Journal of Military Health Promotion
2021, Volume 1, Issue 3
Pages: 125-134

Assessment of Trihalomethanes' Potential Risk in Drinking Water in Selected Military Centers in Tehran Province

Masoumbeigi Hossein[1,2], Akhlaghi Ahmad[3], Raei Mehdi[1], Ghanizadeh Ghader[4,2*]

[1] Health Research Center, Life Style Institute, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
[2].Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
[3]Student Research Committee, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
[4]Health Management Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Received: 29 December 2020 Accepted: 21 January 2021

Abstract

Background and Aim: Drinking water disinfection is an essential process for elimination of the microbial contaminations. Water disinfection by chlorine compounds can lead to formation of Trihalomethanes (THMs) as a disinfection by-products and carcinogenic effects. The aim of the study was to investigate the potential risks assessment of THMs occurrence in drinking water in selected military centers in Tehran province.

Methods: This cross-sectional and descriptive study conducted in 2020. Thirty samples were collected from urban and groundwater sources. Free residual chlorine, temperature, pH and THMs of the samples were measured by conventional methods in which GC Mass measured THMs concentration. The hazard potential of THMs was calculated based on THQ, TR and PTDI indexes.

Results: The average concentration of THMs in groundwater and urban water was 2.25 µg/L and 2.39 µg/L respectively. The THMs concentration had positive but non-significant correlation with free residual chlorine, temperature and pH. Provisional tolerable daily intake of groundwater and urban water was 0.10×10-3 and 0.11×10-3 mg/kg.day, respectively. The target hazard quotient for all selected centers was 0.001 and the target cancer risk for groundwater and urban water was 0.32×10-8and 0.34×10-8, respectively.

Conclusion: The results revealed that in selected centers, drinking water had not health risks from point of THMs concentration.

Keywords: Drinking water, Disinfection, Trihalomethanes, Risk assessment, Military centers

[Downloaded from military-health.ir on 2024-04-17]

*Corresponding author: Ghanizadeh Ghader , Email: qanizadeh@yahoo.com

مجله ارتقای بهداشت نظامی
دوره 1، شماره 3، 1399
صفحات: 134-125

ارزیابی پتانسیل خطر تری هالومتان ها در آب شرب مراکز نظامی منتخب استان تهران

حسین معصوم بیگی[1و2]، احمد اخلاقی[3]، مهدی راعی[1]، قادر غنی زاده[4و2]*

[1] مرکز تحقیقات بهداشت، پژوهشکده سبک زندگی، دانشگاه علوم پزشکی بقیهٔ الله (عج)، تهران، ایران
[2] گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، تهران، ایران
[3] کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی بقیهٔ الله (عج)، تهران، ایران
[4] مرکز تحقیقات مدیریت سلامت، پژوهشکده سبک زندگی، دانشگاه علوم پزشکی بقیهٔ الله (عج)، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: گندزدایی آب آشامیدنی فرآیند ضروری تصفیه آب شرب برای حذف عوامل میکروبی است. تری هالومتان ها (THMs) یکی از محصولات جانبی گندزدایی آب با کلر با احتمال سرطان زایی هستند. این مطالعه با هدف ارزیابی پتانسیل خطر THMs در آب شرب مراکز نظامی منتخب استان تهران انجام شد.

روش‌ها: این مطالعه توصیفی مقطعی در سال 1399 با برداشت 30 نمونه آب شرب از آب لوله کشی شهری و آب زیر زمینی مراکز مورد مطالعه انجام شد. اندازه گیری کلر آزاد باقی مانده، دما، pH به روش های استاندارد و THMs نمونه ها با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگراف دتکتور جرمی (GC-Mass) و ارزیابی پتانسیل خطر غلظت های مختلف THMs با استفاده از شاخص های TR،THQ وPTDI انجام شد.

یافته‌ها: متوسط غلظت THMs در مراکز دارای آب زیرزمینی 25/2 µg/L و مراکز دارای آب شهری39/2 µg /L بود. متوسط غلظت THMs در تمامی مراکز کمتر از استانداردهای توصیه شده بود. همبستگی مثبتی بین غلظت THMs با مقدار کلر آزاد باقی مانده، دما و pH وجود دارد اما معنی دار نبود. میزان دریافت تقریبی قابل تحمل روزانه THMs برای مراکز دارای آب زیرزمینی و شهری به ترتیب 10/0×10-3 mg/kg.day و 0/11×10-3 تعیین شد. شاخص خطر سلامت برای تمامی مراکز منتخب0/001 و مقدار شاخص خطر سرطان زایی برای مراکز دارای آب زیرزمینی و شهری به ترتیب 0/32×10-8 و 0/34×10-8 محاسبه شد.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد غلظت THMs موجود در آب شرب مراکز منتخب، خطری برای سلامت مصرف کنندگان ندارد.

