

Technical Note

Determination of Trihalomethane Forming Potential in the Sanandaj Water Treatment Plant

B. Barakhasi¹, A.H. Hasani^{2*} and B. Shahmoradi³

Abstract

Exploiting surface water resource as the main potable water supplies and the application of chlorine as the main disinfectant for drinking water have increased the rate of Disinfection by-products (DBP_s) formation. One main group of DBP_s are Trihalomethane compounds (THM_s) which are carcinogen. Objective of this survey is the determination of THM_s concentration in Sanandaj water treatment plant units and the relation between THM_s formation with free residual chlorine and organic matter. Sampling was done ten times in one year and at various stages of water treatment. 50 samples were tested and the results were analyzed. THM_s were measured using gas chromatography. The THM_s concentration in input raw water (less than 15 μg/l) and the output flow (20 μg/l) was lower than the international standard. This study showed that THM_s formation has a direct relation with free residual chlorine and organic matter. The lowest amount of THM_s are observed after the coagulation-flocculation unit which represents the performance of this unit in eliminating THM_s. THM_s are in the highest level after the final chlorination.

Keywords: Absorption, Discontinuous experiment, Hexavalent chromium, Isotherm, Pine fruit powder

Received: March 12, 2016

Accepted: April 24, 2016

یادداشت فنی

تعیین پتانسیل تشکیل تری هالومتان‌ها در تصفیه خانه آب سنندج

بهار براخاصی^۱، امیرحسام حسینی^{۲*} و بهزاد شاهمرادی^۳

چکیده

کاربرد منابع آب سطحی به عنوان عمده‌ترین منبع تأمین آب شرب و همچنین کلر به عنوان رایج‌ترین ضدعفونی کننده آب آشامیدنی باعث افزایش تشکیل محصولات جانبی ناشی از گندزدایی (DBP_s) می‌شود که از عمده‌ترین آنها ترکیبات تری‌هالومتان (THM_s) است که سرطان‌زا محسوب می‌شوند. هدف از این تحقیق تعیین غلظت تری‌هالومتان‌ها در واحدهای مختلف تصفیه‌خانه آب شهر سنندج و ارتباط آنها با کلرآزاد باقیمانده و موادالی می‌باشد. نمونه‌برداری در ده نوبت، در مراحل مختلف تصفیه‌خانه آب سنندج و در طول یکسال انجام شد که جمعاً 50 نمونه آنالیز و نتایج تجزیه و تحلیل شد. THM_s با دستگاه گازکروماتوگرافی اندازه‌گیری شدند. مقدار تری‌هالومتان‌ها در آب خام ورودی (کمتر از 15 μg/l) و خروجی (حدود 20 μg/l) در حد بسیار پایین‌تر از استاندارد جهانی می‌باشد. این مطالعه نشان داد بین تشکیل THM_s با کلرآزاد باقیمانده و موادالی رابطه خطی مستقیم وجود دارد. کمترین مقدار THM_s بعد از واحد انعقاد و لخته‌سازی می‌باشد که نشان‌دهنده عملکرد این واحد در حذف THM_s می‌باشد. بالاترین میزان THM_s مربوط به کلرزنی نهایی می‌باشد.

کلمات کلیدی: کلر، ضدعفونی، تری‌هالومتان‌ها، سنندج، تصفیه خانه آب.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۱۲/۲۲

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۲/۵

1- Msc Student, Environmental Engineering Department, Science and Search Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2- Associate Professor, Environmental Engineering Department, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: Ahh1346@gmail.co

3- Assistant Professor, Environment Health Engineering Department, Medical Sciences Kurdistan University, Sanandaj, Iran.

*- Corresponding Author

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست گرایش منابع آب. دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات، تهران - ایران.

۲- دانشیار گروه مهندسی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده محیط زیست و انرژی، تهران - ایران

۳- استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، دانشکده بهداشت، سنندج.

