مجله سلامت و بهداشت اردبیل

دوره دوم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۰، صفحات ٤٥ تا ٥٢

بررسی غلظت تری هالومتان‌ها (THMs) در آب شرب شهر تهران

مهدی فضل زاده دویل[۱]، امیرحسین محوی[۲]، سجادمظلومی[۳]*، رامین نبی زاده[۲]، مسعود یونسیان[۲]، شاهرخ نظم آرا[٤]

۱. کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، دانشکده بهداشت، اردبیل، ایران

۲. استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت، تهران، ایران

۳. نویسنده مسئول: دانشجوی Ph.D گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت، تهران، ایران

E-mail: sajad.mazloomi@yahoo.com

٤. کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: از جمله ترکیبات ارگانوکلره هالوژنه، تری‌هالومتان‌ها (کلروفرم، برمودی‌کلرومتان، دی برموکلرومتان، و تری برموفرم) می‌باشند. این ترکیبات در نتیجه واکنش کلر آزاد با برخی ترکیبات آلی در آب به‌وجود می‌آیند. خطرات بالقوه و خصوصیات سرطان‌زایی THMs اثبات شده است. به همین منظور، در این مطالعه سعی بر آن شده است که غلظت این ترکیبات در آب شرب مصرفی خروجی از تصفیه‌خانه جلالیه اندازه‌گیری شود.

روش کار: در این تحقیق که در سال ۱۳۸۸ انجام گرفت، غلظت تری هالومتان‌ها با شاخص کلروفرم در خروجی تصفیه‌خانه آب جلالیه اندازه‌گیری شد. نمونه‌برداری‌ها ماهیانه و در هنگام صبح انجام می‌گرفت. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه جهت عمل کلر زدایی، از تیوسولفات سدیم استفاده می‌شد. فاصله نمونه‌برداری تا آنالیز کمتر از ۶ ساعت بود. سپس غلظت تری هالومتان (کلروفرم) نمونه‌ها توسط دستگاه GC قرائت می‌شد.

یافته‌ها: متوسط غلظت کلروفرم در آب ورودی تصفیه‌خانه جلالیه برابر با ۷/٤۲ g/lμ بود. و متوسط مقدار pH آب خام و آب تصفیه‌شده به ترتیب برابر با ۷/۹۲ و ۷/۸۷ بود.

نتیجه‌گیری: متوسط غلظت کلر در ورودی و خروجی تصفیه‌خانه به ترتیب برابر با ۰/۷۳ و ۰/۹٤میلی‌گرم در لیتر بود. با وجود متوسط کلر باقیمانده برابر با ۰/۹٤، غلظت کلرو فرم در خروجی تصفیه‌خانه بسیار پایین‌تر از حد مجاز تری‌هالومتان آب آشامیدنی ایران و سازمان بهداشت جهانی (۲۰۰ μg/l) می‌باشد. بیشترین غلظت تری هالومتان مربوط به ماه اردیبهشت بود.

واژه‌های کلیدی: تری هالومتان، آب شرب تهران، کلروفرم، کلر باقیمانده

دریافت: ۹۰/۲/۱۳ **پذیرش:** ۹۰/۵/۱۳

مقدمه

از جمله ترکیبات ارگانوکلره هالوژنه، تری هالومتان‌ها (کلروفرم، برمو دی‌کلرومتان، دی برموکلرومتان، و تری برموفرم) می‌باشند. این ترکیبات در نتیجه واکنش کلر آزاد با برخی ترکیبات آلی در آب حاصل می‌شوند. مهمترین عامل تشکیل تری هالومتان‌ها در آب آشامیدنی کلرزنی‌شده، وجود ترکیبات فولیک و هیومیک (این ترکیبات با وزن مولکولی پایین به‌وسیله

فیلتراسیون متداول حذف نمی‌شوند) می‌باشند [۱] و منجر به تشکیل محصولات جانبی گندزدایی (DBPs[1]) هالوژنه از قبیل تری هالومتان‌ها، هالواستیک اسیدها و سایر ترکیبات هالوژنه می شود [۲-٤]. میزان تولید تری هالومتان‌ها با غلظت مواد آلی محلول (DOMs[2]) رابطه مستقیمی دارد [۵].