کلیدواژه‌ها: آب شرب، گندزدایی، تری هالومتان، ارزیابی خطر، مراکز نظامی

*نویسنده مسئول: دکتر قادر غنی زاده . پست الکترونیک: qanizadeh@yahoo.com
دریافت مقاله: 1399/10/09 پذیرش مقاله: 1399/11/02

[Downloaded from military-health.ir on 2024-04-17]

مقدمه

گندزدایی آب آشامیدنی فرآیند ضروری تصفیه آب شرب برای حذف عوامل میکروبی است. عوامل میکروبی زیان آور در آب با استفاده از گندزداهائی مثل کلر، دی اکسید کلر، کلرامین، ازن و پرتو ماورای بنفش نابود می شوند (1). از بین گندزداهای مختلف کلر و مشتقات آن به دلیل سهولت کاربرد، پایین بودن نسبی هزینه، قدرت تاثیر آن بر حذف میکروارگانیسم های مختلف در سیستم های تامین و توزیع آب آشامیدنی در سراسر دنیا کاربرد گسترده ای دارد (2)، اما در سال های اخیر به دلیل طرح بحث احتمال تولید محصولات جانبی و جوانب بهداشتی آن توجه دقیق تری به شرایط مصرف آن شده است (3). افزایش روزافزون کاربرد کلر در تصفیه آب از یک سو و فراوانی مواد آلی طبیعی ناشی از تخلیه فاضلاب های انسانی و یا با منشاء طبیعی به منابع آب از سوی دیگر، فرآورده های جانبی متنوعی را به آب وارد نموده است؛ که بخش اصلی آن ها را مواد هالوژنه تشکیل می دهند (4). مواد آلی طبیعی به راحتی توسط فرآیندهای متداول تصفیه آب قابل حذف نیستند و براحتی می توانند به سیستم توزیع آب راه یابند و در اثر واکنش با کلر یا سایر مواد گندزدا، ترکیبات جانبی گندزدایی را تشکیل دهند (5). THMs و HAAs دو گروه مهم از محصولات جانبی گندزدایی هستند که تحقیقات بسیاری بر روی آن ها صورت گرفته است (6). به طور کلی، گندزدائی آب های سطحی در مقایسه با آب های زیرزمینی باعث افزایش غلظت THMs می شوند (5و7). THMs اشکال مختلفی دارند که چهار نوع آن به شکل غالب در اثر گندزدایی آب با ترکیبات کلر تولید می شوند که شامل کلروفرم (CM)، برموفرم (BM)، برمودی کلرومتان (BDCM) و دی برموکلرومتان (DBCM) است (6و8). اگر چه غلظت THMs تولیدی در آب های آشامیدنی گندزدایی شده با کلر اندک است، ولی توجه به خطرات و اثرات سوء بهداشتی ناشی از آن ها به لحاظ سمیت بسیار بالا، مدت زمان مواجهه طولانی و مستمر، مثلاً برای تمام عمر و تعداد زیاد جمعیت در معرض خطر، حائز اهمیت است (4).

این گروه از ترکیبات سبب بروز مشکلاتی در کلیه، کبد و سیستم عصبی مرکزی و همچنین افزایش احتمال سرطان زایی، جهش ژنتیکی و مشکلات مادر زادی می شوند (9-10). تا به حال گزارش های زیادی در خصوص پیامدهای سوء تولید مثل ناشی از تری هالومتان ها از قبیل تولد زود هنگام نوزادان، مرده زایی، سقط جنین و عقب ماندگی رشد داخل رحمی نوزادان منتشر شده است (12-11). معمولا انسان ها از طریق مصارف مختلف آب مثل نوشیدن، استنشاق، تماس پوستی مانند دوش گرفتن و شنا و پخت و پز در معرض THMs قرار می گیرند. آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا در سال 1976 حداکثر غلظت مجاز کل تری هالومتان ها را 100 µg/l تعیین (13) و در سال 1994 به 80µg/l کاهش داده است (14). همچنین موسسه استاندارد تحقیقات صنعتی ایران، حداکثر مجاز مقدار کلروفرم از تری هالومتان ها در آب شرب را 300، برموفرم را 100، دی برموکلرمتان را 100 و برمودی کلرمتان را 60µg/l تعیین نموده است. البته مجموع نسبت غلظت هر کدام از چهار ترکیب مذکور به استاندارد همان ترکیب نباید از یک بیشتر شود (15). تعیین این استانداردها به منزله تایید حضور THMs در آب شرب تا آن حد غلظت تعیین شده نیست، چون خطرات نسبی ناشی از همان غلظت های کم چنین ترکیبات سمی، بعضاً هنوز ناشناخته اند. به همین دلیل این استانداردها هر چند سال یک نوبت به استناد مطالعات اپیدمیولوژیک انجام شده در حال بازنگری و کاهش و به حداقل رساندن مقادیر است. فاکتورهای موثر در تشکیل THMs شامل pH، دما، زمان تماس و غلظت کلر و برم، میزان و نوع مواد آلی آب است (3و16).

در خصوص سابقه مطالعه در مراکز نظامی تنها مطالعه معصوم بیگی و همکاران در خصوص بررسی وضعیت گندزدایی آب شرب 182 مرکز نظامی منتخب در سراسر کشور در دسترس بود که گزارش شده 7/63درصد مراکزنظامی از آب لوله کشی شهری و 3/25 درصد از منابع آب زیر زمینی استفاده می نمایند و روش گندزدایی غالب در این مراکز کلرزنی است (17). به همین دلیل در مطالعه حاضر منابع آب های سطحی و زیر زمینی هر دو مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به این که غلظت THMs تحت تاثیر شرایط مختلف، در منابع آب و تصفیه خانه های آب و سیستم های توزیع متفاوت است و از آنجایی که در مراکز نظامی سابقه ای از مطالعه غلظت THMs در دسترس نبود، برای اولین بار اندازه گیری غلظت این آلاینده به دلیل درجه خطر لحاظ شده برای آن ها، مورد توجه قرار گرفت. این مطالعه با هدف ارزیابی پتانسیل خطر THMs در آب شرب مراکز نظامی منتخب استان تهران و بررسی عوامل موثر بر آن انجام شد تا با ارزیابی پتانسیل خطر مرتبط با این آلاینده، ضمن تعیین وضعیت موجود کیفیت آب از نظر وجود این آلاینده، بتوان برنامه های پیشگیرانه مناسبی را در حوزه تامین آب آشامیدنی سالم ارائه نمود.

