Archive of SID

مجله دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
سال دوازدهم، پیوست شماره ۱، بهار ۱۳۸۳ ص:۳

کاربرد ستون آکنده زدایش با هوا در حذف ترکیبات تری‌هالومتان (THMs) از آب آشامیدنی

دکتر سیمین ناصری [۱]، مهندس محمد تقی صمدی [۲]

چکیده

مقدمه :تشدید آلودگی در دهه های اخیر و افزایش ورود فاضلابهای شهری، صنعتی و کشاورزی باعث افزایش غلظت آلاینده‌های آلی آب گردیده است. با توجه به استفاده از منابع آب سطحی به عنوان عمده‌ترین منبع آب آشامیدنی در کشور، کاربرد سیستم‌های کلرزنی اصلی‌ترین و متداول ترین تکنیک گندزدایی آب، احتمال تولید محصولات جانبی ناشی از گندزدایی(DBPs) در آب تصفیه شده را افزایش می‌دهد. تری هالومتان‌ها (THMs) از اصلی‌ترین گروه تشکیل دهنده‌ی محصولات جانبی ناشی از گندزدایی محسوب می‌گردد. مهمترین اثرات بهداشتی این ترکیبات قابلیت سرطان زایی آنها می‌باشد. سیستم‌های زدایش با هوا، جذب سطحی با GAC و سیستم‌های غشایی می‌تواند به عنوان روشهای حذف این ترکیبات مطرح شوند.

روش بررسی : در این تحقیق از ستون آکنده زدایش با هوا جهت بررسی حذف کلروفرم به عنوان شاخص ترکیبات THMs استفاده گردید و تأثیر تغییرات دبی جریان آب ورودی، تغییرات غلظت کلروفرم و تغییرات غلظت TDS بر کارآیی سیستم و همچنین تأثیر سیستم مذکور به غلظت کلر باقیمانده آب بررسی شد. همچنین کارآیی حذف کلروفرم در آب دیونیزه و آب شهر مورد مطالعه قرار گرفت.اندازه‌گیری غلظت کلروفرم در نمونه‌ها با استفاده از دستگاه GC مجهز به دتکتور EC انجام گردید اطلاعات بدست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS و روش آماری غیر پارامتری Kruskal-Wallis مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته ها :نتایج بدست آمده نشان داد که با استفاده از ستون آکنده زدایش با هوا می‌توان با دبی جریان ورودی ۱ لیتر در دقیقه و غلظت اولیه کلروفرم معادل ۵۰ میکروگرم در لیتر به کارآیی حذف بیش از ۹۷٪ دست یافت. همچنین مشخص گردید که میان دبی جریان آب ورودی و غلظت کلروفرم با کارآیی حذف آن رابطه آماری معنی‌داری وجود دارد، ولی بین غلظت TDS موجود در آب باکارآئی حذف کلروفرم رابطه ی آماری معنی داری مشاهده نگردید.

نتیجه گیری : همچنین نتایج بدست آمده نشان می دهد که سیستم زدایش با هوا می‌تواند کلر باقیمانده آب ورودی تا غلظت ۰/۸ ppm را به صورت ۱۰۰٪ حذف نماید.

واژه های کلیدی: محصولات جانبی گندزدایی (DBPs) ،تری هالومتان ،روشهای حذف ، زدایش با هوا

مقدمه

باتوجه به تشدید آلودگی منابع آب اعم از آب رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و سدها در طی دهه‌های اخیر که بیشتر از طریق افزایش ورود فاضلابهای خانگی، صنعتی و کشاورزی رخ داده است، غلظت آلاینده‌های آب نیز که اکثراً پایه آلی دارند به نحو نگران کننده‌ای در حال افزایش می‌باشد [(۱)].

از سوی دیگر، به لحاظ توجه فزاینده به مهار آبهای سطحی در چند سال گذشته و احداث سدهای متعدد در سطح کشور و پیش‌بینی ادامه این روند در طی برنامه پنجساله سوم توسعه اقتصادی و اجتماعی به نظر می‌رسد که در سالهای آتی نیز عمده‌ترین منبع آب آشامیدنی مورد مصرف مردم، منابع آب سطحی و بخصوص آب ذخیره شده در دریاچه های پشت سدها

۱-دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران
۲-دانشجوی دوره Ph.D دانشگاه تربیت مدرس ،مربی گروه بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی همدان

www.SID.ir

Archive of SID

باشد.در فرآیند تصفیه ی آب، کلرزنی به لحاظ دارا بودن محاسن مختلف، به عنوان اصلی‌ترین و متداول ترین تکنیک گندزدایی آبهای آشامیدنی در جهان و کشور ما محسوب می گردد[۲،۳].