تری هالومتان‌ها (THMs) در آب، برای نخستین‌بار توسط محققین USEPA، سوئیس و هلند در سال ۱۹۷٤ میلادی شناسایی شدند [۶]. تشکیل THMs به فاکتورهای زیادی مانند pH، زمان تماس با کلر، غلظت و خصوصیات کلر، کلر باقیمانده، دما، مقدار مواد آلی طبیعی (NOMs[3]) و غلظت برم بستگی دارد [۷-۱۰].

افزایش pH و زمان تماس، باعث افزایش تولید تری‌هالومتان‌ها می‌شود، درحالی‌که افزایش pH منجر به کاهش تولید هالواستیک اسیدها می‌شود [۷, ۹, ۱۱]. با افزایش دما، سرعت واکنش بیشتر شده که در نتیجه آن مصرف کلر زیاد می‌شود و همین امر منجر به افزایش تشکیل DBPs می‌شود [۱۲-۱۵]. THMs معمولترین محصولات جانبی کلریناسیون آب هستند که در مقایسه با سایر آلاینده‌های ارگانوهالوژنه، در غلظت‌های بالاتری سنجش شده‌اند [۱۶]. برمو دی کلرومتان ($CHBrCl_2$)، برموفرم ($CHBr_3$)، کلروفرم ($CHCl_3$) و دی برموکلرومتان ($CHBr_2Cl$)، عمده ترکیبات THMs موجود در آب می‌باشند [۱۷]. در قوانین مربوط به محصولات جانبی گندزدایی USEPA که در سال ۱۹۷۶ تنظیم شده است، حداکثر مقدار مجاز (MCL) برای کل تری‌هالومتان‌ها تحت عنوان متوسط سالانه ۱۰۰ µg/l اعلام شده است [۱۸]. بر طبق قانون گندزدا\DBPs مرحله ۱، USEPA در سال ۱۹۹٤ حداکثر مقدار مجاز را برای کل THMs پایین‌تر آورد و آن‌را به ۸۰ µg/l کاهش داد [۱۸]. همچنین بر طبق مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی) در سال ۱۳۷۶ حداکثر مقدار THMs، ۲۰۰ µg/l معادل کلروفرم اعلام شده است [۱۸]. در جدول ۱ رهنمودها و استانداردهای مربوط به THMs در چند نقطه‌ی مختلف جهان آمده است.

خطرات بالقوه و خصوصیات سرطانزایی THMs اثبات شده است [۱۹]. یکی از مهمترین رویکردها جهت کنترل THMs حذف پیش‌سازهاست که شامل: لخته‌سازی پیش‌سازها [۱۵]، جذب سطحی توسط کربن فعال گرانوله‌ای [۲۰]، فرآیندهای غشائی، نانوفیلتراسیون با کمک غشاهایی که توانایی حذف ذرات با وزن مولکولی ۵۰۰-۲۰۰ دالتون را دارند [۲۱]، جذب سطحی توسط پودر کربن فعال [۲۲]، پیش ازن زنی [۲۳] می‌باشند. بزرگترین جزء NOMs موجود در آب مربوط به اسیدهای هیدروفوبیک است (حدود ۵۰ درصد DOC[4]) این دسته مواد معروف به اسیدهای آبی یا مواد هیومیکی هستند و متشکل از اسیدهای هیومیک و فولیک هستند [۲٤]. فاکتور دیگر در کنترل خود THMs، استفاده متناوب از گندزداهایی مانند کلرآمین‌ها [۲۵]، ازن [۸]، دی اکسیدکلر [۸]، پرمنگنات [۸]، اشعه UV [۲۶] می‌باشد. در حال حاضر استفاده از ازن و دی اکسید کلر به عنوان گزینه‌های مورد اهمیت در آمریکا و اروپا مدنظر می‌باشند (۲۹)، از دیگر گزینه‌های کنترل THMs می‌توان به تکنولوژی‌های ترکیبی (ازن- مونوکلرآمین، پراکسید هیدروژن- ازن، UV- ازن، UV- پراکسید هیدروژن) اشاره کرد [۱۷]. از آنجائی‌که به دلایل متفاوتی از جمله نبود تجهیزات پیشرفته آنالیز، نیروی متخصص و غیره، اندازه‌گیری مداوم این ترکیبات در کشور ما مقدور نبوه و مطالعات پراکنده‌ای در سنجش این ترکیبات و دیگر ترکیبات ناشی از فرآیند گندزدایی انجام گرفته است،