روش‌ها

این مطالعه توصیفی مقطعی در سال 1399 و با کد شناسه اخلاق IR.BMSU.REC.1398.377 انجام شد. ابتدا ده مرکز از مراکز مختلف نظامی در دسترس تهران شامل پنج مرکز دارای آب شرب لوله کشی شهری و پنج مرکز دارای آب شرب تامین شده از آب چاه اختصاصی، انتخاب شدند و در هر مرکز سه نمونه از دورترین نقاط شبکه آبرسانی، برداشت شد. نمونه گیری به روش استاندارد در ظروف شیشه ای100 میلی لیتری استریل درب سمباده ای انجام شد. این ظروف ابتدا توسط دترجنت و آب مقطر جهت حذف آلاینده ها شستشو شد و در ادامه بوسیله آب

[Downloaded from military-health.ir on 2024-04-17]

مقطر بدون یون شسته و آب کشی شدند و در محل نمونه برداری نیز ابتدا ظروف شیشه ای مخصوص نمونه با آب محل نمونه برداری شسته و آب کشی و سپس نمونه برداری انجام شد.

در محل نمونه برداری ابتدا آب شیر برای مدت 3 دقیقه جریان یافت و قبل از نمونه برداری داخل ظروف نمونه یک سی سی تیوسولفات سدیم 3درصد جهت حذف کلر آزاد باقی مانده و جلوگیری از تشکیل بیشتر THMs بعد از برداشت نمونه ها، استفاده و سپس نمونه برداری انجام شد. این ظروف کاملا پر شد. در محل با استفاده از کلرسنج و دماسنج وpH سنج، کلر آزاد باقی مانده، دما و pH آب در زمان نمونه برداری به روش های استاندارد اندازه گیری و ثبت شد. نمونه ها داخل کلدباکس نگهداری و به آزمایشگاه منتقل شدند. اندازه گیری غلظت THMs در نمونه های آب به روش استاندارد و به کمک دستگاه گاز کروماتوگراف دتکتور جرمی (GC-Mass:Agilent USA) انجام شد. با استفاده از این روش غلظت THMs که شامل CHCl3، CHBrCl2، CHBr2Cl و CHBr3 می باشند در نمونه های مورد مطالعه اندازه گیری و ثبت شد.

ارزیابی پتانسیل خطر با استفاده از شاخص های (TR،THQ وPTDI)انجام شد. برای مقایسه، مقادیر THMs از مقادیر مجاز توصیه شده در استانداردهای ملی و بین المللی استفاده شد.

در این مطالعه مقادیر PTDIیا میزان دریافت تقریبی قابل تحمل روزانه در نمونه های آب شرب مورد بررسی قرار گرفت. همچنین میزان ارزیابی خطر سلامت بر اساس THQ یا شاخص برآورد خطر و TR یا خطر سرطان زایی در ترکیبات مورد مطالعه با استفاده از معادلات زیر انجام شد (18). معادله (2-1)

$$PTDI = \frac{\text{سرانه مصرف} \times \text{غلظت آلاینده}}{\text{میانگین وزن بدن}}$$

در رابطه فوق، PTDI برحسب mg/kg.day، غلظت THMs در آب برحسب mg/l ، میزان سرانه مصرف آب برحسب لیتر در روز(3 لیتر به ازای هر نفر در روز) و میانگین وزن برحسب کیلوگرم (65 کیلوگرم) می باشد (18). معادله(2-2)

$$THQ = \frac{\text{غلظت THM} \times \text{سرانه مصرف آب شرب} \times \text{کل مدت مواجهه} \times \text{فرکانس مدت مواجهه}}{\text{زمان متوسط برای عوامل غیر سرطانزا} \times \text{میانگین وزن بدن} \times \text{مقدار دوز مرجع خوراکی}} \times ۱۰^{-۳}$$

از شاخص THQ به عنوان یک معیار ارزیابی و برآورد میزان خطرات بهداشتی بالقوه و دراز مدت برای THMs در مصرف کنندگان استفاده شد. اگر THQ<1 باشد، بر سلامت انسان آثار سوء ندارد واگر THQ >1 باشد اثرات نامطلوب و نگران کننده ای بر سلامت انسان دارد. در این رابطه فرکانس مدت مواجهه برحسب 365 روز در سال، سرانه مصرف آب شرب بر حسب 3 لیتر در روز، غلظت THMs در آب شرب بر حسب mg/l ، کل مدت مواجهه برابر با 30 سال، دوز مرجع خوراکی بر حسب mg/kg.day ، میانگین وزن برحسب کیلوگرم و زمان متوسط برای عوامل غیر سرطان زا بر حسب روز (30×365) است (19). معادله (2-3)

$$TR = \frac{\text{شیب قدرت سرطانزایی} \times \text{فرکانس مدت مواجهه} \times \text{کل مدت مواجهه} \times \text{سرانه مصرف آب شرب} \times \text{غلظت THM}}{\text{میانگین وزن بدن} \times \text{زمان متوسط برای عوامل سرطانزا}} \times ۱۰^{-۳}$$

