال سوخت، شناورهای آبی و قایقانی از دیگر منابع مهم انتشار MTBE به محیط زیست و محیط پیرامون تشخیص داده شده اند. مهمترین قسمت آلاینده های نفتی، بخش محلول آنها از قبیل BTEX و افزودنی هایی مثل MTBE است که در آب زیرزمینی تشکیل ابر آلودگی را میدهند MTBE یک ماده آلی اکسیژن دار است که در نتیجه واکنش شیمیایی متانول و ایزوبوتان تولید می شود. قابلیت انحلال MTBE نسبت به سایر ترکیبات بنزین بیشتر است و نسبت به بنزن تمایل کمتری به جذب توسط رسوبات و مقاومت بیشتری به تجزیه زیستی دارد.

IARC (مرکز جهانی تحقیقات سرطان) این ماده را در گروهی که خاصیت سرطانزایی ندارد قرار داده است اما نوشیدن و استنشاق آن بیش از حد مجاز تعیین شده موجب تهوع، آسیب به کلیه و کبد و تأثیرات سوء بر سیستم عصبی میشود. BTEX ترکیبات آروماتیکی هستند که شامل بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و ایزومرهای زایلن (ارتوزایلن، متازایلن و پارازایلن) می باشند. همانطور که گفته شد، BTEX قابلیت انحلال نسبتاً بالایی در آب داشته بطوری که بنزن، تولوئن، زایلن ها و اتیل بنزن به ترتیب بیشترین تا کمترین قابلیت حلالیت پذیری در آب را دارا میباشند. به علت تمایل جذب BTEX توسط رسوبات، سرعت حرکت آنها در آب زیرزمینی کمتر از MTBE میباشد. از بین تشکیل دهنده های BTEX، تنها بنزن به عنوان ماده سرطانزا شناخته شده است.

گسترش آلاینده های آلی ناشی از پتروشیمی و پالایشگاه سازند را در دشت سازند مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش پارامتر PAHs (هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای) در دو سری نمونه برداری مورد تجزیه و آنالیز قرار گرفت. در هر دو سری نمونه ها، این مقادیر در داخل پالایشگاه و پتروشیمی کمتر از مقادیر بیرونی می باشد که با توجه به جهت جریان آب زیرزمینی قابل توجه است.



در هر دو سری مقادیر غلظت، در چاه های خارج پالایشگاه و پتروشیمی به دلیل فرایندهای پخش و انتقال با دور شدن از منبع در جهت جریان کاهش می یابد.

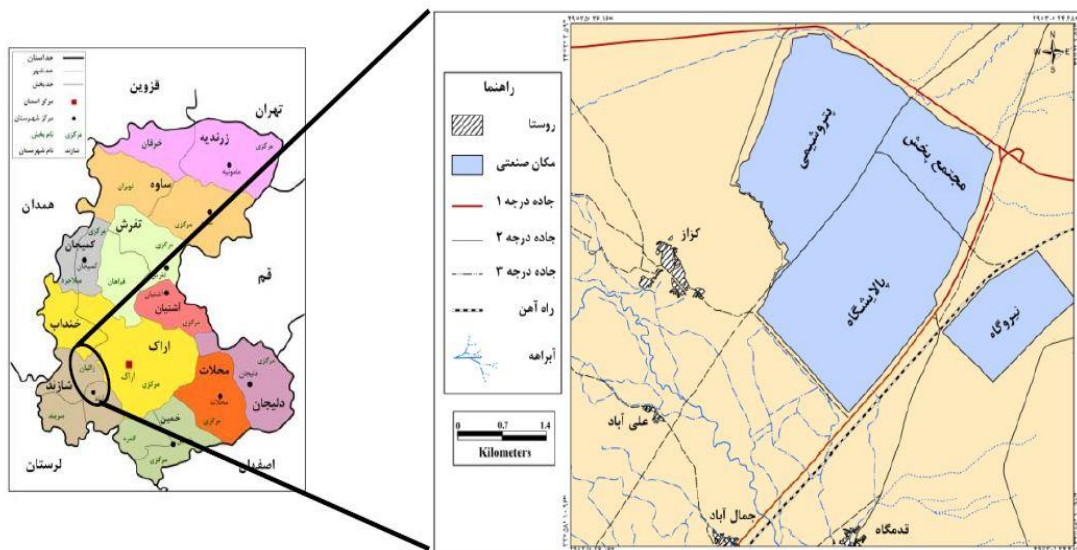
به دلیل حضور تأسیسات روزمینی و زیرزمینی متعدد در محدوده مجتمع پخش و پالایشگاه شازند، احتمال نشت مواد نفتی به محیط آب و خاک و آلودگی آنها دور از انتظار نمی باشد. همچنین با توجه به اینکه، جهت جریان آب زیرزمینی به سمت اراضی کشاورزی کزاز و مرکز دشت میباشد در صورت بروز آلودگی، چاه های کشاورزی و آب شرب منطقه را در خطر جدی آلودگی قرار خواهند گرفت. از این رو، بررسی آلودگی نفتی منطقه مورد مطالعه ضروری است. هدف از این پژوهش بررسی آلودگی احتمالی آبخوان مجتمع پخش و پالایشگاه شازند توسط آلاینده های نفتی و مقایسه غلظت آلاینده ها به استانداردهای معتبر می باشد. چهار ترکیب BTEX و ماده MTBE به عنوان آلاینده های محلول و خطرناک نفتی به عنوان شاخص آلودگی آبخوان مورد بررسی و آنالیز قرار گرفت. همچنین، تعیین تقریبی منشاء آلاینده های آب زیرزمینی جز اهداف این پژوهش بوده است.

-اثرات بهداشتی MTBE:

انسان از سه طریق گوارشی، تنفسی و پوستی می تواند در معرض MTBE قرار گیرد. تماس با این ماده سبب بروز اثرات حاد و مزمن می گردد. واکنش های 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. هم چنین در اثر متابولیزه شدن MTBE، در بدن، ترکیباتی مانند ترشیری بوتیل الکل (TBA) و فرم آلدئید تولید می شود. طبق اعلام مؤسسه بین المللی سرطان (IARC) فرم آلدئید جزء مواد سرطان زا برای انسان محسوب می شود.