1. Disinfectant By-Products
2. Disolved Organic Maters
3. Natural Organic Matters
4. Disolved Organic Carbon

همچنین با توجه به اینکه غلظت این ترکیبات وابسته به پارامترهای متنوعی از جمله غلظت NOMs می‌باشد و در طی سال‌های اخیر بحث‌های زیادی در مورد غلظت این ترکیبات و تأثیر آنها بر تشکیل DBPs شده است. از طرفی مهمترین منابع آب شهر تهران منابع آب سطحی بوده و نسبت به منابع آب زیرزمینی غلظت پیش سازها در آن بیشتراست. بنابراین در این مطالعه سعی بر آن شده است که با نمونه‌برداری طی یک دوره زمانی مشخص از خروجی تصفیه‌خانه آب جلالیه، غلظت تری هالومتان‌ها اندازه گیری شود که بتوان از آن به عنوان سندی جهت کارهای تحقیقاتی بعدی استفاده نمود. همچنین روش آزمایش یک روش استاندارد و تأیید شده مورد استفاده جهت کارهای مشابه می‌باشد.

جدول شماره۱. استانداردها و رهنمودهای مربوط به THMs (mg/l) در نواحی مختلف جهان [۱۷]

ترکیب	WHO ۱۹۹۳	USEPA (۲۰۰۱)	بهداشت کانادا	AUS-NZ (۲۰۰۱)	UK(۲۰۰۰)	ایران
$CHCl_3$	۰/۲۰۰	۰/۰۰۰*	-	-	-	۰/۲۰۰***
$CHCl_2Br$	۰/۰۶۰	۰/۰۶۰*	-	-	-	-
$CHClBr_2$	۰/۱۰۰	۰/۰۰۰*	-	-	-	-
$CHBr_3$	۰/۱۰۰	۰/۰۰۰*	-	-	-	-
THHMs	(THM/WHO)≤۱**	۰/۰۸۰	۰/۱۰۰	۰/۲۵۰	۰/۱۰۰	-

*حداکثر غلظت آلاینده در هدف آینده (MCLG).

** نسبت مقدار THM به مقادیر رهنمود نبایستی بیشتر از یک شود.

***شاخص کل THMs می‌باشد (که معمولاً معادل ۷۰ درصد ترکیبات THMs می‌باشد).

روش کار

در این تحقیق در مدت چهار ماهه اول سال ۱۳۸۸ غلظت تری‌هالومتان‌ها با شاخص کلروفرم در آب خروجی از تصفیه‌خانه آب جلالیه اندازه‌گیری شد. تصفیه‌خانه شماره یک (جلالیه) از قدیمی‌ترین تصفیه‌خانه‌های ایران بوده، مطالعه و عملیات اجرایی آن در اواخر دهه ۱۳۲۰ هجری شمسی آغاز شده است. منبع تأمین آب این تصفیه‌خانه از ایستگاه آبگیر بیلقان بوده که منبع آن رودخانه کرج می‌باشد. پس از حذف شن و ماسه و شاخ و برگ‌های بزرگ آب ورودی، کلرزنی مقدماتی در آبگیر انجام می‌گیرد، در ادامه آب توسط دو خط لوله فولادی به قطر ۱۰۰۰ میلی‌متر و طول ۴۰ کیلومتر به‌صورت ثقلی به تصفیه‌خانه انتقال می‌یابد. در تصفیه‌خانه، عمل انعقاد به‌کمک کلرورفریک انجام می‌گیرد. نوع زلال‌ساز اکسیلاتور بوده و آب پس از عبور از اکسیلاتورها به صافی‌های شنی کند به تعداد ۴۰ عدد می‌رسد و پس از عبور از صافی‌ها، آب وارد مخزن کلرزنی به گنجایش ۳۰۰۰ متر مکعب می‌شود. آب داخل این مخزن بوسیله پمپاژ به مخازن ۱ و ۲ و به‌صورت ثقلی به مخازن ۳ و ۴ و ۵ وارد می‌شود. جهت نمونه‌برداری از آب خروجی از این مخازن، از یک ظرف استریل شیشه‌ای ۱۰۰ میلی‌لیتری که قبلاً به شکل مناسبی شستشو و تمیز شده بود، استفاده شد. برای شستشوی ظرف‌های نمونه‌برداری و جهت جداسازی آلاینده‌ها، ابتدا از دترجنت و در ادامه از اسید کلریدریک رقیق استفاده شد. سپس آنها را بوسیله آب مقطر و در ادامه با آب بدون یون[5] شستشو داده، سپس جهت استریل‌کردن و رهاسازی مواد فرار، ظرف‌های نمونه‌برداری در دستگاه فور در دمای ۲۵۰ درجه سانتیگراد و به مدت ۳۰ دقیقه قرار می‌گرفت.