*- نویسنده مسئول

۱- مقدمه

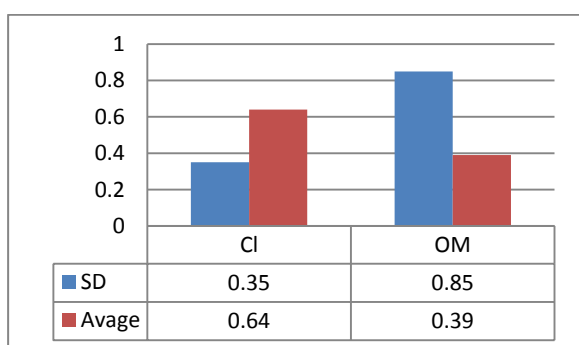
۳- نتیجه گیری

نتایج حاکی از این است که اختلاف معنی‌داری بین مقادیر این پارامترها با استاندارد ملی و جهانی وجود ندارد و مقادیر کاملاً مطلوب و پایین‌تر از حد استانداردهای مجاز است. بیشترین مقدار تری‌هالومتان در زمان تحقیق مربوط به فروردین و اردیبهشت می‌باشد و احتمال بالا رفتن آن در این فصل به علت بالا رفتن غلظت مواد آلی طبیعی (از پیش‌سازهای THMS) به علت وارونگی دمایی احتمالی در آب سد قشلاق (منبع تأمین آب تصفیه‌خانه سنندج) و همچنین شروع فصل گرما و رشد فزایندهٔ مواد گیاهی می‌باشد. همچنین بین تشکیل THMS با کلرآزاد باقی‌مانده و مواد آلی آب رابطه مستقیم وجود دارد که این ارتباط در مورد مواد آلی بیش از سایر عوامل است که (Jafari et al., 2007) و (Andalib et al., 2010) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. اثر کلر باقیمانده در دامنه ۱-۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر بر کلیه تری‌هالومتان‌ها به جز برموفرم اختلاف معنی‌داری نشان داد که مشابه نتایج (Andalib et al., 2010) می‌باشد. همچنین در واحد کلرزی نهایی بیشترین میزان تری‌هالومتان‌ها تشکیل می‌گردد. واحد انعقاد و ته‌نشینی بیشترین تأثیر را در حذف تری‌هالومتان‌ها دارد.

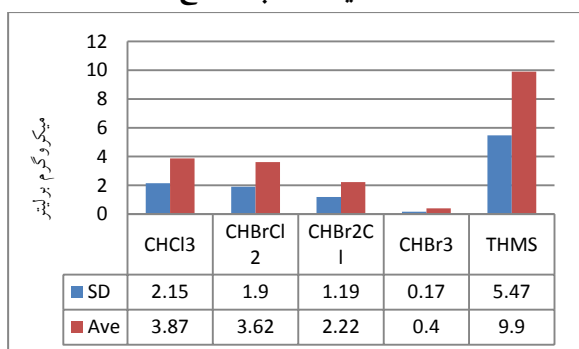
برای نخستین بار در سال ۱۹۷۴ میلادی، دو محقق به نام‌های راک در هلند و بلر در ایالات متحده ترکیباتی در آب آشامیدنی گندزدایی شده با کلر شناسایی نمودند که تا پیش از آن هرگز در آب آشامیدنی دیده نشده و مورد توجه قرار نگرفته بودند. این ترکیبات که از خانوادهٔ ترکیبات آلی کلره بودند، تری‌هالومتان (THM) نامیده شدند (Jafari et al., 2007). تری‌هالومتان‌ها ترکیبات هالوژنه‌ای هستند که تک کربنه بوده و فرمول عمومی آنها CHX_3 می‌باشد، به طوری که در جای X ممکن است کلر، فلوئور، برم، ید و یا ترکیباتی از آن قرار گیرد. این واکنش که باعث جایگزینی اتم‌های هالوژن (F, Cl, I, Br) به جای هیدروژن ملکول متان می‌شوند، بطور آبی صورت نمی‌گیرد بلکه تا چندین روز ادامه می‌یابد (Andalib et al., 2010). بر اساس اصلاحیه مؤسسه استاندارد ایران در سال ۱۳۸۸ میزان کلروفرم: ۳۰۰؛ برمودی کلرومتان: ۶۰؛ دی برموکلرومتان: ۱۰۰؛ برموفرم: ۱۰۰ میکروگرم در لیتر اعلام شده است [سایت مؤسسه استاندارد و تحقیقات ایران]. تشکیل THMs به فاکتورهای زیادی مانند pH، دمای آب، زمان تماس با کلر (زمان اقامت آب در سیستم توزیع)، غلظت و خصوصیات کلر، کلر باقیمانده، غلظت و طبیعت مواد آلی (Natural Organic Matters=NOMs) و غلظت برم بستگی دارد (Mazlomi and Mahvi, 1388).