-منطقه مورد مطالعه:

مجتمع پخش و پالایشگاه شازند با وسعت ۶ کیلومتر مربع در ۲۲ کیلومتری جنوب غربی استان مرکزی، شمال دشت شازند و در مسیر جاده ملایر بروجرد واقع شده است (شکل ۱)
ظرفیت این پالایشگاه در حال حاضر به ۲۵۰ هزار بشکه در روز رسیده است که با داشتن ۱۵ واحد پالایشی و ۵ واحد سرویس جانبی فرآورده هایی از قبیل بنزین، گازوئیل، قیر و آسفالت، پروپیلن، گاز مایع و ... را تولید می کند.



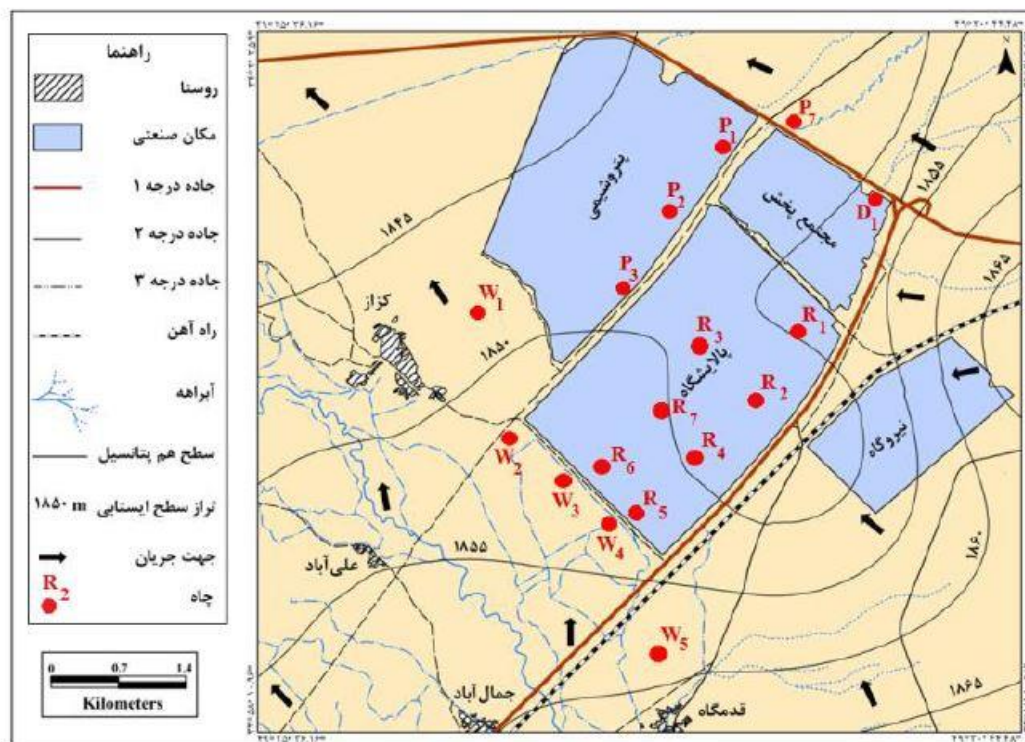
شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه



حوضه آبریز شازند از رسوبات آهکی و دولومیتی فراوانی که ارتفاعات و آبرفتهای عهد حاضر و قدیمی که دشت را شامل میشوند تشکیل شده است. آبرفتهای عهد حاضر از عناصر دانه درشت، دانه متوسط و درصد کمی سیلت تشکیل شده و دارای نفوذپذیری مناسبی نسبت به آبرفتهای قدیمی میباشد. براساس آزمایش پمپاژ در دشت، ضریب قابلیت انتقال ۲۵۰۰ متر مربع در روز در مناطق مرکزی محاسبه شده که به سمت حاشیه دشت این مقدار به کمتر از ۵۰۰ متر مربع در روز رسیده و حداقل ۱۵۰ متر مربع در روز میباشد. همچنین، ضریب ذخیره متوسط دشت ۵٪ برآورد شده است. جهت ترسیم خطوط هم-پتانسیل و تعیین جهت جریان آب زیرزمینی از نرم افزار Arc GIS 10.2 و اطلاعات پیرومترهای موجود در دشت شازند (اخذ شده از شرکت آب منطقه ای آب استان مرکزی) استفاده شده است. براساس شکل ۲، جریان از جنوب شرق و جنوب به سمت شمال غرب (خروجی دشت) می باشد (از پالایشگاه و مجتمع پخش به سمت پتروشیمی و روستای کزاز). بنابراین در صورت بروز آلودگی توسط پالایشگاه و پتروشیمی در منطقه، بیشترین خطر متوجه روستای کزاز و زمینهایی است که در جهت جریان آب زیرزمینی قرار گرفته اند.

-نمونه برداری از چاه های بهره برداری:

جهت بررسی آلودگی آبخوان منطقه توسط مواد نفتی از ۱۶ حلقه چاه شامل ۷ حلقه چاه داخل پالایشگاه [R1,R2,R3,R4,R5,R6,R7]، ۳ حلقه چاه داخل پتروشیمی [P1,P2,P3] و ۵ حلقه چاه محیط پیرامون پالایشگاه همجوار با روستای کزاز [W1,W2,W3,W4,W5] نمونه برداری در خردادماه ۱۳۹۴ صورت گرفت (شکل ۲). از هر محل یک نمونه ۶۰ سیسی شیشه کدر نمونه برداشته شده و به منظور از بین بردن باکتریها و جلوگیری از تجزیه بیولوژیکی مواد نفتی به هر نمونه ۰.۶ سیسی سدیم آزاید (NaN₂) اضافه گشته است. جهت اندازه گیری پارامترهایی از قبیل BTEX و MTBE نمونه ها به آزمایشگاه ارسال گردید و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته اند.





شکل ۲ جهت جریان آب زیرزمینی (اردیبهشت ۱۳۹۲ - در منطقه مورد مطالعه؛ موقعیت نقاط نمونه برداری برای آنالیز مواد نفتی (خرداد ۱۳۹۴)

-روش آنالیز و آماده سازی نمونه ها:

در این پژوهش، تعیین ترکیبات BTEX و MTBE از روش GC-FID

(Gas Chromatography – Flame Ionization Detector) استفاده گردید. کروماتوگرافی گازی شامل فاز متحرک و ثابت است که فاز متحرک از میان فاز ثابت عبور میکند و در طی این عمل، اجزاء مختلف تشکیل - دهنده نمونه براساس انحلال پذیری متفاوت در این فاز مشخص میشوند. آشکارساز یونیزاسیون شعله ای (FID) یک ابزار علمی که غلظت گونه های آلی را در جریان گاز اندازه گیری می کند. در فرایند استخراج توسط فضای فوقانی روش کار بدین گونه است که مقدار ۵ میلی لیتر از نمونه به همراه ۰.۵ گرم سدیم کلراید در یک ویال کرپ میشود و به مدت ۳۰ دقیقه در آون در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد قرار داده شده تا ظرف حاوی نمونه گرم و اجازه داده میشود تا ترکیبات آلی فرار بخار شوند و به فضای فوقانی ظرف منتقل شوند. سپس بین بخار موجود در بخش فوقانی ظرف و نمونه آبی تعادل برقرار میشود و قسمتی از بخار توسط سرنگ Gastight کشیده شده و برای تزریق به دستگاه GC تزریق می گردد. در این پژوهش از دستگاه گاز کروماتوگراف YL-6500 استفاده شده است.