5. Deionized water

نمونه‌برداری‌ها ماهیانه و در هنگام صبح انجام می‌گرفت. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، از تیوسولفات سدیم جهت عمل کلرزدایی استفاده می‌شد. فاصله نمونه‌برداری تا آنالیز کمتر از ۶ ساعت بود. سپس غلظت تری‌هالومتان (کلروفرم) نمونه‌ها توسط دستگاه GC قرائت می‌شد.

برای آنالیز نمونه‌ها از دستگاه گاز کروماتوگراف مدل CP-۳۸۰۰ ساخت شرکت VARIAN استرالیا که مجهز به دتکتور جذب شعله (GC-FID) با نمونه‌بردار اتوماتیک COMBIPAL HS بود استفاده شد. برای این منظور در ابتدا غلظت‌های استاندارد از کلروفرم در محدوده ۰-۶۰۰ µg/l در آب خالص تهیه شده و از آنها برای ساخت منحنی های استاندارد، استفاده گردید. جهت آزمایش از ویال ۱۰ میلی‌لیتری استفاده کرده و بعد از نمونه‌برداری، ۵ میلی‌لیتر از نمونه‌های گرفته‌شده به‌وسیله پیپت ۵ میلی‌لیتری حبابدار استریل، در آن ریخته می‌شد. بعد از آماده‌سازی و کدگذاری، نمونه‌ها در یک آون با دمای ۷۰ ºC به مدت ۵ دقیقه قرار می‌گرفت، سپس بصورت اتوماتیک توسط یک میکروسمپلر ۳۰۰ µl از HS به داخل ستون GC (مدل ستون CP-SIL 8 CB و ۳۰ m×۳۲ mm با ضخامت فیلم برابر با ۰.۲۵ µm، VARIAN، استرالیا) تزریق می‌شد. دمای ستون ۳۵ ºC بود که با سرعت ۹ ºC/min گرم می‌شد تا به دمای ۱۰۰ ºC برسد (زمان ماند ۸ دقیقه). ورودی در دمای ۱۰۰ ºC تنظیم می‌شد و دمای FID به ۲۸۰ ºC می‌رسید. از گاز هلیوم با فشار ۱۱ psi و میزان ۳۵ ml/min به‌عنوان گاز حامل و از گاز نیتروژن بعنوان گاز کمکی (make up) استفاده می‌شد. همچنین به هنگام نمونه‌برداری مقدار کدورت و pH بصورت آنلاین (با روش‌های مورد پذیرش استاندارد متد) در تصفیه‌خانه جلالیه توسط سیستم PLC نمایش داده می‌شد. که مقادیر به هنگام نمونه‌برداری از آب موردنظر ثبت می‌شد.