مطالعات انجام یافته بر روی آبهایی که به وسیله ترکیبات کلر گندزدایی گردیده‌اند مشخص ساخته که در اثر واکنش این مواد با ترکیبات آلی طبیعی و سنتتیک موجود در آب، گروهی از ترکیبات آلی کلره به وجود می‌آیند که تحت عنوان محصولات جانبی ناشی از گندزدایی DBPs (Disinfection By-Products) معروف گردیده‌اند. عمده‌ترین گروه ترکیبات تشکیل دهنده DBPs، ترکیبات آلی کلره موسوم به تری هالومتان‌ها THMs (Trihalomethanes) می‌باشند[٤،٥].

مهمترین اثرات بهداشتی این ترکیبات قابلیت ایجاد سرطان در انسان و حیوانات می‌باشد[٦،٧].

همچنین رابطه بین خطر ابتلای به سرطان کولون و مثانه و نیز اثر بر دستگاه تنفسی با مصرف آبهای کلرینه شده و زایمان‌های جنین مرده توسط برخی محققین گزارش گردیده است[٨].

سازمان جهانی بهداشت نیز گزارشات متعددی در خصوص مواد بروز بیماری و عوارض مختلف مرتبط با تری هالومتان‌ها (بخصوص کلروفرم که حدود ۷۰ تا ۸۰٪ از این ترکیبات را به خود اختصاص می‌دهد)، منتشر ساخته است[٩].

مطالعاتی نیز بر روی غلظت ترکیبات تری هالومتان در آب آشامیدنی شهر تهران انجام یافته و مشخص گردیده که در ۲۵٪ از نمونه‌های اخذ شده غلظت این ترکیبات بیش از حد مجاز بوده است[۱۰]. مطالعه دیگری که در همین ارتباط بر روی منابع آب آشامیدنی شهرهای دیگر کشور انجام یافته، غلظت این گروه از آلاینده‌ها در آب شهرهایی مانند اهواز، اصفهان و بندرعباس را در بعضی ماههای سال بیش ازحد مجاز (۱۰۰ میکروگرم در لیتر) گزارش نموده است[۱۱].

از روشهای معمول حذف‌تری هالومتان‌ها می‌توان به استفاده از سیستم زدایش با هوا با استفاده از ستون‌های آکنده-Packed Column و فرآیند جذب سطحی توسط کربن فعال دانه‌ای (GAC) اشاره نمود. از میان روش‌های نوین حذف ترکیبات مذکور از آب آشامیدنی نیز می‌توان به سیستم‌های غشایی اشاره نمود. هر یک از این روشها محاسن و معایب خاص خود را دارا می‌باشند[۲،٦،۱۲].

در این تحقیق، سیستم زدایش با هوا برای حذف کلروفرم به عنوان شاخص ترکیبات تری هالومتان مورد استفاده قرار گرفت و رابطه تغییرات رفتار سیستم با تغییر عوامل مؤثر بررسی گردید کاربرد ستون کربن فعال دانه‌ای و سیستم غشایی و مقایسه نتایج بدست آمده از روشهای مختلف نیز در مراحل بعدی پژوهش مدنظر می‌باشد.

در ستون‌های آکنده زدایش با هوا، هدف اصلی تماس دادن مقادیر جزیی از آلاینده‌های آلی آب با حجم قابل توجهی از هوای عاری از آلودگی می‌باشد[٦]. آب از بالای ستون به صورت جریان رو به پایین Down Flow بر روی مواد پر کنندهٔ ستون اسپری شده و هوا از پایین بر خلاف جهت حرکت جریان آب دمیده می‌شود (جریان متقابل) Counter Corrent . ماده پرکننده از جنس مواد سبک مانند پلاستیک با فضای خالی نسبتاً زیاد انتخاب می‌گردد به نحوی که امکان حرکت آب و هوا از لابه‌لای آنها فراهم شود، ولی نباید اجازه داد که سرعت جریان آب و هوای ورودی افزایش یابد زیرا زمان تماس بین آنها کاهش یافته و عمل زدایش به خوبی و با کارآیی بالا انجام نخواهد یافت[٦].