۲- مواد و روش‌ها

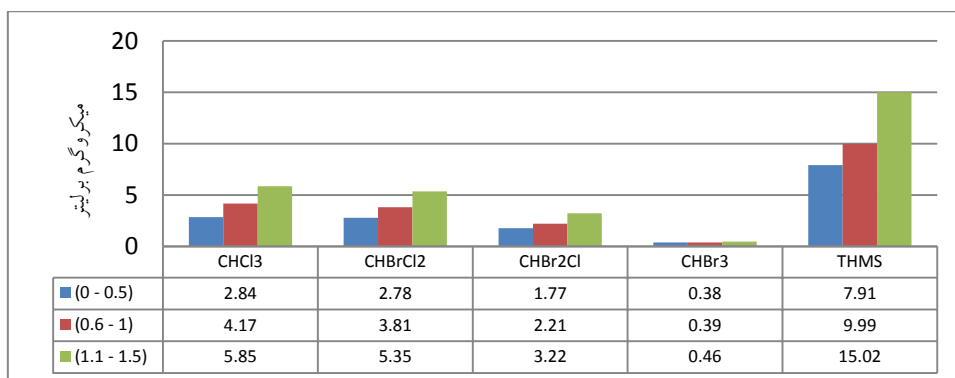
در این تحقیق در طی یک دوره یک ساله (آذر ۹۲ لغایت مرداد ۹۳) اقدام به نمونه‌برداری، سنجش و آنالیز میزان تری‌هالومتان‌ها به تفکیک چهار ترکیب اصلی عمده شامل کلروفرم، دی کلروبرومومتان، دی برموکلرومتان و برموفرم با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی در فصول مختلف سال پنج مرحله در تصفیه‌خانه آب شرب شهر سنندج شامل: آب خام بدون کلرزی، آب خام با پیش‌کلرزی، بعد از انعقاد و ته‌نشینی، بعد از فیلتراسیون و آب تصفیه خروجی (کلرزی نهایی) گردید. همچنین عوامل مؤثر در تشکیل تری‌هالومتان‌ها از قبیل کلر باقیمانده و مواد آلی نیز مورد آنالیز قرار گرفت. کلیه مراحل نمونه‌برداری طبق روش ۶۲۳۲ استاندارد متد صورت گرفت. کلیه نتایج با دو نرم‌افزار SPSS و SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسهٔ میانگین تیمارهای مورد مطالعه توسط آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام گرفت.



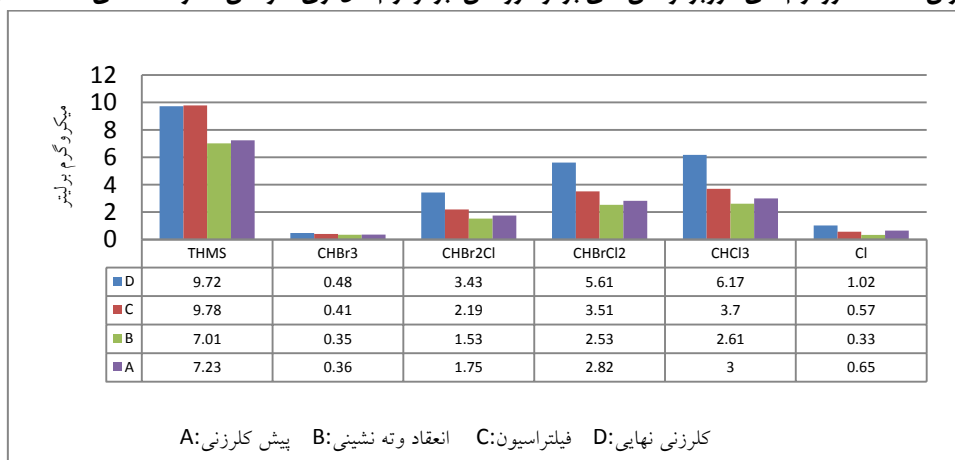
نمودار ۱- میانگین و انحراف معیار صفات مستقل در تصفیه‌خانه آب سنندج