یافته‌ها

جدول ۲ نتایج حاصل از غلظت‌های مختلفی از کلروفرم را در خروجی تصفیه‌خانه نشان می دهد. با توجه به تعداد و نوع نمونه‌های مورد آزمایش در این تحقیق، کلیه نتایج بدست‌آمده، با استفاده از روش‌های آماری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. علاوه بر مقدار کلروفرم، مقدار pH و کدورت آب خام و آب خروجی از تصفیه‌خانه نیز اندازه‌گیری شد و نتایج حاصل از آن در جدول ۲ آمده است بر این اساس متوسط غلظت کلروفرم آب خروجی از تصفیه‌خانه برابر با ۷/۴۲ µg/l می‌باشد و متوسط کدورت ورودی و خروجی به‌ترتیب برابر با ۱/۵ و ۰/۰۹۵ واحد NTU و متوسط مقدار pH آب خام و آب تصفیه‌شده به‌ترتیب برابر با ۷/۹۲ و ۷/۸۷ ، و متوسط مقدار کلر در آب خام و آب تصفیه‌شده به‌ترتیب برابر با ۰/۷۳ و ۰/۹۴ میلی‌گرم در لیتر بود.

جدول ۲. نتایج حاصل از اندازه گیری pH، کدورت، کلر و THMs اندازه گیری‌شده در آب ورودی و خروجی از تصفیه‌خانه

ردیف	زمان نمونه برداری	کدورت آب خام(NTU)	کدورت آب تصفیه شده	pH آب خام	pH آب تصفیه شده	کلر آب خام	کلر آب تصفیه شده	THMs آب تصفیه شده*
۱	فروردین	۱/٤	۰/۰۸	۷/۹۶	۷/۹۰	۰/۷۳	۰/۹۵	۹/۱۸
۲	اردیبهشت	۱/۲	۰/۰۵	۷/۹٤	۷/۸۹	۰/۷۸	۰/۹۱	۱۱/۳٤
۳	خرداد	۱/۶	۰/۱۱	۷/۹۳	۷/۹۰	۰/۷۲	۰/۹۳	۷/۰۵
٤	تیر	۱/۸	۰/۱٤	۷/۸۸	۷/۸۱	۰/۶۷	۰/۹۶	۲/۱۲
۵	**متوسط**	**۱/۵**	**۰/۰۹۵**	**۷/۹۲**	**۷/۸۷**	**۰/۷۳**	**۰/۹٤**	**۷/٤۲**

*تمامی مقادیر THMs اعلام شده بر حسب PPb غلظت کلروفرم می باشد.

بحث

یکی از عمده‌ترین گندزداها که در تمام دنیا به مقدار زیادی از آن استفاده می‌شود، کلر می‌باشد و از مهمترین گندزداها در تشکیل محصولات جانبی گندزدایی (DBPs) می‌باشد [۲۶] که سرطان‌زاهای بالقوه هستند [۱۸] و میزان تولید این محصولات با غلظت کلر رابطه مستقیم دارد [۶-۹]. در این مطالعه متوسط غلظت کلر باقیمانده در آب خروجی از تصفیه‌خانه کمتر از mg/l ۱ بود که از لحاظ تأمین کیفیت و محافظت میکروبی و ممانعت از رشد مجدد میکرو ارگانیسم‌ها در شبکه توزیع غلظت مناسبی است [۱]. به‌هرحال به نظر می‌رسد به خاطر پتانسیل پایین تولید تری‌هالومتان‌ها در این آب، غلظت کلر بیشتر از این مقدار از لحاظ تشکیل این ترکیبات نمی‌تواند مشکلی ایجاد کند البته این در حالی است که از رشد بیوفیلم در شبکه‌های توزیع ممانعت گردد.

مهمترین منابع کلرفرم در محیط‌های آبی ناشی از رنگ‌زدایی کاغذ به کمک کلر، کلرزنی آب‌های تفریحی (استخرهای شنا)، آب خنک سازها و فاضلاب می‌باشد. اما کلرفرم موجود در منابع آب آشامیدنی می‌تواند ناشی از آلودگی منابع آب و یا کلرزنی آب حاوی مواد آلی باشد. میزان و مقدار تشکیل کلرفرم به هنگام کلرزنی در درجه اول نتیجه غلظت کلر و اسید هیومیک، دما، و pH می‌باشد. مقدار تشکیل آن در فصول مختلف سال متفاوت می‌باشد و معمولاً در تابستان بیشتر از زمستان می‌باشد [۲۷].