در اثر تماس آب با سطوح ماده پر کننده، سطح وسیعی از آب در مواجهه با جریان هوا قرار گرفته و بدین ترتیب انتقال جرم اتفاق می‌افتد. تری هالومتان‌ها که در زمره مواد شیمیایی فرار VOCs (Volatile-Organic Chemicals) می‌باشند، در اثر تعادل بین فاز گاز و مایع آزادانه حرکت می‌کنند. معادله مربوط به این انتقال از قانون هنری Henry's Law تبعیت می‌نماید. برای داشتن سیستم زدایش با هوای کارآمد، لازم است تعادل بین فاز گاز و مایع به طور مداوم از طریق تخلیه هوا از بالا و ورودی هوای تمیز از پایین مرتباً به هم زده شود تا کارآیی حذف همچنان در حد قابل قبولی باقی بماند. به این ترتیب آب خروجی تصفیه شده از پایین ستون دارای غلظت بسیار اندکی از VOCs و ترکیبات THMs خواهد بود. مسلم است که هرچه مقدار ثابت

www.SID.ir

Archive of SID

قانون «هنری» برای ماده‌ای بالاتر باشد، کارآیی زدایش نیز بیشتر خواهد بود [۶]. همچنین اگر فشار هوای مورد استفاده بالا باشد، حجم کمتری از ماده پر کننده مورد نیاز خواهد بود و هزینه‌های اولیه ستون زدایش با هوا کاهش خواهد یافت، ولی در عوض هزینه‌های بهره‌برداری و مصرف انرژی افزایش چشمگیری خواهد داشت. معمولاً در این سیستم دبی هوای ورودی حدود ۲۰ برابر دبی جریان آب ورودی در نظر گرفته می‌شود و با طراحی و ساخت صحیح ستون و راهبری علمی و دقیق، می‌توان به کارآیی حذف بیش از ۸۵٪دست یافت که البته به نوع ماده مورد نظر و مشخصات فیزیکی و شیمیایی آن نیز بستگی خواهد داشت. [۱،۶].

روش بررسی

در این تحقیق ابتدا با استفاده از معادلات و روابط مربوط به محاسبه ی عمق و سطح مورد نیاز جهت حذف ترکیبات تری هالومتان (کلروفرم) به عنوان شاخص این ترکیبات با ثابت «هنری» معادل ۳۸۲/۰۲Pa m^3/mol، ابعاد ستون تعیین گردید. بر این اساس عمق ۹۰ سانتی‌متر و قطر ۲۵ سانتی‌متر برای ستون آکنده زدایش با هوا در نظر گرفته شد. عمق مذکور با استفاده از قطعات پلاستیکی با اندازه تقریبی ۱/۵ سانتی‌متر به شکل نیم دایره و ضخامت کمتر از ۰/۵ میلی‌متر پر گردید. برای افزایش سطح تماس قطعات پلاستیکی فوق الذکر، از نوع ناصاف و شیاردار انتخاب شد.

سطح تماس کل محاسبه شده برای این سیستم معادل ۱/۷ متر مربع بوده است. به منظور تأمین هوای مورد نیاز از یک دستگاه پمپ SIBATA مدل 200RC-20SC5 ساخت شرکت هیتاچی ژاپن به همراه فلومتر SIBATA (که قبلاً نسبت به کالیبره کردن آن اقدام گردیده بود) استفاده شد. پمپاژ آب حاوی ترکیبات تری هالومتان به ستون آکنده نیز با استفاده از مخزن و یک دستگاه پمپ Lowara ایتالیایی مدل PM16/A با دبی ۱۰ تا ۳۷ لیتر در دقیقه انجام گردید. برای رسیدن به دبی‌های کمتر از ۱۰ لیتر در دقیقه که در این تحقیق مورد نظر بوده است، سیستم کنارگذر (By-Pass) به همراه اتصالات و شیرآلات مربوطه بکار گرفته شد.

کلیه آزمایشات مورد نیاز در این تحقیق با استفاده از روشهای آنالیز ارایه شده در کتاب Standard Methods for the Examination of Water &Wastewater 1995 انجام یافته است.