نتایج حاصل از آنالیز نمونه ها براساس اجزای تشکیل دهنده BTEX و MTBE در جدول ۱، برای نمونه های آب زیرزمینی نشان داده شده است.

نتایج آنالیز مواد نفتی آب زیر زمینی سازند (خرداد ۱۳۹۴)								
O-xylene (µg/L)	M-Xylene (µg/L)	P-xylene (µg/L)	Ethylbenzene (µg/L)	Toluene (µg/L)	Benzene (µg/L)	MTBE (µg/L)	نقاط بررسی شده	غلظت ترکیبات
								شماره نمونه
1006	ND	ND	ND	ND	ND	ND	شرق پالایشگاه	R1
112.79	123.88	ND	ND	ND	58	ND	شرق پتروشیمی	R2
700	796	766	ND	ND	ND	ND	غرب پالایشگاه	R3
483	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-----	R4
ND	ND	ND	ND	ND	751	5	جنوب پالایشگاه	R5
ND	143.7	238.4	ND	ND	ND	ND	شمال پالایشگاه	R6
ND	ND	103.75	343.7	ND	ND	ND	مرکز پالایشگاه نزدیک حوضچه	R7



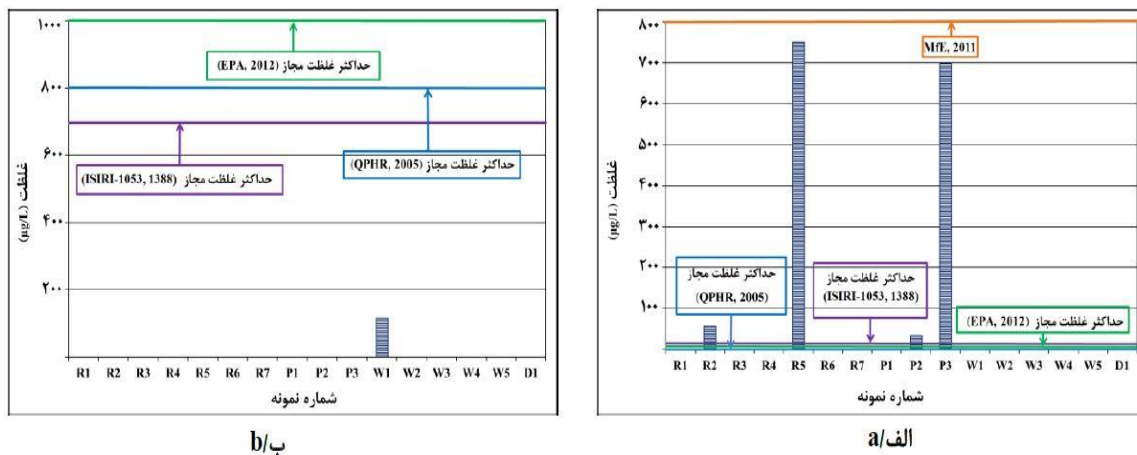
								تبخیر	
177.84	52.68	325.75	ND	ND	ND	ND	-----		P1
883.94	ND	208.16	341.77	ND	33.79	ND	شرق پتروشیمی		P2
566	ND	ND	ND	ND	698	ND	شرق پتروشیمی		P3
315	ND	ND	ND	115	ND	2	پیرامون پالایشگاه		W1
1291	ND	101	ND	ND	ND	7	پیرامون پالایشگاه		W2
145.43	82.64	522.06	ND	ND	ND	2	پیرامون پالایشگاه		W3
ND	ND	ND	ND	ND	ND	112	منطقه پیرامونی جنوب پالایشگاه		W4
673	ND	ND	ND	ND	ND	ND	پیرامون پالایشگاه		W5
585	ND	ND	ND	ND	ND	ND	شمال مجتمع پخش		D1
578.25	239.78	323.59	342.74	115.00	385.20	25.60			میانگین
347.74	279.91	225.10	0.97	0.00	339.93	43.24			انحراف معیار

ND=Not Detected

حداکثر غلظت مجاز بنزن در آب شرب توسط QPHR-ISIRI 1053- EPA به ترتیب ۵، ۱۰ و $1 \mu\text{g/L}$ تعیین شده است. همچنین، حداکثر غلظت مجاز این ماده در آب آبیاری $800 \mu\text{g/L}$ می باشد. در چهار نمونه (R2 شرق پالایشگاه)، (R5 جنوب پالایشگاه)، (P2، P3 شرق پتروشیمی) غلظت این ماده بیش از حد مجاز تعیین شده توسط استانداردهای آب شرب بوده و این مناطق نسبت به بنزن آلوده می باشند در حالی که به دلیل پایین بودن غلظت بنزن در نمونه ها نسبت به استاندارد آب آبیاری، این آب ها مناسب برای مصارف کشاورزی می باشند (شکل ۳ الف). حداکثر غلظت مجاز تولوئن در آب شرب QPHR- ISIRI 1053 -EPA به ترتیب ۱۰۰۰، ۷۰۰ و $800 \mu\text{g/L}$ تعیین گردیده است. علاوه بر این، حداکثر غلظت مجاز تولوئن در آب آبیاری 39 mg/L برآورد شده است. در تمام نمونه ها براساس استانداردهای فوق، غلظت تولوئن کمتر از حداکثر غلظت مجاز کمتر از حد مجاز تعیین شده است. علت کم بودن غلظت تولوئن نسبت سایر ترکیبات آروماتیک در نمونه ها میتواند به قابلیت تجزیه زیستی بالای این ترکیب مربوط باشد.