همان‌طور که اشاره شد یکی از مهم‌ترین فاکتورها و عوامل موثر در تشکیل THMs و دیگر محصولات جانبی گندزدایی، غلظت مواد آلی منابع آب می‌باشد در مطالعه‌ای که آقای ززولی روی مقدار غلظت NOMs در آب ورودی به تصفیه‌خانه جلالیه انجام دادند، غلظت کربن آلی محلول را بین mg/l ۰/۷۹ تا ۴/۶ و میانگین آن‌را mg/l ۲/۴۷±۱/۴۳ اعلام کردند. همچنین مقدار کربن آلی محلول تصفیه‌خانه تهرانپارس را mg/l ۱/۱-۱/۸ و میانگین آن را mg/l ۱/۶۳±۰/۶ اعلام کرد [۲۸]. چنان‌چه در حین فرآیند تصفیه مقدار این ترکیبات کم نشود، در اثر واکنش این ترکیبات با کلر، غلظت تری‌هالومتان‌ها در خروجی تصفیه‌خانه به‌شدت بالا خواهد رفت، اما نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که حین فرآیندهای تصفیه معمولی غلظت مواد آلی پایین می‌آید، بنابراین غلظت تری‌هالومتان‌ها در خروجی تصفیه‌خانه متناسب با آزمایشات انجام‌گرفته پایین می‌آید.

در مطالعه‌ای که توسط P.C.Mayankutty و همکارانش بر روی آب چاه‌های کلرینه‌شده از سه واحد نمک‌زدایی از آب دریا در سه استان شرقی عربستان سعودی و آب تولیدی شهر ریاض و چندین ناحیه دیگر انجام گرفت، نشان داده شد که غلظت تری‌هالومتان آب تصفیه‌شده خیلی پایین‌تر از حداکثر مجاز رهنمود WHO و دیگر رهنمودها و استانداردهای بین‌المللی بود [۲۹]. مطالعه‌ای دیگر توسط Dumitru Ristoiu و همکارانش در کشور رومانی انجام گرفت که در آن میزان تولید THMs در Cluj-Napoca اندازه‌گیری شد. نتایج تحقیقات آنها نشان می‌داد که غلظت THMs در همه نمونه‌ها کمتر از µg/l ۱۰۰ یعنی کمتر از حداکثر مقدار استاندارد آب آشامیدنی در کشور رومانی بود [۱۷].

هرچند که هر چه مقدار کدورت آب خام بیشتر باشد در فرآیند حذف کدورت میزان حذف پیش‌سازهای تری‌هالومتان‌ها نیز بیشتر است و در نتیجه مقدار تری‌هالومتان تولیدی پس از کلرزنی نیز کمتر خواهد بود [۱]، اما همان‌طور که از متوسط مقدار کدورت در آب خروجی پیداست، مقدار آن نیز از حد مطلوب (۱ NTU) پایین‌تر می‌باشد. با توجه به مقدار کدورت ورودی و خروجی از تصفیه‌خانه، راندمان تصفیه‌خانه در حذف کدورت بیش از ۹۸ در صد می‌باشد.

pH بالا باعث تولید بیشتر تری‌هالومتان‌ها خواهد شد [۷-۸، ۱۰]، هرچند که در اینجا مقدار pH نسبتاً بالا

می‌باشد اما غلظت تری‌هالومتان‌ها بسیار پایین است و این بدان دلیل می‌باشد که دیگر مؤلفه‌های عامل در بالارفتن غلظت تری‌هالومتان‌ها، مانند وجود پیش‌سازهای آلی، در غلظت زیاد وجود ندارند.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که غلظت کلروفرم در منبع خروجی، با وجود پیش‌کلرزنی و متوسط کلر باقیمانده برابر با ۰/۹٤، بسیار پایین‌تر از حد مجاز تری‌هالومتان آب آشامیدنی ایران و سازمان بهداشت جهانی (۲۰۰ µg/l) می‌باشد، و از این لحاظ هیچ‌گونه نگرانی برای مصرف‌کنندگان وجود ندارد. در مطالعه‌ای که در سال‌های ۱۹۸۸ تا ۱۹۸۹ در ۳۵ منبع آب ایالات متحده آمریکا انجام گرفت (۱۰ منبع آن مربوط به کالیفرنیا بود) در همه ٤ فصل، متوسط غلظت کلرفرم بین ۹/۶ تا ۱۵ میکروگرم در لیتر بود. در مطالعه‌ای که بر روی منابع آب کانادا انجام گرفت متوسط غلظت کلروفرم در سطح توزیع شهر برابر با ۲۲/۷ میکرو گرم در لیتر گزارش شد. در مطالعه‌ای مشابه که در ۱۰۰ شهر آلمان انجام گرفت، غلظت کلروفرم برابر با ۱٤/۲ µg/l - ۰/۱ گزارش شد [۲۷].