برای اندازه‌گیری PH و هدایت الکتریکی از دستگاه PH متر الکترودی مدل 420A شرکت ORION استفاده شد. کلر باقیمانده نیز با روش یدومتری وینکلر تعیین مقدار گردید.

تعیین مقدار ترکیبات تری هالومتان (کلروفرم) با استفاده از روش استاندارد گاز کروماتوگرافی با دتکتور ربایش الکترون EC (Electron Capture) انجام گردید. دستگاه مورد استفاده مدل GC-17 A ساخت کارخانه Shimadzu ژاپن با Ni63 و از نوع Packed Capillary Column بوده و ژنراتور هیدروژن آن نیز از مدل OPGU- 2200s ساخت کارخانه Shimadzu بوده است. ستون موئین آکنده دستگاه GC با طول ۴۰ متر و قطر ۰/۳۲ میلی‌متر با ماده پرکننده DB-5 انتخاب گردید. در این پژوهش به منظور مطالعه تأثیر متغیرهای مختلف (دبی جریان، جریان هوای ورودی، غلظت کلروفرم، اثر غلظت کلر باقیمانده و مقایسه حذف کلروفرم در آب شهر و آب دیونیزه)، مراحل کاری زیر طراحی و انجام گردید:

۱-بررسی اثر تغییرات دبی جریان آب ورودی به سیستم، بر کارآیی حذف کلروفرم:

برای بررسی اثر متغیر مذکور، جریان هوای ورودی به سیستم در ۴۰ لیتر در دقیقه، دمای آب ورودی در 17^{oc} (دمای آب به طور معمول در محیط آزمایشگاه در حد 17^{oc} بوده است) و غلظت کلروفرم نیز در حدود ۱۰۰ میکروگرم در لیتر ثابت نگه داشته شد و جریان ورودی با دبی‌های ۰/۵، ۱، ۱/۵،۲،۲/۵ و ۳ لیتر در دقیقه وارد سیستم گردیده و کارآیی حذف مورد محاسبه قرار گرفت.

۲-بررسی اثرات تغییرات غلظت کلروفرم بر کارآیی حذف آن در سیستم زدایش با هوا:

در این حالت، دبی آب ورودی در حد۱ لیتر در دقیقه ثابت نگه داشته شد و غلظت ورودی کلروفرم با مقادیر ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ میکروگرم در لیتر تنظیم و وارد سیستم گردید و کارآیی حذف مورد مطالعه قرار گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

۳-بررسی اثر تغییر غلظت TDS بر کارآیی حذف کلروفرم:

برای بررسی اثر این پارامتر دبی جریان آب ورودی در حد ۱ لیتر در دقیقه، جریان هوای ورودی ٤٠ لیتر بر دقیقه، دمای آب ورودی ۱۷ ^{oc} و غلظت کلروفرم در حد ۱۰۰ میکروگرم بر لیتر ثابت نگه داشته شد. TDS آب ورودی حاوی کلروفرم با استفاده از کربنات کلسیم به ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰ میلی‌لیتر تغییر داده شد و کارآیی حذف کلروفرم مورد بررسی قرار گرفت.

٤-بررسی اثر ستون زدایش با هوا بر حذف کلر باقیمانده:

در این بررسی نیز دبی آب ورودی درحد ۱ لیتر در دقیقه، دمای آب ۱۷ ^{oc} و جریان هوای ورودی ٤٠ لیتر در دقیقه، ثابت نگه داشته شد و کلر باقیمانده آب ورودی با استفاده از قرص‌های کلر ۱ میلی‌گرم به غلظت ۰/۱، ۰/۲، ۰/۵، ۰/۸، ۱، ۱/۲، ۱/۵، ۲، ۲/۵ و ۳ ppm رسید و غلظت کلر باقیمانده خروجی نیز مورد آزمایش قرار گرفته و در نهایت کارآیی حذف کلر باقیمانده در سیستم محاسبه گردید.

لازم به ذکر است که کلیه آزمایشات فوق با استفاده از آب دیونیزه انجام یافته است.