در رابطه فوق TR (خطر سرطان زایی) و شیب قدرت سرطانزایی نیز برحسب mg/kg/day است (19). میزان دوز مرجع در واقع میزان حداکثر دریافت روزانه THMs از آب که در آن میزان، ایجاد بیماری یا سمیت در مصرف کننده غیر محتمل باشد. به همین علت در این مطالعه میزان دوز مرجع برای THMs معادل میزان تقریبی دریافت روزانه قابل تحمل (PTDI) در نظر گرفته شد (18). نتایج با استفاده از نرم افزار اکسل و SPSS نسخه 13 و با کمک شاخص های مرکزی(میانگین ها) و شاخص های پراکندگی (دامنه تغییرات و انحراف معیار) در قالب جداول و نمودار گزارش شد.

نتایج

اطلاعات مربوط به آمار توصیفی نمونه ها در خصوص غلظت کلر آزاد باقی مانده، دمای آب، pH و غلظت THMs در جدول یک ارائه شده است.

[Downloaded from military-health.ir on 2024-04-17]

جدول1 : مقادیر آمار توصیفی مربوط به پارامترهای اندازه گیری شده

نوع نمونه	پارامتر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
آب زیرزمینی	کلر آزاد باقیمانده (mg/l)	0/5867	0/292	0/40	1/5
	pH	7/44	0/241	7/0	7/8
	دما (^{0}C)	21/40	2/77	17/80	27/20
	THMs (µg /l)	8/53	3/97	0	13/9
آب شهری	کلر آزاد باقیمانده (mg/l)	0/48	0/114	0/3	0/7
	pH	7/30	0/212	7/0	7/8
	دما (^{0}C)	24/64	1/79	20/80	27/20
	THMs(µg /l)	9/26	6/77	0/1	20/30

مقادیر حداکثر مجاز THMs در آب شرب بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره 1053 برابر 300µg/l و بر اساس استانداردهای سازمان بهداشت جهانی 200µg/l است. بنابراین غلظت THMs اندازه گیری شده مطابق با استانداردها و حتی بسیار پایین تر از آن است.

مقایسه میانگین غلظت THMs در نمونه ها با استانداردهای توصیه شده با استفاده از آزمون t-test تک نمونه ای محاسبه شد (جدول2).

جدول2 : مقایسه متوسط غلظت THMs در آب شرب مصرفی با استاندارد

	میانگین (µg /L)	انحراف استاندارد	حد مجاز (µg /L)	سطح معنی داری	فاصله اطمینان	
					پایین تر	بالاتر
آب زیر زمینی	8/53	3/97	300	<0/001	6/33	10/73
آب شهری	9/26	6/77	300	<0/001	5/51	13/01

تعیین تاثیر پارامترهای اندازه گیری شده آب بر غلظت THMs در جدول 3 ارائه شده است.

جدول 3 : ماتریس همبستگی پیرسون بین پارامترهای اندازه گیری شده در کل نمونه ها و THMs

		THMs	دما	pH	کلر آزاد باقی-مانده
کلر آزاد باقی-مانده	ضریب همبستگی	0/151	-0/229	0/320	1
	P value	0/425	0/224	0/085	-
pH	ضریب همبستگی	0/109	-0/019	1	0/320
	P value	0/566	0/921	-	0/085
دما	ضریب همبستگی	0/063	1	-0/019	-0/229
	P value	0/742	-	0/921	
THMs	ضریب همبستگی	1	0/063	0/109	0/151
	P value	-	0/742	0/566	0/425

پتانسیل خطر THMs

جدول4 : پتانسیل خطر THMs در آب بر اساس شاخص های (PTDI و TR،THQ)

نوع نمونه	THMs (mg/L)	PTDI	THQ	TR
آب زیرزمینی	$8/53\times10^{-3}$	$0/39\times10^{-3}$	0/001	$1/01\times10^{-8}$
آب شهری	$9/26\times10^{-3}$	$0/42\times10^{-3}$	0/001	$1/32\times10^{-8}$

[Downloaded from military-health.ir on 2024-04-17]

بحث

تاکنون مطالعات گسترده ای در داخل و خارج از کشور در باره ارزیابی پتانسیل خطر تری هالومتان ها در آب شرب انجام شده است. اگرچه غلظت THMs تولیدی در آب های آشامیدنی گندزدایی شده با کلر وابسته به غلظت پیش سازهای این ترکیبات است، ولی توجه به خطرات و اثرات سوء بهداشتی ناشی از آن ها به لحاظ سمیت بسیار بالا، بخصوص ناشی از مدت زمان مواجهه طولانی و مستمر، بسیار حائز اهمیت است. در این تحقیق بررسی تاثیر بعضی متغیرها بر میزان تولید THMs و همچنین ارزیابی خطر سرطان زایی ناشی از این ترکیبات، مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج این تحقیق نشان می دهد متوسط غلظت THMs در زمان مطالعه در مراکز دارای آب زیر زمینی 8.53 µg/l و در مراکز دارای آب شهری 9.26 µg/l است، که این مقادیر در محدوده قابل قبول و کمتر از حداکثر مجاز بر اساس استانداردهای ملی ایران (300µg/l) است و آزمون T تک نمونه ای هم نشان داد میانگین غلظت THMs در دو گروه نمونه به طور معنی داری (p<0/001) از مقدار حداکثر مجاز کمتر است.