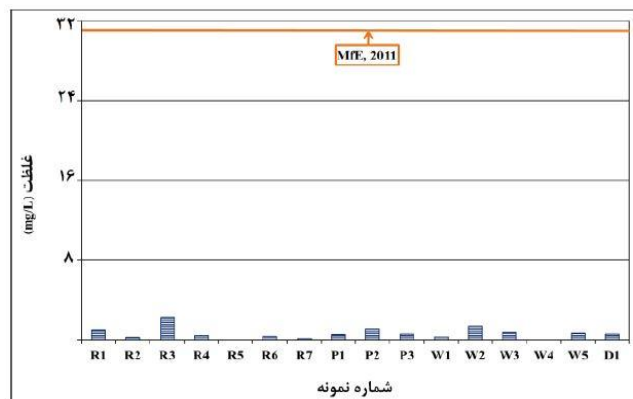


در شرایط هوازی تولوئن قبل از سایر ترکیبات آروماتیک توسط باکتریها تجزیه شده و غلظت پایین آن در آب زیرزمینی قابل انتظار می باشد (شکل ۳ ب)

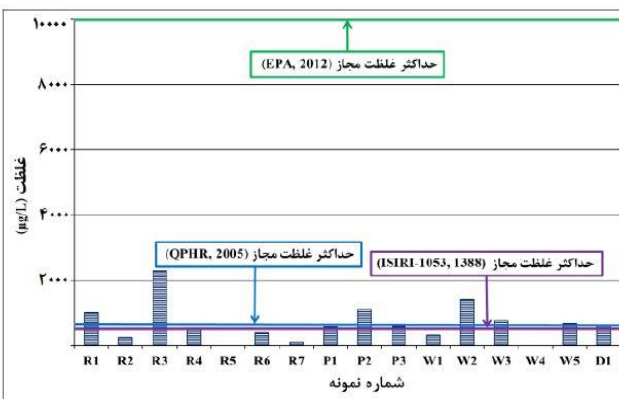


شکل ۳ الف (غلظت بنزن در نمونه های آب زیرزمینی اندازه گیری شده نسبت به استانداردهای آب شرب و استاندارد آب آبیاری؛ ب) غلظت تولوئن در نمونه های آب زیرزمینی اندازه گیری شده نسبت به استانداردهای آب شرب

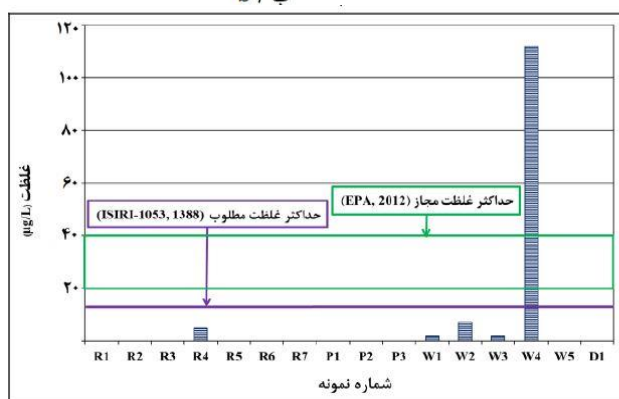
حداکثر غلظت مجاز زایلن در آب شرب ۱۰۰۰۰، ۵۰۰ و ۶۰۰ µg/L به ترتیب توسط EPA، ISIRI-1053 و QPHR تعیین شده است. حداکثر غلظت این ماده در آب آبیاری را ۳۱ mg/L می باشد. مطابق شکل ۴ الف، تمامی نمونه ها براساس حد مجاز تعیین شده توسط EPA، عاری از هر گونه آلودگی نسبت به زایلن بوده و از این رو مناسب برای شرب می باشند در حالی که با توجه به استاندارد تعیین شده توسط ISIRI-1053 و QPHR، اغلب نمونه ها از قبیل (R1 شرق پالایشگاه)، (R3 غرب پالایشگاه)، (D1 شمال مجتمع پخش)، (P2 و P3 (شرق پتروشیمی) و (W2، W3 و W5 (پیرامون پالایشگاه) نسبت به این ترکیب آلوده می باشند. این در حالی است که، براساس استاندارد تعیین شده برای آب آبیاری، آب زیرزمینی مناسب برای این قبیل مصارف می باشد (شکل ۴ ب) حداکثر غلظت مجاز تعیین شده اتیل بنزن در آب شرب توسط EPA، ISIRI-1053 و QPHR به ترتیب ۷۰۰، ۳۰۰ و ۳۰۰ µg/L می باشد. همچنین حداکثر غلظت مجاز این ماده در آب آبیاری ۱۸ ppm تعیین شده است. براساس شکل ۴ ج، دو نمونه (R7 مرکز پالایشگاه نزدیک حوضچه های تبخیر) و (P3 شرق پتروشیمی) با توجه به استاندارد ISIRI-1053 و QPHR نسبت به اتیل بنزن آلوده می باشند و مناسب برای شرب نمی باشند در حالی که مطابق با استاندارد EPA غلظت این ماده، در تمام نمونه ها کمتر از حد مجاز تعیین شده بوده و نشان دهنده مناسب بودن آب زیرزمینی برای شرب می باشد. همچنین، آب زیرزمینی مناسب برای آبیاری است زیرا غلظت اتیل بنزن در تمامی نمونه ها کمتر از حد مجاز تعیین شده می باشد. EPA حداکثر غلظت مجاز MTBE را ۲۰ - ۴۰ µg/L و ISIRI-1053 حداکثر غلظت مطلوب آن را ۱۵ µg/L تعیین کرده اند. مقایسه مقادیر اندازه گیری شده MTBE با دو استاندارد فوق الذکر نشان دهنده عدم آلودگی تمام نمونه ها نسبت به MTBE می باشد بجز نمونه (W4 منطقه پیرامونی جنوب پالایشگاه) که در آن غلظت این ترکیب بیش از مقدار تعیین شده است. (شکل ۴ د)



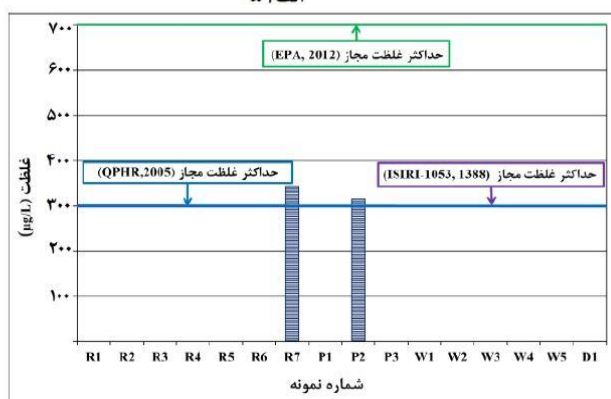
ب / ب



الف / ا



د / د



ج / ج

الف) غلظت زایلین در نمونه های آب زیرزمینی اندازه گیری شده نسبت به استانداردهای آب شرب؛ ب) غلظت زایلین در نمونه های آب زیرزمینی اندازه گیری شده نسبت به استاندارد آب آبیاری؛ ج) غلظت اتیل بنزن در نمونه های آب زیرزمینی اندازه گیری شده نسبت به استانداردهای آب شرب؛ د) غلظت MTBE در نمونه های آب زیرزمینی اندازه گیری شده نسبت به استاندارد آب شرب