بیشترین مقدار تری‌هالومتان در مدت اندازه‌گیری، مربوط به اردیبهشت می‌باشد و احتمال بالا رفتن آن در این فصل به علت بالا رفتن غلظت مواد آلی طبیعی (بعنوان یکی از پیش‌سازهای THMs) به علت وارونگی دمایی احتمالی در آب سد کرج (منبع تأمین آب تصفیه‌خانه جلالیه) و همچنین شروع فصل گرما و رشد فزاینده مواد گیاهی می‌باشد .

منابع

1. Salvato, J.A., N.L. Nemerow, and F.J. Agardy, Environmental engineering. 2003: John Wiley & Sons Inc.
2. Stevens, A.A., et al., Chlorination of organics in drinking water. J. Am. Water Works Assoc, 1976. 68(11): p. 615-620.
3. Babcock, D.B. and P.C. Singer, Chlorination and coagulation of humic and fulvic acids. Journal American Water Works Association, 1979. 71(3): p. 149-152.
4. Christman, R.F., et al., Identity and yields of major halogenated products of aquatic fulvic acid chlorination. Environmental science & technology, 1983. 17(10): p. 625-628.
5. Yee, L.F., et al., DISSOLVED ORGANIC MATTER AND ITS IMPACT ON THE CHLORINE DEMAND OF TREATED WATER. Malaysian Journal of Analytical Sciences, 2006. 10(2): p. 243-250.
6. Samadi, M.T., et al., A comparative study on THMS removal efficiencies from drinking water through nanofiltration and air stripping packed-column. WATER AND WASTEWATER, 2006.
7. Singer, P., Formation and characterization of disinfection by-products, Safety of water disinfection: balancing microbial risks, GF, Craun ed., Int. Life Sciences Inst. Press, Washington, DC, 1993: p. 201-219.
8. Singer, P.C., Control of disinfection by-products in drinking water. Journal of environmental engineering, 1994. 120(4): p. 727-744.
9. Pourmoghaddas, H. and A.A. Stevens, Relationship between trihalomethanes and haloacetic acids with total organic halogen during chlorination. Water Research, 1995. 29(9): p. 2059-2062.
10. Lekkas, T., Environmental Engineering I: Management of Water Resources. Univerity of the Aegean, Department of Environmental Studies, Mytilene, Greece, 1996.
11. Krasner, S.W., et al., The occurrence of disinfection by-products in US drinking water. J Am Water Works Assoc, 1989. 81(8): p. 41-53.
12. Williams, D.T., G.L. LeBel, and F.M. Benoit, Disinfection by-products in Canadian drinking water. Chemosphere, 1997. 34(2): p. 299-316.
13. Golfinopoulos, S., M. Kostopoulou, and T. Lekkas. Detection of THMs in the Athens water supply. 1993.