فضل زاده و همکاران در سال 2011، متوسط غلظت کلر آزاد باقی مانده در آب خروجی تصفیه خانه آب تهران را کمتر از 1mg/l و در حد استاندارد و پتانسیل تولید THMs با متوسط 42/7pbb را در حد معنی داری پایین تر از استاندارد ملی گزارش کردند (20).

Evlampidou و همکاران در سال 2020 طی مطالعه THMs در آب شرب اتحادیه اروپا و تاثیر آن بر سرطان کلیه گزارش کردند میانگین غلظت THMs موجود در آب آشامیدنی اکثر کشورهای اتحادیه اروپا زیر حد استاندارد اروپا است، اگر چه حداکثر میزان آن در 9 کشور بیش از حد مجاز بود (21). نتایج حاصل از تحقیق علیدادی و همکاران در سال2012 نیز نشان داد میانگین غلظت کلروفرم (µg/l 3/5±0/5) در شبکه توزیع با وجود مقدار کلر آزادباقی مانده mg/l 0.6±0.2 ، بسیار پایین تر از حداکثر غلظت مجاز THMs آب آشامیدنی طبق استاندارد 1053 موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران است (22) که این نتایج مشابه نتایج تحقیق حاضر است.

مطالعه ای که آقای بابایی و همکاران سال 2012 بر روی آب شرب شهر اهواز انجام دادند گزارش کردند غلظت THMs در6 مورد بیشتر از حد مجاز EPA (80µg/l) و تنها در 3 مورد بیشتر از استاندارد ایران و رهنمود سازمان بهداشت جهانی است. همچنین گزارش کردند حضور THMs در آب شرب یک مشکل قابل توجه و نیازمند کنترل است، گر چه وابسته به شرایط مختلف مثل کیفیت آب، غلظت پیش سازها و کلر آزاد باقی مانده آب، ممکن است مقادیر THMs تولید شده در هر نمونه آبی متفاوت باشد (5). به همین علت برای اولین بار کیفیت آب شرب مصرفی مراکز نظامی منتخب، جهت تعیین غلظت THMs تولیدی به عنوان یکی از محصولات جانبی فرایند کلرزنی و ارزیابی ریسک ناشی از آن مورد مطالعه قرار گرفت.

تاثیر کلر آزادباقی مانده بر تشکیل THMs

محاسبه ضریب همبستگی بین تغییرات کلر آزادباقی مانده و غلظت THMs در مراکز مورد مطالعه این تحقیق نشان داد همبستگی مثبتی بین آن ها وجود دارد ولی معنی دار نیست. نتایج نشان می دهد، با افزایش یک متغیر (کلر آزاد باقی مانده)، متغیر دیگر (غلظت THMs) نیز افزایش می یابد ولی این افزایش معنی دار نیست. بدین سان فرضیه مطرح شده در این خصوص در این تحقیق تایید نمی شود. اما در تحقیق عندلیبی و همکاران سال 2012 بر روی آب شهر یزد، بین تغییرات کلر آزاد باقی مانده و تغییرات THMs همبستگی معنی داری گزارش شده است (3). همچنین خانم کوجلو و همکاران سال2020 طی مطالعه خود گزارش کردند متوسط غلظت کلر آزاد باقی مانده اندازه گیری شده در حد استاندارد بود و بین تغییرات کلر آزاد باقی مانده و THMs همبستگی معنی داری وجود دارد (23). این شرایط نشان می دهد با توجه به تاثیرات سوء بهداشتی THMs و تاثیرپذیری آن از غلظت کلر مورد استفاده در گندزدایی، لازم است فرآیند گندزدایی به عنوان یک بخش بسیار ضروری در تامین آب آشامیدنی با دقت بسیار بالا انجام شود تا انجام این فرآیند ضروری منجر به ایجاد آلاینده ثانویه خطرناک و افت کیفیت شیمیایی آب نشود.

تاثیر pH بر تشکیل THMs

نتایج این تحقیق نشان داد میانگین pH در آب های زیرزمینی و شهری مراکز مورد مطالعه به ترتیب 7/44 و7/30 و مطابق با استاندارد ملی است و هر چند همبستگی مثبتی بین مقادیر THMs و pH وجود دارد ولی رابطه معنی داری ندارند (r =0/109). اما احمد فحد و همکاران سال 2019 میزان در معرض قرار گیری با THMs و خطر سرطان زایی آن در آب لوله کشی شهر داکا بنگلادش را مطالعه و گزارش کردند بین دو پارامتر pH و THMs همبستگی مثبت (r =0/518) و رابطه معنی داری وجود دارد (24). همچنین در مطالعه ای که جاوید و همکاران سال1392 با عنوان مدل سازی تشکیل THMs بر اثر کلرزنی آب رودخانه انجام دادند گزارش کردند مقدار تولید THMs، رابطه مستقیمی با متغیرهای مرتبط با کیفیت آب و شرایط کلرزنی، شامل زمان تماس، دز کلر، pH، دما و غلظت یون بروماید دارد (8). Defang و همکاران سال 2015 در بررسی عوامل موثر بر تشکیل THMs در هنگام کلرزنی گزارش کردند کلرزنی در pH اسیدی سبب کاهش THMs و pH خنثی باعث تشکیل THMs و با افزایش pH از 7 به 10 غلظت THMs از761/60 به 1154.44 µg/lافزایش می یابد (25). همانطور که در نتایج سه مطالعه اخیر اشاره شد رابطه معنی داری

[Downloaded from military-health.ir on 2024-04-17]

بین pH و THMs وجود دارد و با افزایش pH غلظت THMsافزایش می یابد. عدم ارتباط معنی داری بین THMs و pH در مطالعه حاضر و وجود اختلاف با نتایج تحقیقات فوق علی رغم همبستگی مثبت این دو عامل می تواند ناشی از تعداد کم نمونه و محدود بودن طول مدت نمونه برداری در یک فصل خاص باشد.