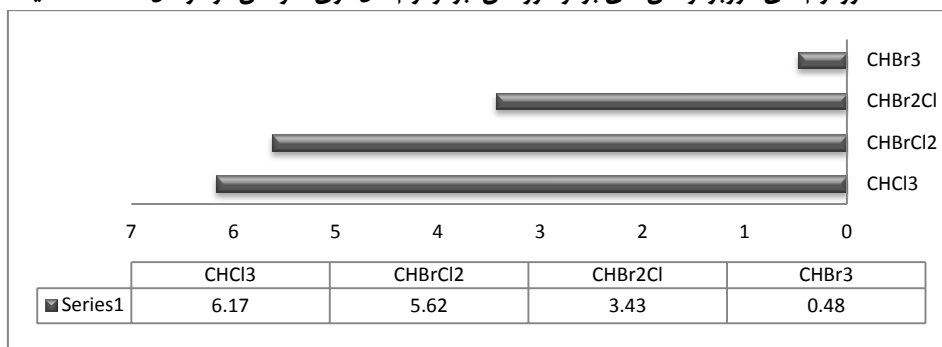
نمودار ۲- میانگین و انحراف معیار تری‌هالومتان‌ها در تصفیه‌خانه آب سنندج



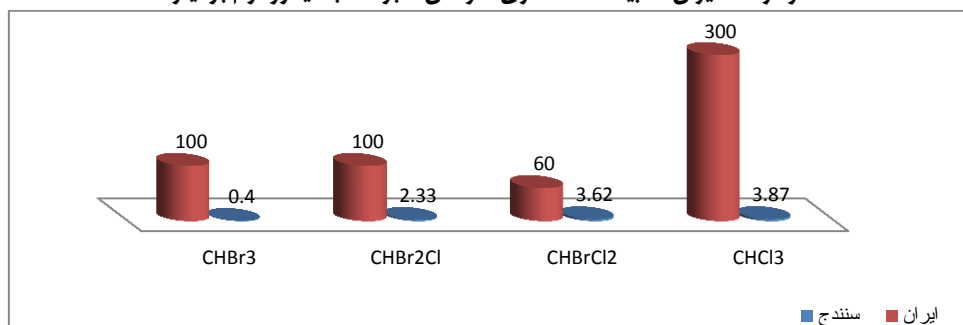
نمودار ۳- میزان غلظت کلروفورم، دی کلروبرومتان، دی برمکلرومتان، برموفرم، کل تری هالومتان ها در دامنه های مختلف کلر باقیمانده



نمودار ۴- میزان غلظت کلروفورم، دی کلروبرومتان، دی برمکلرومتان، برموفرم، کل تری هالومتان در مراحل مختلف تصفیه خانه آب سندانج



نمودار ۵- میزان غالبیت غلظت تری هالومتان ها بر حسب میکروگرم بر لیتر



نمودار ۶- مقایسه میزان تری هالومتان ها در تصفیه خانه آب سندانج با استاندارد ایران بر حسب میکروگرم بر لیتر

جدول ۱- نتایج حاصل از اندازه‌گیری تری‌هالومتان‌ها در واحدهای مختلف تصفیه‌خانه آب شهر سنندج