۵- بررسی نحوه حذف ترکیبات تری هالومتان از آب شهر با استفاده از سیستم زدایش با هوا:

در این بررسی دبی جریان آب ورودی ۱ لیتر در دقیقه، جریان هوای ورودی ٤٠ لیتر در دقیقه و دمای آب نیز در ۱۷ ^{oc} ثابت نگه داشته شد و عوامل مختلف آب شهر مانند PH,TDS,TS و کلر باقیمانده، دما، هدایت الکتریکی و غلظت THMs نیز مورد اندازه‌گیری اولیه قرار گرفت. پس از عبور آب شهر از ستون زدایش با هوا، پارامترهای فوق‌الذکر مجدداً در آب خروجی از سیستم مورد اندازه‌گیری قرار گرفته و میانگین کارآیی حذف هر کدام مشخص گردید. برای اطمینان بیشتر هر یک از آزمایشات فوق‌الذکر، ۳ مرتبه تکرار شده و میانگین اعداد به دست آمده در جداول نتایج درج گردیده است.

نتایج

جدول (۱) اثر تغییرات دبی جریان آب ورودی به سیستم Air Strioping را نشان داده و جدول(۲)اثر غلظتهای مختلف کلروفرم برکارآیی حذف آن درسیستم مذکوراست .

جدول (۳) اثر تغییرات غلظت TDS برکارآیی حذف کلروفرم وجدول (٤) اثرستون Air Stripping برحذف کلرباقیماندهٔ آب و جدول (۵) نتایج حاصل ازعبورآب شهراز سیستم فوق‌الذکر را نشان می‌دهد.

جدول ۱: اثر تغییرات دبی جریان آب ورودی به سیستم (AS) با جریان هوای ورودی ٤٠ لیتر در دقیقه و دمای آب ۱۷ ^{oc}

دبی آب ورودی (لیتر در دقیقه)	غلظت اولیه کلروفرم (میکروگرم در لیتر)	غلظت‌خروجی کلروفرم (میکروگرم در لیتر)	کارآیی حذف (درصد)	انحراف معیار
۰/۵	۱۰۱/۲۵	۲/۸٤	۹۷/۲	۰/۳۱
۱	۱۰۰/۹۷	۳/۳۳	۹٦/۷	۰/۷٤
۱/۵	۱۰۲/٤۳	۱۱/٤۷	۸۸/۸	۰/۲۵
۲	۹۹/٦۱	۱۲/۵۵	۸۷/٤	۰/۹۷
۲/۵	۱۰۰/۵٦	۱۵/٤۸	۸٤/٦	۰/٤۲
۳	۱۰۱/۳۸	۱۷/۰۳	۸۳/۲	۰/۱۲

P.value<0.0002

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲: اثر غلظتهای مختلف کلروفرم بر راندمان حذف آن در سیستم (AS) با دبی آب ورودی ۱ لیتر در دقیقه، دمای ^{oc} ۱۷ و جریان هوای ورودی ٤۰ لیتر در دقیقه

غلظت ورودی کلروفرم (میکرو گرم در لیتر)	غلظت خروجی کلروفرم (میکروگرم در لیتر)	کارآیی (درصد)	انحراف معیار
۵۰/۸۱	۱/۲۲	۹۷/٦۰	۰/۹۵
۱۰۰/۵۸	٤/۲۳	۹۵/۸۰	۱/۲٤
۱۵۱/۲۲	۷/۲٦	۹۵/۲۰	۰/۷۱
۲۰۰/٦۵	۱۵/۱۸	۹۲/۵۰	۰/۲۹
۲۵۰/٤۸	۳۳/۰٦	۸٦/۸۰	۰/٦٤
۳۰۱/۱۵	۵۳/۳۰	۸۲/۳۰	۰/۹۲

P.value <0.0002

جدول ۳: اثر تغییرات غلظت TDS برراندمان حذف کلروفرم در سیستم (AS) با دبی جریان آب ورودی ۱ لیتر در دقیقه، جریان هوای ورودی ٤۰ لیتر در دقیقه، دمای آب ^{oc} ۱۷

TDS (میلی‌گرم در لیتر)	غلظت اولیه کلروفرم (میکروگرم در لیتر)	غلظت‌خروجی کلروفرم (میکروگرم در لیتر)	کارآیی حذف (درصد)	انحراف معیار
۲۵۰	۱۰۰/۳۸	٤/۲۲	۹۵/۸	۰/۸۷
۵۰۰	۱۰۰/۵۲	۲/۸۱	۹۷/۲	۰/۸۲
۷۵۰	۱۰۱/۲۲	۵/۵٦	۹٤/۵	۰/٤٦
۱۰۰۰	۱۰۱/۷۸	٤/٤۸	۹۵/٦	۰/۹۸