تاثیر دمای آب بر تشکیل THMs

نتایج این تحقیق نشان داد میانگین دمای آب های زیرزمینی و شهری در مراکز مورد مطالعه به ترتیب 21/40 و 24/64 درجه سانتیگراد است و بین دمای آب و غلظت THMs یک همبستگی مثبت وجود دارد (r =0/063) یعنی با افزایش دمای آب غلظت THMs نیز افزایش می یابد ولی بین آن ها رابطه معنی داری مشاهده نشد. در مطالعه حاضر نمونه های آب فقط در فصل تابستان جمع آوری شدند، بنابر این اثرات تغییرات دمای آب در فصول مختلف بر تشکیل THMs ارزیابی نشد.

عندلیب و همکاران سال 2011 در مطالعه میزان و عوامل موثر در تولید THMs در آب یزد، مقادیر THMs موجود در آب شرب را در حد مطلوب و پایین تر از استاندارد مجاز و بین مقادیر THMs و کلر آزاد باقی مانده و دما همبستگی معنی داری گزارش کردند (3). Uyak و همکاران سال 2005 طی مطالعه خود گزارش کردند عامل دما (r =0/921) و pH (r =0.963) به عنوان پارامترهایی هستند که بیشترین تاثیر را بر تولید THMs دارند (26).

احمد فحد و همکاران سال2019 در بنگلادش طی مطالعه خود گزارش کردند بین دما و تشکیل THMs همبستگی منفی وجود دارد (r = -0/039) که نشان می دهد دما یک پارامتر تأثیرگذار بر تشکیل THMs در آب آشامیدنی در این مطالعه نیست. که دلیل بدست آمدن این نتیجه می تواند، جمع آوری نمونه ها در فصل تابستان و مشابهت بسیار دماها یا کمبود تعداد نمونه ها با یکدیگر دانست (24).

نادعلی و همکاران سال 2019 طی مطالعه خود گزارش کردند غلظت THMs در فصل تابستان بیشتر از زمستان است و طبق تجزیه و تحلیل های آماری، ارتباط مثبت معنی داری بین کلر آزاد باقی مانده و غلظت THMs (p>0.05 وr0=/86) وجود دارد. اما همبستگی بین pH و دما با غلظت THMs از نظر آماری معنی دار نیست. البته در این مطالعه گزارش کردند دمای بالاتر از30 درجه سانتی گراد ارتباط مذکور را معنی دار می کند، در حالی که بالاترین دمای اندازه گیری شده، در این مطالعه23 درجه سانتیگراد بوده است (27)، بنابراین ارتباط معنی دار نداشتن دما و THMs در مطالعه حاضر دور از انتظار نیست. در مجموع ارزیابی نتایج مطالعات مختلف و تفاوت این نتاج نشان می دهد شرایط خاص هر منطقه، زمان مطالعه، کیفیت آب و تغییرات پارامترهای اصلی موثر بر تولید THMs در آب های مختلف، می توانند علل اصلی این اختلاف ها باشند.

ارزیابی پتانسیل خطر THMs

نتایج این مطالعه نشان داد مقدار PTDI محاسبه شده بسیار پایین تر از مقادیر پیشنهادی سازمان جهانی بهداشت و سازمان حفاظت محیط زیست ایران برای آب شرب است و هیچ گونه خطری برای مصرف کنندگان ایجاد نخواهد کرد و تهدیدی متوجه سلامت مصرف کننده نیست و اثرات سوء بر سلامت مصرف کنندگان ندارد.

میزان THQ یا شاخص خطر سلامت برای THMs در مراکز منتخبی که دارای آب زیر زمینی و شهری 0/001 محاسبه شد و از آنجایی که THQ<1 می باشد، در نتیجه میزان مواجهه آلاینده مورد مطالعه کمتر از دوز مرجع آن می باشد و بر سلامت انسان آثار سوء ندارد.

مطالعات زیادی تا به حال ارزیابی ریسک حضور THMsرا در آب شرب مناطق مختلف بررسی کرده و آثار سوء ناشی از حضور این ترکیبات ناخواسته و محصولات جانبی ناشی از کلرزنی را که می تواند سلامت مصرف کنندگان را تهدید نماید گزارش کرده اند. در مطالعه آقای صادقی و همکاران سال 2019 بر روی آب شرب شهر اردبیل، نتایج متفاوتی حاصل شد. در این مطالعه خطر سرطان زایی در طول زندگی برای ساکنانی که از طریق بلع در معرض THMs قرار می گیرند 285 برابر بیشتر از حداقل یا سطح ناچیز تعیین شده توسط EPA گزارش شده است و برای تماس پوستی و استنشاق کمتر از حداقل یا ناچیز نسبت به مقادیر تعیین شده توسط EPA بود (28).