میانگین روزانه مقدار تماس فلزات سنگین برای طول عمر از طریق نوشیدن آب آشامیدنی براساس ضابطه سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا (EPA, 2008) از طریق معادله زیر محاسبه می شود. محاسبات به صورت مجزا برای دو گروه بزرگسال و کودک انجام شده است.

$$CDI = \frac{C \times IR_d \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

در این رابطه شاخص CDI میانگین دریافت دوز روزانه را از مسیر بلع ($\mu\text{g.kg}^{-1}\text{day}^{-1}$) را نمایش می دهد. C غلظت فلزات سنگین ($\mu\text{g.L}^{-1}$)، IR_d نشانگر مقدار بلع روزانه (L.day^{-1}) بوده که متوسط مصرف روزانه آب آشامیدنی در ایران برای کودکان و بزرگسالان به ترتیب ۱/۸ و ۲/۱ لیتر است. (AQUASTA, 2008) وزن بدن (BW) دو گروه بزرگسالان و کودکان به ترتیب ۷۰ و ۱۶ کیلوگرم است. ED برابر با زمان تماس کودکان و بزرگسالان به ترتیب ۶ و ۲۴ سال می باشد. (AQUASTA, 2008) مقدار EF برابر تماس با آلاینده برابر با ۳۶۵ (روز در سال) و متغیر AT به عنوان متوسط تماس در طول عمر انسان برای بیماریهای غیر سرطانی مطابق رابطه زیر محاسبه می شود.

$$A = ED \times 365 \text{ days}$$

جدول (۲) مقادیر مربوط به میانگین روزانه تماس با آلاینده های نفتی برای طول عمر از طریق نوشیدن را براساس غلظتهای اندازه گیری شده در ایستگاه های اندازه گیری منطقه شازند که براساس روابط بالا محاسبه شده است را نمایش می دهد. مقادیر در دو گروه بزرگسال و کودک محاسبه و گزارش شده است.

میانگین روزانه مقدار تماس با فلزات سنگین برای طول عمر از طریق نوشیدن در شازند (CDI) (µg/kg-day)														غلظت ترکیبات	شماره نمونه	
O-xylene		M-Xylene		P-xylene		Ethylbenzene		Toluene		Benzene		MTBE				نقاط بررسی شده
بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان			
10.35	9.70															R1 شرق پالایشگاه
1.16	1.09	1.27	1.19							0.60	0.56					R2 شرق پتروشیمی
7.20	6.75	8.19	7.68	22.98	7.39											R3 غرب پالایشگاه
4.97	4.66															R4 -----
										7.72	7.24	0.05	0.05			R5 جنوب پالایشگاه
		1.48	1.39	7.15	2.30											R6 شمال پالایشگاه
				3.11	1.00	3.54	3.31									R7 مرکز پالایشگاه نزدیک حوضچه تبخیر
1.83	1.71	0.54	0.51	9.77	3.14											P1 -----
9.09	8.52			6.24	2.01	3.52	3.30			0.35	0.33					P2 شرق پتروشیمی
5.82	5.46									7.18	6.73					P3 شرق پتروشیمی
3.24	3.04							1.18	1.11			0.02	0.02			W1 پیرامون پالایشگاه
13.28	12.45			1.04	0.97							0.07	0.07			W2 پیرامون پالایشگاه
1.50	1.40	0.85	0.80	5.37	5.03							0.02	0.02			W3 پیرامون پالایشگاه
												1.15	1.08			W4 منطقه پیرامونی جنوب پالایشگاه
6.92	6.49															W5 پیرامون پالایشگاه
6.02	5.64															D1 شمال مجتمع پخش
5.95	5.58	2.47	2.31	7.95	3.12	3.53	3.30	1.18	1.11	3.96	3.71	0.26	0.25			میانگین
3.58	3.35	2.88	2.70	6.66	2.17	0.01	0.01	0.00	0.00	3.50	3.28	0.44	0.42			انحراف معیار

ریسک غیر سرطانی سلامت نوشیدن آب حاوی آلاینده های نفتی براساس دستورالعمل آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا ارزیابی می شود. ریسک سلامت یا ضریب خطر (THR) به عنوان مهمترین شاخص برای ارزیابی ریسک غیر سرطانی سلامت مطابق رابطه زیر محاسبه می شود.

$$THQ = \frac{CDI}{RfD}$$

حد آستانه بلع (RfD) نشانگر آستانه غلظت تماس روزانه با آلاینده در طول عمر انسان است که اثرات زیان بار سلامتی به دنبال ندارد. آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا مقادیر RfD برای آلاینده های Ethyl, Toluene, Benzene, MTBE را به ترتیب ۰,۲۰, ۱,۰۰, ۰,۸۰, ۰,۰۰۷, ۰,۰۴۲ (µg.kg⁻¹.day⁻¹) گزارش کرده است. ایندکس خطر (HI) یا شاخص ریسک تجمعی به عنوان شاخص تجمعی ارزیابی ریسک سلامت غیر سرطانی بر مبنای رابطه زیر محاسبه می شود. (2008, US EPA)

$$Total THQ(HI) = \sum (THQ)$$

If $1 \leq HI < 4$ ریسک متوسط غیر سرطانی

If $4 \leq HI$ ریسک بالای غیر سرطانی

-نتایج:



بررسی آب زیرزمینی نشان داد که شرق و جنوب پالایشگاه و شرق پتروشیمی براساس هر سه استاندارد آب شرب نسبت به بنزن آلوده و نامناسب برای شرب میباشند در حالی که مطابق با استاندارد آب آبیاری تمامی نمونه ها عاری از هر گونه آلودگی نسبت به این ماده می باشند. به علت قابلیت تجزیه زیستی بالای تولوئن نسبت به سایر ترکیبات آلی در شرایط هوایی، غلظت این ترکیب در هیچ از نمونه ها بیش از حد مجاز تعیین شده نیست و این آنها مناسب برای شرب و کشاورزی می باشند. همچنین غلظت اتیل بنزن مربوط به نمونه های واقع در مجاورت حوضچه های تبخیر و شرق پتروشیمی بیش از حد تعیین شده توسط ISIRI-1053 و QPHR می باشد در حالی براساس استاندارد EPA و ANZECC هیچ یک از نمونه ها، آلوده به این ترکیب نبوده و مناسب برای مصارف کشاورزی و شرب می باشند. مقایسه غلظت زایلن نمونه ها نشان میدهد که اکثر نمونه ها با توجه به دو استاندارد ISIRI 1053 و QPHR نسبت به این ماده آلوده می باشند در حالی که غلظت این ماده در تمامی نمونه ها کمتر از حد مجاز تعیین شده توسط EPA و آب آبیاری است. مطابق استاندارد EPA و ISIRI-1053 جنوب پالایشگاه نسبت به MTBE آلوده است. بطور کلی می توان بیان کرد که قسمت شرق و جنوب پالایشگاه و شرق و شمال شرقی پتروشیمی آلودگی نسبت به ترکیبات BTEX و MTBE محرز است که با توجه به حضور تأسیسات متعدد پالایشی، مخازن و خطوط انتقال فرآورده های نفتی قابل انتظار می باشد. بنابراین، پیشنهاد میشود جهت حفاظت از محیط زیست اقدامات لازم برای پاکسازی آلودگی، حتی آلودگی به مقدار کم صورت گیرد تا از گسترش بیشتر آن جلوگیری شود که قبل از آن لازم است منشأ و نوع آلاینده شناسایی و با توجه به شرایط منطقه و نظرات کارشناسی روش مناسب جهت پاکسازی منطقه انتخاب گردد. به طور کلی از نظر مقادیر pH، EC و DO شرایط جهت تجزیه زیستی آلاینده ها مناسب بوده ولی از نظر مقدار متوسط دما، غلظت نیترات، نسبت نیترات به فسفات شرایط بهینه وجود ندارد. بنابراین به منظور پاکسازی آلاینده ها از آبخوان پاکسازی طبیعی کافی نبوده و نیاز به پاکسازی تهاجمی خواهد بود.

نتایج محاسبه مربوط به میانگین مقدار تماس روزانه در جدول (۲) برای مواد نفتی در دو گروه بزرگسال و کودک ارائه شده است. میانگین CDI برای گروه بزرگسال در مورد O-Xylene, M-Xylene, P-Xylene, Ethyl Benzene, Toluene, Benzene, MTBE به ترتیب ۰,۷۷-۱۱,۵۶-۳,۴۵-۱۰,۲۸-۲۳,۷۰-۷,۱۹-۱۷,۳۵ (μg.kg⁻¹.day⁻¹) در جمعیت بزرگسال و ۲,۸۸-۴۳,۳۳-۹۴,۹۴-۱۲,۵۶-۳۸,۵۶ (μg.kg⁻¹.day⁻¹) در جمعیت کودکان محاسبه شده است.

ریسک غیر سرطانی سلامت نوشیدن آب حاوی آلاینده های نفتی با استفاده از شاخص THR و HI بر مبنای روابط موجود محاسبه شده است. (2008, US EPA) جدول (۳) مقادیر مربوط به ریسک سلامت (THQ) و شاخص ریسک تجمعی (HI) را براساس مقادیر میانگین روزانه مقدار تماس (CDI) مندرج در جدول (۲) نمایش می دهد.



میانگین روزانه مقدار تماس یا فلزات سنگین برای طول عمر از طریق نوشیدن در شازند (µg/kg-day)																
غلظت ترکیبات شماره نمونه	نقاط بررسی شده	MTBE		Benzene		Toluene		Ethylbenzene		P-xylene		M-Xylene		O-xylene		ریسک سلامت (HI)
		بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان	
R1	شرق پالایشگاه															
R2	شرق پتروشیمی			0.86	0.80											
R3	غرب پالایشگاه															
R4	-----															
R5	جنوب پالایشگاه			11.03	10.34	0.00012	0.00012									
R6	شمال پالایشگاه															
R7	مرکز پالایشگاه تزدیک حوضچه تخیر							0.04	0.03							
P1	-----															
P2	شرق پتروشیمی			0.50	0.47											
P3	شرق پتروشیمی			10.26	9.60											
W1	پیرامون پالایشگاه					0.00005	0.00005									
W2	پیرامون پالایشگاه					0.00017	0.00017									
W3	پیرامون پالایشگاه					0.00005	0.00005									
W4	منطقه پیرامونی جنوب پالایشگاه															
W5	پیرامون پالایشگاه															
D1	شمال مجتمع پخش															
	میانگین			5.661	5.304	0.001	0.001	0.015	0.014	0.033	0.033	0.016	0.012	0.012	0.030	5.79
	انحراف معیار			4.991	4.677	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.014	0.014	0.018	5.06

ارزیابی ریسک سرطانی:

تنها ماده سرطانی از این موارد، بنزن می باشد. نتایج بررسی سرطانی در جدول شماره ۴ نشان داده شده است.

$$ADD = \frac{C \times IR_d \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

میانگین دریافت دوز روزانه از مسیر بلع ADD:

غلظت فلزات سنگین C:

مقدار بلع روزانه (لیتر): IR_d

وزن بدن (کیلوگرم): BW

زمان تماس (به سال): ED

تواتر تماس با آلاینده (روز در سال): EF

میانگین تماس در طول عمر انسان برای بیماری های سرطانی AT:

$$A = ED \times 365 \text{ days}$$

عامل شیب (میلی گرم بر کیلوگرم در روز): SF_i

$$ELCR = ADD_i \times SF_i$$

ارزیابی ریسک سرطانی در شازند ($\mu\text{g}/\text{kg}\text{-day}$)				
ELCR	ADD	C of Benzene	نقاط بررسی شده	غلظت ترکیبات
				شماره نمونه
			شرق پالایشگاه	R1
0.00005	1.66	58	شرق پتروشیمی	R2
			غرب پالایشگاه	R3
			-----	R4
0.00059	21.46	751	جنوب پالایشگاه	R5
			شمال پالایشگاه	R6
			مرکز پالایشگاه نزدیک حوضچه تبخیر	R7
			-----	P1
0.00003	0.97	33.79	شرق پتروشیمی	P2
0.00054	19.94	698	شرق پتروشیمی	P3
			پیرامون پالایشگاه	W1
			پیرامون پالایشگاه	W2
			پیرامون پالایشگاه	W3
			منطقه پیرامونی جنوب پالایشگاه	W4
			پیرامون پالایشگاه	W5
			شمال مجتمع پتروشیمی	D1
0.00030	11.01		میانگین	
0.00027	9.71		انحراف معیار	