THM ₅ کل (ppb)	CHBr ₃ (ppb)	CHBr ₂ Cl (ppb)	CHBrCl ₂ (ppb)	CHCl ₃ (ppb)	مواد آلی mg/l KMnO ₄	کلریایمانده (mg/l)	محل نمونه برداری	تاریخ نمونه برداری
N.D*	N.D	N.D	N.D	N.D	—	۰/۰۰	آب خام قبل از کلرزنی	۹۳/۹/۲۳
۵/۴۸	۰/۲۴	۱	۲/۱	۲/۱۵	—	۰/۸	آب خام بعد از کلرزنی	
۵/۴۸	۰/۲۴	۱	۲/۱	۲/۱۵	—	۰/۸	بعد از انعقادته نشینی	
۵/۶۴	۰/۲۴	۱/۱	۲/۱	۲/۱۵	—	۰/۹	بعد از فیلتراسیون	
۱۳/۵۲	۰/۴۲	۳	۵/۱	۵/۱	—	۱/۱	آب تصفیه خروجی	
N.D*	N.D	N.D	N.D	N.D	—	۰/۰۰	آب خام قبل از کلرزنی	۹۳/۱۱/۱۵
۷/۹۲	۰/۴۴	۲/۰۱	۳/۰۳	۲/۴۵	—	۰/۵	آب خام بعد از کلرزنی	
۸/۱۸	۰/۴۴	۲/۱۴	۳/۱۵	۲/۴۵	—	۰/۴	بعد از انعقادته نشینی	
۷/۸۹	۰/۴	۲/۰۱	۳/۰۳	۲/۴۵	—	۰/۴	بعد از فیلتراسیون	
۱۲/۳۴	۰/۴۴	۳/۰۵	۴/۱۵	۴	—	۱/۱	آب تصفیه خروجی	
N.D*	N.D	N.D	N.D	N.D	۲/۲۷	۰/۰۰	آب خام قبل از کلرزنی	۹۳/۱۱/۲۲
۱۲/۴	۰/۶	۳/۱۸	۴/۶	۳/۹۶	۰/۹۴	۱	آب خام بعد از کلرزنی	
۱۱/۰۶	۰/۶	۲/۷	۴/۰۶	۳/۷	۰/۹۴	۰/۳	بعد از انعقادته نشینی	
۱۱/۷۶	۰/۶	۲/۹	۴/۳	۳/۹۶	۰/۹۴	۰/۳	بعد از فیلتراسیون	
۱۷/۱	۰/۶	۳/۸	۶	۶/۷	۰/۵۲	۰/۸	آب تصفیه خروجی	
N.D*	N.D	N.D	N.D	N.D	۱/۹۳	۰/۰۰	آب خام قبل از کلرزنی	۹۳/۱۲/۱۸
۱۳/۹۵	۰/۶	۳/۰۵	۵/۴	۴/۹	۱/۳۹	۰/۸	آب خام بعد از کلرزنی	
۱۲/۳	۰/۶	۲/۵	۴/۶	۴/۶	۰/۷۵	۰/۴	بعد از انعقادته نشینی	
۱۳/۴۳	۰/۶۳	۳/۲	۵	۴/۶	۰/۵۹	۰/۴	بعد از فیلتراسیون	
۲-/۳	۰/۶	۳/۸	۷/۱	۸/۸	۰/۴۹	۰/۸	آب تصفیه خروجی	
N.D*	N.D	N.D	N.D	N.D	۱/۵	۰/۰۰	آب خام قبل از کلرزنی	۹۳/۲/۳
۱/۲	۰/۴	۲	۳/۸	۴	۱/۱	۰/۹	آب خام بعد از کلرزنی	
۹/۶	۰/۴	۲	۳/۵	۳/۷	۰/۸۶	۰/۳	بعد از انعقادته نشینی	
۹/۲	۰/۴	۲	۳/۴	۳/۴	۰/۸۶	۰/۳	بعد از فیلتراسیون	
۱۹/۵	۰/۴	۳/۸	۶/۸	۸/۵	۰/۳۲	۱/۱	آب تصفیه خروجی	
N.D*	N.D	N.D	N.D	N.D	۱/۲۸	۰/۰۰	آب خام قبل از کلرزنی	۹۳/۳/۳
۰/۷۱	< ۰/۱	< ۰/۱	۰/۱۱	۰/۶	۰/۹۶	۰/۲	آب خام بعد از کلرزنی	
۱/۱	< ۰/۱	< ۰/۱	۰/۳	۰/۸	۱/۰۷	۰/۵	بعد از انعقادته نشینی	
۱-/۲	۰/۵	۲/۵	۳/۸	۲/۴	۰/۸۶	۰/۸	بعد از فیلتراسیون	