Stephen و همکاران سال 2018 طی مطالعه ای در خصوص ارزیابی خطر THMs و HAAs در ابتلا به سرطان در سیستم آب آشامیدنی اوهایو، بالاترین و پایین ترین میزان خطر سرطان ثبت شده، مربوط به سایت آکرون به ترتیب با مقدار سرطان 78/3 (374 درصد میانگین همه سایت ها) و 0009/0 (09/0 درصد از میانگین مقادیر همه موارد) بود (29).

آقای یاسین صالح و همکاران سال 2016 در مطالعه ای که در شهر بغداد انجام دادند به ارزیابی خطر سرطان زایی ترکیبات THMs در افرادی که به صورت خوراکی، استنشاقی و جذب پوستی با این ترکیات در تماس بودند، پرداختند. در این مطالعه که برا ساس مدل ارزیابی ریسک USEPA انجام شده شاخص خطر ترکیبات CF (بین 0/013 تا 0/058)، BDCM (بین 0/013 تا 0/031) و DBCM (بین 0/015 تا 0/041) و بالاتر از رهنمود سازمان بهداشت جهانی و خطر سرطان زایی در طول عمر افراد مورد مطالعه برای چهار ترکیب THMs (CF، DBCM،BDCM و BF) به ترتیب برابر با $1/06\times10^{-4}$، $0/87\times10^{-4}$، $1/10\times10^{-4}$ و $1/5\times10^{-4}$ گزارش شده است (30).

[Downloaded from military-health.ir on 2024-04-17]

گر چه در مطالعه حاضر محاسبه شاخص پتانسیل خطر THMs در آب شرب مصرفی مراکز منتخب، نشان می دهد خطر و تهدیدی متوجه سلامت مصرف کننده نیست اما وجود مطالعات متعدد از قبیل مطالعات فوق نشان دهنده ضرورت توجه به کنترل دائم این ترکیبات در منابع آب شرب گندزدایی شده توسط کلر و مشتقات آن می باشد.

نتیجه‌گیری

شرایط محیطی و کیفیت هر آبی در چنین مطالعاتی خاص آن آب است و این شرایط سبب اختلاف نتایج مطالعات مختلف شده است. در این مطالعه غلظت THMs در تمام نمونه ها کمتر از حد مجاز استاندارد ایران و رهنمودهای سازمان بهداشت جهانی بود. علی رغم این که بین میانگین غلظت THMs با مقدار کلر آزاد باقی مانده، دما و pH همبستگی مثبت وجود دارد اما این متغیرها فاقد تاثیر معنی دار بر تولید THMs هستند. با توجه به برآورد مقادیر شاخص های خطر نیز مشخص شد که غلظت THMs موجود در آب شرب مراکز مورد مطالعه، خطر و آثار سوء برای سلامت مصرف کننده ندارند.

تشکر و قدردانی: بدین وسیله از معاونت محترم پژوهش و تحقیقات و فناوری و کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج) برای همکاری و تصویب و مساعدت مالی تشکر و قدردانی به عمل می آید.

نقش نویسندگان: این مقاله مستخرج از پایان نامه دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط می باشد. نویسندگان در ارائه ایده و طرح اولیه، جستجوی منابع و بررسی مقالات، نگارش اولیه مقاله یا بازنگری آن سهیم بوده و با تایید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می پذیرند.

تضاد منافع: نویسندگان تصریح می کنند که هیچگونه تضاد منافعی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

منابع

1. Benson, N. U, Akintokun, O. A, Adedapo, A. E. Disinfection Byproducts in Drinking Water and Evaluation of Potential Health Risks of Long-Term Exposure in Nigeria. Journal of Environmental and Public Health, 2017,1–10.

2. Cong Li, FengLuo, Feilong Dong, Jingguo Zhao, Tuqiao Zhang, GuilinHe, et al. Chlorine decay and trihalomethane formation following ferrate (VI) preoxidation and chlorination of drinking water. Chemosphere.2017; 187:413-420.

3. Andalib A.H, Ganjidoust H, Ayati B, Khodadadi A. Investigation of Amount and Effective Factors on Trihalomethane Production in Potable Water of Yazd. Iran J Health & Environ.2011; 4(2): 137-148.

4. Mohammadian Fazli M, Mehrasbi MR, Azari Z, Nasiri J. Evaluation of Trihalomethanes (THMs) Concentration in Drinking Water of Zanjan in 2013. Journal of Jiroft University of Medical Sciences 2014; 1(2): 85-93.

5. Babaei AA, Atari L, Ahmadi M, Alavi N, Ahmadi Angali K. Determination of trihalomethanes concentration in Ahvaz water distribution network in 2011.Jentashapir 2012;3(4):469-478.

6. Yu-qin Mao, Xiao-mao Wang, Xian-fen Guo, Hong-wei Yang, Yuefeng F.Xie. Characterization of haloacetaldehyde and trihalomethane formation potentials during drinking water treatment.Chemosphere.2016; 159: 378-384.

7. Amjad H, Hashmi I, Rehman M, Ali Awan M, Ghaffar S, Khan Z. Cancer and non-cancer risk assessment of trihalomethanes in urban drinking water supplies of Pakistan. Ecotoxicology and Environmental Safety. 2013; 91, 25–31.