-منابع:

1. Cupers C., Pancras T., Grotenhuis T., Rulkens W., 2002. The estimation of PAH bioavailability in contaminated sediments using hydroxypropyl-b-cyclodextrin and triton x-100 extraction techniques. Chemosphere, Vol. 46, pp. 1235-1245.
2. Fels, J., 1999. Source-identification investigations of petroleum contaminated groundwater in the Missouri Ozarks. Engineering Geology, Vol, 52, pp. 3-13.
3. EPA, 1998. Remediation of MTBE contaminated soil and groundwater. Environmental Protection Agency: EPA 510-F-97-015.
4. EPA, 2012. Drinking Water Standards and Health Advisories. Washington, DC: The Office of Water U.S. Environmental Protection Agency, see more information in: <https://www.epa.gov/dwstandardsregulations/drinking-water-contaminant-human-health-effects-information>
5. ATSDR, 2007. Toxicological profile for benzene. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, see information in: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp.asp?id=40&tid=14>
6. Pakrvan, Sh., Saeb, K., Ghysari, M. M., 2014. Study of spreading oil pollutants from Isfahan oil refinery and petrochemical facilities to groundwater. The 7th Conference & Exhibition on Environmental Engineering, Tehran, Iran [In Persian].

7. Safari, F., Vaezihir, A. R., Kalejahi, A., 2015. Determination of hydrocarbon contamination and study of biodegradation in the aquifer at Tabriz oil refinery and petrochemical complex site. *Advanced Applied Geology*, Vol. 5., pp. 48-58.
8. Shadzadeh, R., Zavidanpur, M., 2008. The investigation and estimation of amount of oil in groundwater at Abadan oil refinery complex. *Water and Wastewater*, Vol. 2, pp. 27-36 [In Persian].
9. Feyzi, M., Sartaj, M., Fathiyan pur, N., 2007. The investigation of spreading oil pollutants from Shazand petrochemical and oil refinery facilities to groundwater, Arak, Iran. 1st Iranian Petrochemical Conference, Tehran, Iran [In Persian].
10. Naseri, H., Modaberi, S., Falsafi, F., 2009. Groundwater contamination due to oil pollutants at industrial area, Shar-e-Rey, South of Tehran, Tehran, Iran. 2nd Conference of Environmental Engineering, Tehran, Iran [In Persian].
11. Fraile, J., Ninerola, M. J., Olivella, L., Figueras, M., Ginebreda, A., Vilanova, M., 2002. Monitoring of the Gasoline Oxygenate MTBE and BTEX Compounds in Groundwater in Catalonia (Northeast Spain). *The Scientific World*, Vol. 2, pp. 1235-1242.
12. 13- Ministry of Energy of Iran, 2010. The report of prohibition renewal in Shazand area. Water resources office, groundwater group, water organization of Arak, Arak, Iran [In Persian].
13. Sokolovic, S., Pavlovic, p., Pavlovic, M., 2000. Risk Assessment of the NIS NOVISAD Oil Refinery Site After NATO Bombing. *IUAPPA Praha, Sec. A*, pp.72-76.
14. QPHR, 2005. Queensland Public Health Regulations. Queensland Government, Brisbane, Australia.
15. ISIRSI-1053, 1388. Drinking Water-Physical and Chemical Specification, Institute of Standard and Industrial Research Iran 1053, 5th revision. ICS:13.060.020.
16. MfE, 2011. Guideline for Assessing and Managing Petroleum Hydrocarbon Contamination Sites in New Zealand. Ministry for the Environment (New Zealand).
- 17- Staff W. Oxygenates to Hike Gasoline Price. *J Oil and Gas* 1992; 4(2): 29-30.
- 18- 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.
- 19- 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.
- 20- 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.
- 21- Zhang Q. Using vegetation to treat Methyl tert-butyl ether Contaminated groundwater. *Proceedings of the 1998 Annual Conference on Hazardous*. *J Waste Research* 1998; 16(5):262-270.
- 22- 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.
- 23- Orit K, Jay RL, MTBE: Evaluation of management options for water supply and ecosystem impacts. Department of civil and Environmental Engineering, University of California, Davis 1998.
- 24- Chan HM. Assessment of Dietary Exposure to Trace Metals in Baffin Inuit Food. *J Environmental Health Perspectives* 1995;103(7/8): 740-746.
- 25- 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).

- 26- EPA. Remediation Of MTBE Contaminated Soil And Groundwater 1998; 510: 97-105.
- 27- 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.
- 28- Shih T. Evaluation of the Impact of fuel Hydrocarbons and oxygenates on groundwater resources. Technol2004; 38: 42-44.
- 29- Environmental Protection Agency, U.S.E., MTBE in fuels 2006.
- 30- Jacobs J, Guertin J, Lterroron C. MTBE: Effects on Soil and Groundwater. Lewis Publishers 2001;25
- 31- EPA U. Drinking water advisory: Consumer acceptability a dvice an. health effects analysis on methyltertiary-butylether (MTBE). DCUSEPA. Washington 1997; 500: 11-13.
- 32-Young W. Taste And Odourthresolld Concentrations Of Potable Water Contaminants. J Water Research 1996; 30(2):331-340.
- 33- API. Oder thershold studies performed with gasolinecombined With MTBE, ETBE and TAME, in American Petroleum Institute. Washington, DC 1993.
- 34- Report of the Oil Ministry of Economic Affairs, Acquaintance with gasoline containing MTBE, EGOION. Company, Editor, Purification and Distribution of Oil National Company: Iran, Tehran2002.
- 35- Environmental Protection Agency. EPA, Methyl Tertiary Butyl Ether (MTBE) 2009 Available from:
<http://www.epa.gov/MTBE/Water.htm>.
- 36- Eslami A, Nasseri S, Yadollahi B, Mesdaghinia A. Removal Of Methyl TertButyl Ether (MTBE) from Contaminated Water by Photocatalytic Process. Iranain J Health 2009;38(2):1.
- 37- Arbabi M, Sadeghi M, Nikpey A, Mardani G. Aerobic Biodegration of Per-Treated Methyl Tert-Butyl Ether By Ozonation in an UpFlow-Fixed-Bed Reactor. J Environmental Science 2009; 5(3):304
- 38- Rubin E, Ramaswimi A. the Potential for Phytoremediation of MTBE. J Water Research 2001; h 35(50): 1348-1353.
- 39- Federal Provincial Territorial Committee on Drinking Water. Guidelines for Canadian drinking Water Quality.Canada. December 2010.
- 40- Ellen R, Ramaswami A. The Potential for Phytoremediation of MTBE. J Water research 2001.
- 41- 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.
- 42- Centi G. Catalytic Conversion of MTBE to Biodegradation Chemical in Contaminated Water. J Catalysis Today 2002; 75(7): 69-76.
- 43- Eweis JB. Pre- Sented at the Air and Waste Management Association 19th Annual Meeting and Exhibition. American water worksAssociation, Washington D.C 1997;18(6)
- 44- Speth T, Miltner R. Technical Note: adsorption capacity of GAC for synthetic organics. J AWWA A1990; 82(2): 72-73.
- 45- Wang LK, Shammas NK, Hun YT. Advances in Hazardous Industrial Waste Treatment. CRE Press`
D: 2009: 309-329.
- 46- 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.
- 47- Masoodnejad MR, Khatibi M. Potential of methyl tert-butyl ether contamination of groundwater in Tehran (MTBE) 2000. Beheshti J 2005; 43(22): 7-11.
48. Safavi HR, Sokhak lari K, Taebi A. Simulated pumping methods-filtration and aeration of contaminated groundwater. J Water 2005; 56: 3039