P.value =0.7007

جدول ٤: اثر ستون (AS) بر حذف کلر باقیمانده آب با دبی جریان آب ورودی ۱ لیتر در دقیقه، دمای آب ورودی ^{oc} ۱۷ جریان هوای ورودی ٤۰ لیتر در دقیقه

غلظت اولیه کلر باقیمانده (ppm)	غلظت خروجی کلرباقیمانده (ppm)	درصد حذف	انحراف معیار
۰/۱	صفر	۱۰۰	۰
۰/۲	صفر	۱۰۰	۰/۰۲
۰/۵	صفر	۱۰۰	۰
۰/۸	۰/۱	۸۷/۵	۰/۸۲
۱	۰/۱۷	۸۳	۰/۵۵
۱/۲	۰/۱۸	۸۵	۰/۹۰
۱/۵	۰/۲۵	۸۳/۳	۰/۳٤
۲	۰/٤۳	۷۸/۵	۱/۱۷
۲/۵	۰/٦۱	۷۵/٦	۰/۱۱
۳	۰/۷٤	۷۵/۳۳	۰/۰۸

P.value<0.0002

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵: نتایج حاصل از عبور آب شهر از سیستم (AS) با دبی جریان آب ورودی ۱ لیتر در دقیقه، جریان هوای ورودی ۴۰ لیتر در دقیقه و دمای آب ^{oc} ۱۷

متغیر	میانگین در آب ورودی	میانگین درآب خروجی	میانگین کارآیی حذف (٪)	انحراف معیار
PH	۷/۸۵	۸/۶۰	-	۰/۱۶
(mg/l) TDS	۲۲۱	۲۱۷	۱/۸	۰/۲۳
(mg/l) TS	۳۴۱	۳۲۲	۵/۵۸	۰/۱۲
کلرباقیمانده(ppm)	۰/۲	۰	۱۰۰	۰
دما (^{o}C)	۱۷	۱۶	-	۰/۲۰
هدایت‌الکتریکی µs	۳۱۵	۳۰۴	۳/۴۹	۰/۵۶
غلظت کلروفرم (µg/l)	۵۷	۵/۱۰	۹۱/۲	۰/۸۵

بحث

با توجه به تعداد و نوع نمونه‌های مورد آزمایش در این تحقیق، کلیه نتایج بدست آمده با استفاده از روش آماری غیر پارامتری Kruskal-Wallis مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت که اطلاعات بدست آمده به شرح زیر می‌باشد:

الف) بین غلظت کلروفرم ورودی و کارآیی حذف آن رابطه آماری معنی‌داری وجود دارد ($p <$ ۰/۰۰۰۲). به عبارت دیگر با افزایش دبی آب ورودی، کارآیی حذف کلروفرم دچار تغییر می‌گردد. ولی تغییر کارآیی برای دبی ۰/۵ و ۱ لیتر در دقیقه بسیار اندک (در حد ۰/۵٪) می‌باشد. با توجه به نتایج بدست آمده از تغییر دبی بین ۰/۵ تا ۳ لیتر در دقیقه به نظر می‌رسد که در صورت افزایش دبی جریان ورودی به مقادیر بالاتر (مثلاً ۲۰ لیتر در دقیقه) کارآیی حذف نیز به نحو قابل توجهی دچار کاهش گردد.

ب) بین غلظت کلروفرم ورودی و کارآیی حذف آن رابطه آماری معنی‌داری وجود دارد ($p <$ ۰/۰۰۰۲) یعنی با افزایش غلظت، کارآیی حذف آن دچار کاهش می‌شود. البته باید توجه داشت که کاهش کارآیی حذف در محدوده غلظت ۵۰ تا ۳۰۰ میکروگرم در لیتر دامنه بسیار وسیعی نداشته و حدود ۱۵٪ می‌باشد. محدوده غلظت در نظر گرفته شده، محدوده‌ای است که می‌تواند اکثریت منابع آب آشامیدنی را تحت پوشش قرار دهد، به عبارت دیگر کمتر آبی می‌توان یافت که غلظت ترکیبات تری هالومتان در آن بیشتر از ۳۰۰ میکروگرم بر لیتر باشد.