8. Javid AB, Roodbari AA, Nazemi A. Modeling Trihalomethane (THM) Formation due to River Water. Journal of Water and Waste Water.2014; 26(3): 72-80.

9. USEPA, (1990) Risk Assessment, Management and Communication of Drinking Water Contaminants, Seminar United States Environmental Protection Agency Publication EPA/625/4-89/024 of June 1990 from the office of Research and Development, Washington, D.C. US EPA.

11. Zhang, Y, Zhang N, Niu Z. Health risk assessment of trihalomethanes

[Downloaded from military-health.ir on 2024-04-17]

mixtures from daily water-related activities via multi-pathway exposure based on PBPK model. Ecotoxicology and Environmental Safety.2018; 163: 427–435.

12. Legay C, Rodriguez M, Sérodes J, Levallois P. Estimation of chlorination by-products presence in drinking water in epidemiological studies on adverse reproductive outcomes. Science of the Total Environment. 2010 ; 408 (3): 456-472.

13. Uyak V. Multi-pathway risk assessment of trihalomethanes exposure in Istanbul drinking water supplies. Environment International. 2006; 32(1): 12–21.

14. USEPA, Summaries of new health effects data, Office of Science and Technology, Office of Water 1997.

15. International Programed on Chemical Safety (IPCS), 2000. Disinfectants and Disinfectant By-products. Environmental Health Criteria 216. World Health Organization, Geneva. Available. http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc216.htm. Accessed 04 December 2015.

16. Industrial research and standard institute of Iran. Physical and chemical quality of drinking water. Fifth edition. No 1053, Tehran, 2009.

17. MaD, Gao B, Wang Y, Yue Q, Li Q. Factors affecting trihalomethane formation and speciation during chlorination of reclaimed water. Water Science and Technology. 2015; 72 (4); 616–622.

18. Masoumbeigi H, Karimi Zarchi A A. Survey of disinfection of drinking water in military centers. J MIL MED. 2004; 6 (3), 159-165.

19. Naghipour D, Amouei A, Dadashi M, Zazouli M A.Heavy metal content in black tea and their infusions in north of iran and estimation of possible consumer health risk. Journal Mazandaran Univ Med Sci. 2016; 26(143): 211-223.

20. Han BC, Jeng WL, Chen RY, Fang GT, Hung TC, Tseng RJ. Estimation of target hazard quotients and potential health risks for metals by consumption of seafood in taiwan. Archives of environmental contamination and toxicology. 1998; 35:711–720.

21. Fazlzadeh Davil M, Mahvi A H, Mazloomi S, Nabizadeh R, Younesian M, Nazmara S. Concentration of Trihalomethanes in Tehran Drinking Water. j.health. 2011; 2 (2):45-52.

22. Iro Evlampidou, Laia Font Ribera, et al. Trihalomethanes in Drinking Water and Bladder Cancer Burden in the European Union. Environ Health Perspect. 2020; 128(1): 017001.

23. Alidadi H, Sadeghi A, Asadi B. Survey of trihalomethane concentration (THMs) with chloroform index in Mashhad drinking water city in 2012. Jnkums.2015; 7(2):329.

24. Kujlu R, Mahdavianpour M, Ghanbari F. Multi-route human health risk assessment from trihalomethanes in drinking and non-drinking water in Abadan, Iran . Environ Sci Pollut Res. 2020; 27: 42621–42630.

25. Ahmed F, Khan T A, Fakhruddin A N M, Rahman M M, Mazumdar R M, Ahmed S, Abdullah A T M. Estimation and exposure concentration of trihalomethanes (THMs) and its human carcinogenic risk in supplied pipeline; water of Dhaka City, Bangladesh. Environmental Science and Pollution Research. 2019; 26(16), 16316–16330.

26. Defang Ma, Baoyu Gao, Yan Wang, Qinyan Yue, Qian Li. Factors affecting trihalomethane formation and speciation during chlorination of reclaimed water. Water Sci Technol. 2015; 72 (4): 616–622 .

27. Uyak V, Toroz I, Meric S. Monitoring and modeling of trihalomethanes (THMs) for a water treatment plant in Istanbul. Desalination. 2005; 176(1-3): 91-101 .

28. Nadali A, Rahmani A, Asgari G, Leili M, Norouzi HA, Naghibi A. The Assessment of Trihalomethanes Concentrations in Drinking Water of Hamadanand Tuyserkan Cities, Western Iran and Its Health Risk on

[Downloaded from military-health.ir on 2024-04-17]

the Exposed Population. J Res Health Sci. 2019; 19(1): e00441.

29. Sadeghi H, Nasseri S, Yunesian M, Mahvi A H, Nabizadeh R, Alimohammadi M. Trihalomethanes in urban drinking water: measuring exposures and assessing carcinogenic risk. Journal of Environmental Health Science and Engineering 2012.

30. Stephen S. An Assessment of Trihalomethanes and Haloacetic Acids on the Cancer Exposure Risk of Ohio Drinking Water Systems. Honors Research Projects 2018; 738.

31. Salih Noor N A. Al-Azzawi M. Human Health Risk Assessment of Trihalomethane through Multi-Pathway Exposure from Drinking Water of Baghdad, Iraq. Journal of International Environmental Application & Science.2016; 11: 294-302.

[Downloaded from military-health.ir on 2024-04-17]