- 49- Stern BR, Tardiff RG. Risk Characterization of methyltertiarybutylether (MTBE) in tapwater. J Risk Analysis 1997; 17: 727-743. OSTP. Fuel oxygenates and water quality, White House office of Science and Technology Policy: Washington DC 1998.
- 50- Environment 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.
- 51- 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 D:2001: 1-10.
- 52- 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
- 53- Steven D. MTBE Concentrations in Ground Water in Pennsylvania. J Water Resources 2003.
- 54- 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.
- 55- Tierny A, Kathleen F. Microbs Combat MTBE Contamination. J Pollution Engineering 2000.
- 56- Moran MJ, Zogorski JS, Squillace PJ. MTBE and Gasoline Hydrocarbons in Ground Water of the United States. J Ground Water 2005; 43(4): 615.
- 57- Wilson JT, Kaiser PM, Adair C, Monitored Natural Attenuation of MTBE as a Risk Management Option at Leaking Underground Storage Tank Sites EPA 2005; 600/R04/1790.
- 58- Buscheck TE, Gallagher DJ, Kuehn DL, Zuspan CR. Occurrence and behavior of MTBE in groundwater, in Discussing the Issue of 1998 MTBE and Perchlorate in Ground Water 1998, National Ground Water Association Westerville: Ohio 1998; 36: 5968.
- 59- Reisinger HJ, Reid JB, Bartholomae PJ. MTBE and benzene plume behavior, a comparative perspective. J Soil Sediment Groundwater 2000; 42.
- 60- 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.
- 61- 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.
- 62- Kolb A, Puttmann W. Comparison of MTBE concentrations in groundwater of urban and nonurban areas in Germany. J Water Research 2006.
- 63- Kolb A, Puttmann W. Methyltert-butyl ether (MTBE) in finished drinking water in Germany. Environmental Pollution 2006; 140: 294-303.
- 64- 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.
- 65- 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.
- 66- 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.

- 67- Atyal 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.
- 68- Takin M, Donald HK, Sewell GW. Water quality at five marinas in Lake Texoma as related to methyl tert-butyl ether (MTBE). *J Environmental Pollution* 2010; 118: 331-336.
- 69- victor B. Methyl tertiary-Butyl Ether, in International Programme on Chemical and Safety (IPCS), *Environmental Health Criteria*:2015, 425.
- 70- karanos 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* 2017; 5: D:885-890.
- 71- WHO. Methyl tertiary-Butyl Ether, in International Programme on Chemical and Safety (IPCS), *Environmental Health Criteria* D:206, 1998.
- 72- 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* D:2003; 5: 885-890.
- 73- 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* D: 2003; 37: 3756-3766.
- 74- Guitart C, Bayona JM, Readman JW. Ources distribution and behaviour of methyltertbutyl ether (MTBE) in the Tamar Estuary, UK. *J Chemosphere* 2004; 57: 429-437.
- 75- Kolb A, Puttmann W. Methyltert-butyl ether (MTBE) in snow samples in Germany. *J Atmospheric Environment* 2006; 40: 76-86.
- 76- 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.
77. Rossner A, Knappe D. MTBE Adsorption On Alternative Adsorbents and Packed Bed Adsorber Performance. *J Water Research* 2008; 42(20): 228.
- 78- OSTP. Fuel oxygenates and water quality, White House office of Sience and Technology Policy: Washington DC 2016.
79. Driscoll, GB, Use and release of MTBE in A report oresponses to Environment Canad's May26, Y:2014, information gathering noticcenn methyl tertiary-butyl ether. Hull. *J Environment*2017: 34.
- 80- Gianluigi A, Kathleen F. Microbs Combat MTBE Contamination. *J Pollution Engineering* D:2013; 32(7): 10-17.
- 81- Nicholas MJ, Zogorski JS, Squillace PJ. MTBE and Gasoline Hydrocarbons in Ground Water of the United States. *J Ground Water* D:2014;43(4).
- 82- Scott JT, Kaiser PM, Adair C, Monitored Natural Attenuation of MTBE as a Risk Management Option at Leaking Underground Storage Tank Sites EPA 2015; 600/R04/1790.
- 83- Sainus JM, Grady SJ, Delzer GC, Koch B. Occurrence of MTBE and otheroxygenates in CWS source waters. *J American Water Work Association* D:2016; 98(4): 91-104.
- 84- M. Saghi ' M.H. Bigtan and Partners; D:01July 2017 – Studying the Hinosan toxin underground Water Studding the Hinosan toxin leak into underground Water resources GC-ECD and its elimination by active carbon. *Water and Spring*; 2018. Page 59- 68. DOI:10.22034/AP.2018. 538415. Ap.iauardabil.ac.ir
- 85- M.M. Nadanitso; A. Abdulkadir. D:12 March 2018. Rainfall Water quality assessment in atmospheric deposition of an urban area. Summer and Autumn 2018. Page1-9. DOI:10.22034/:AP.2018.562429.1019. Ap.iauardabil.ac.ir
- 86-Jimmy.yu@griffith.edu.au-d.connell@griffith.edu.au:Health Risk Assessment for Exposure to Benzene in Petroleum Refinery Environments.

**4th National Conference of
Water Crisis in Iran and the Middle East**

WATERCONF www.WaterConf.ir