14. Baytak, D., et al., Seasonal variation in drinking water concentrations of disinfection by-products in IZMIR and associated human health risks. Science of the Total Environment, 2008. 407(1): p. 286-296.
15. LeBel, G.L., F.M. Benoit, and D.T. Williams, A one-year survey of halogenated disinfection by-products in the distribution system of treatment plants using three different disinfection processes. Chemosphere, 1997. 34(11): p. 2301-2317.
16. Bratby, J., Coagulation and flocculation in water and wastewater treatment. 2006: Intl Water Assn.
17. Kutty, P.C.M., et al. STUDIES ON THMs FORMATION BY VARIOUS DISINFECTANTS IN SEAWATER DESALINATION PLANTS1. 1995.
18. Mazloomi, S., et al., Efficiency Of Domestic Reverse Osmosis In Removal Of Trihalomethanes From Drinking Water. Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering, 2009. 6(4).
19. Bull, R.J. and M. Robinson, Carcinogenic activity of haloacetonitrile and haloacetone derivatives in the mouse skin and lung. Water chlorination: chemistry, environmental impact and health effects, 1986: p. 221-227.
20. Singer, P. and G. Harrington. Coagulation of DBP precursors: theoretical and practical considerations. 1993.
21. Laine, J.M., et al., Influence of bromide on low-pressure membrane filtration for controlling DBPs in surface waters. Journal of the American Water Works Association, 1993. 85(6): p. 87-99.
22. Sandrucci, P., et al., PAC activity vs by-product precursors in water disinfection. Water Research, 1995. 29(10): p. 2299-2308.
23. Premazzi, G., et al., Standards and strategies in the European Union to control trihalomethanes in drinking water. Environment Institute, European Commission Joint Research Centre and Techware, Italy, 1997.
24. Kim, H.C. and M.J. Yu, Characterization of natural organic matter in conventional water treatment processes for selection of treatment processes focused on DBPs control. Water Research, 2005. 39(19): p. 4779-4789.
25. Cowman, G.A. and P.C. Singer, Effect of bromide ion on haloacetic acid speciation resulting from chlorination and chloramination of aquatic humic substances. Environmental science & technology, 1995. 30(1): p. 16-24.
26. Richardson, S.D., et al., Identification of TiO2/UV disinfection byproducts in drinking water. Environmental science & technology, 1996. 30(11): p. 3327-3334.
27. World, Health, and Organization, Trihalomethanes in Drinking-water, Background document for development of, WHO Guidelines for Drinking-water Quality
2004, WHO.
28. Zaaooli, M.A., Investigation of RO and NF membrane technology performance and removal of hydrophobic and hydrophilic reactions of natural organic matter from water. Tehran city (Iran): phisician scince of tehran univercity; 2008
29. KUTTY, P.C.M., A.A. NOMANI, and T. THANKACHAN, ESTIMATION OF TRIHALOMETHANES IN CHLORINATED DRINKING WATER FROM SEA WATER DESALINATION PLANTS IN AL-JUBAIL, AL-KHOBAR AND AL-KHAFJI. l.

Concentration of Trihalomethanes in Tehran Drinking Water

Fazlzadeh Davil M[1], Mahvi A.H[2], Mazloomi S*[3], nabizadeh R[2], Younesian M[4], Nazmara S[5]

1. MSc of Environmental health, School of Public Health and center for environmental researches, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran
2. Assistant Professor of Environmental health, School of Public Health and center for environmental researches, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3. Corresponding Author: **Ph.D candidate of Environmental health, School of Public Health and center for environmental researches, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.**
E-mail: **sajad.mazloomi@yahoo.com**
4. Associate Professor of Epidemiology, School of Public Health and center for environmental researches, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
5. MSc of Environmental health, School of Public Health and center for environmental researches, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

ABSTRACT

Background & Objectives: Trihalomethanes in the form of chloroform, bromodichloromethane (BDCM), dibromochloromethane (DBCM), and bromoform.are a group of compounds that can form when the chlorine used to disinfect drinking water reacts with naturally occurring organic matter. Potential hazards and carcinogenic characteristics of THMs have already been recognized. Therefore, current study attempted to measure concentration of these compounds in output (drinking water) of Jlalieh water treatment plant.
Methods: In this study concentrations of trihalomethanes with chloroform index have been measured in the output of Jalalieh water treatment plant in 2009. Monthly water sampling carried out in morning. Samples were taken to the lab and sodium thiosulfate was used for de-chlorination of the water samples. Samples were analyzed in a time span of less than 6 hours using a GC set.
Results: The average concentration of chloroform in input crude water of Jalalieh water treatment plant was equal to 7.42 µg/l. The average pH value in input and output of water treatment plant was equal to 7.92 , and 7.87, respectively.
Conclusions: The average concentration of chlorine in input and output of water treatment plant was equal to 0.73 mg/l, and 0.94 mg/l, respectively. Although concentration of free chlorine was 0.94 mg/l in output treated water, however, the chloroform concentration in output treated water was lower than the permissible value (200 µg/l) recommended by WHO for drinking water. The highest concentration of THMs was found in April.
Key words: Trihalomethanes, Drinking water, Chloroform, Residual chlorine.