۱۳/۲	۰/۴	۳	۵	۴/۸	۱/۲۸	۱/۲	آب تصفیه خروجی	
N.D*	N.D	N.D	N.D	N.D	۱/۶	۰/۰۰	آب خام قبل از کلرزنی	۹۳/۳/۲۴
۴/۱۵	۰/۱۵	۰/۶	۱/۶	۱/۸	۱/۲	۰/۶	آب خام بعد از کلرزنی	
۳/۲۵	۰/۱۵	۰/۵	۱/۱	۱/۵	۱/۴	۰/۰۰	بعد از انعقادته نشینی	
۷/۹	۰/۳	۱/۵	۲/۷	۳/۴	۱/۳	۰/۰۰	بعد از فیلتراسیون	
۱۵/۵	۰/۳	۳/۲	۵/۶	۶/۴	۰/۸۶	۰/۹	آب تصفیه خروجی	
N.D*	N.D	N.D	N.D	N.D	۰/۹۶	۰/۰۰	آب خام قبل از کلرزنی	۹۳/۳/۳۱
۷/۶	۰/۳	۱/۴	۲/۸	۳/۱	۱/۵	۰/۶	آب خام بعد از کلرزنی	
۰/۹	< ۰/۱	< ۰/۱	۰/۲	۰/۷	۱/۶۱	۰/۰۰	بعد از انعقادته نشینی	
۱/۲	< ۰/۱	< ۰/۱	۰/۳	۰/۹	۱/۰۷	۰/۶	بعد از فیلتراسیون	
۱۶	۰/۶	۳/۸	۵/۸	۵/۸	۰/۸۶	۱/۲	آب تصفیه خروجی	
N.D*	N.D	N.D	N.D	N.D	۰/۴	۰/۰۰	آب خام قبل از کلرزنی	۹۳/۴/۱۶
۱۲/۳	۰/۶	۲/۸	۴/۳	۴/۶	۰/۳	۰/۸	آب خام بعد از کلرزنی	
۱۱/۱	۰/۶	۲/۷	۳/۸	۴	۰/۴	۰/۳	بعد از انعقادته نشینی	
۲۱/۳	۰/۶	۴/۵	۶/۸	۹/۴	۰/۲	۱	بعد از فیلتراسیون	
۱۸	۰/۶	۴	۶/۱	۷/۳	۰/۲	۱	آب تصفیه خروجی	
N.D*	N.D	N.D	N.D	N.D	۰/۵۳	۰/۰۰	آب خام قبل از کلرزنی	۹۳/۵/۲۳
۶/۶	۰/۲	۱/۴	۲/۵	۲/۵	۰/۶۴	۰/۳	آب خام بعد از کلرزنی	
۶/۹	۰/۳	۱/۶	۲/۵	۲/۵	۰/۷۴	۰/۳	بعد از انعقادته نشینی	
۹/۳	۰/۴	۲/۱	۳/۴	۲/۴	۰/۶۴	۱	بعد از فیلتراسیون	
۱۱/۸	۰/۵	۲/۹	۴/۱	۴/۳	۰/۱	۱	آب تصفیه خروجی	

factors on Trihalomethane production in potable water of Yazd. J. Health & Environ 4(2):137-148.

۴- مراجع

Mazlomi S, Mahvi AH (2009) Trihalometane concentration of Tehran drinking water, Twelfth National Conference on Environmental Health, 2009- shahid Beheshti Medical Science University, 988-995.

Jafari MA, Taghavi K, Hassani AH. (2007) Survey the THMs value in drinking water in Lahijan and suggestion in order to product control after disinfection. J. Guilan University of Medical Sciences 68(17):1-6.

Andalib AH, Ganjidost H, Ayati B, Khodadadi A. (2010). Investigation of amount and effective