ج) بین غلظت TDS موجود در آب و کارآیی حذف کلروفرم رابطه آماری معنی‌داری مشاهده نمی‌شود ($p>$۰/۷۰۰۷). به عبارت دیگر در سیستم زدایش با هوا، غلظت TDS آب نمی‌تواند موجب تغییرات قابل توجهی در کارآیی حذف ترکیبات تری هالومتان گردد. به این ترتیب در صورت مهیا بودن سایر شرایط، می‌توان در مناطقی که TDS آب بالا بوده و غلظت THMs نیز بیش از حد مجاز باشد، از این سیستم جهت زدایش استفاده نمود.

د) اثر ستون زدایش با هوا بر حذف کلر باقیمانده آب معنی‌دار می‌باشد ($p<$ ۰/۰۰۰۲). البته اثر ستون بر حذف کلر باقیمانده با غلظتهای ppm ۰/۱ تا ۰/۵ یکسان بوده و در غلظتهای بالاتر تأثیر ستون زدایش با هوا محسوس‌تر می‌گردد به نحوی که باppm ۰/۸ کلر باقیمانده، تنهاppm ۰/۱ و باppm ۳ کلر باقیمانده ورودی،ppm ۰/۷۴ کلر باقیمانده در آب خروجی وجود داشته است. با توجه به اینکه غلظت کلر باقیمانده در آبهای آشامیدنی بین ۰/۲ تا ppm۰/۴ پیشنهاد گردیده است لذا در صورت استفاده از این سیستم جهت زدایش ترکیبات تری هالومتان، غلظت کلر باقیمانده به صفر خواهد رسید و لازم است پس از کاربرد این سیستم، کلر زنی مجدد(Re- Chlorination) انجام گیرد تا در نقطه مصرف این غلظت در حد ppm ۰/۴-۰/۲ باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

ها) علی رغم اختلاف عددی در نتایج بدست آمده از عبور آب دیونیزه حاوی کلروفرم و آب شهر از ستون Air Stripping اختلاف آماری معنی‌داری بین آنها مشاهده نمی‌گردد.

نتیجه گیری

در مجموع می‌توان گفت که آب شهر، با وجود داشتن برخی ترکیبات که در آب یونیزه موجود نمی‌باشد، تفاوت معنی‌داری با زدایش ماده مذکور از آب دیونیزه ندارد و این ترکیبات نمی‌توانند اثرمداخله گرانه قابل توجهی از خود نشان دهند و بیشترین کارآیی حذف با دبی ۱ لیتر در دقیقه (کارآیی حذف برای ۰/۵ و ۱ لیتر در دقیقه تفاوت چندانی نداشته است) و غلظت ورودی ۵۰ میکروگرم در لیتر و جریان هوای ٤٠ لیتر در دقیقه حاصل گردیده است.

References

1- AWWA. ***"Water treatment plant design"***, New-York, McGraw-Hill , 1996: 255.

2- Zuane,J., ***"Drinking water quality standards and control"***, NewYork,Van Nostrand Reinhold, 1990:323-334

3- Abdel-Shafy, M., ***"THM formation in water supply in south Bohamia, Czech Republic"***, Water Research Journal, 2000,Vol 34, No. 13: 3453-3459.

4-USEPA, ***"Stagel disinfectants and disinfection by-products rule"***,Colorado, Office of water, 1998: 2.

5-Alicia, C. etal., ***"DBP formation during chlorination"*** , Journal AWWA, 2000, Vol. 92, No.6 :76-90.

6- Hammer, M.J., ***" Water supply and pollution control"***, New-York, Harper Collins College Publishers, 1993: 485.

7- AWWA ***Trihalomethanes (THMs)*** Washington, DC, AWWA factcheets , 2000 : 1

8-Allison, P., ***"Tap water causes cancer-fact or fiction?"***, Worldwater Journal, 1999, Vol 22, Isscel.:3.

9-WHO, ***"Guidelines for drinking water quality (Chloroform)"***, Health criteria and other supporting information, 1998,Vol. 2, :255-275.

۱۰- حمیدیه. مریم « ***ارزیابی کارآیی صافی‌های جاذب در حذف بقایای آلاینده‌ها از آب آشامیدنی در نقطهٔ مصرف***» تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد،دانشگاه تربیت مدرس ۱۳۷۳: ۲۲- ۱۵.

۱۱- دایی. مجید ***بررسی احتمال وجودتری هالومتان‌ها در آب آشامیدنی کشور*** تهران - پایان نامه کارشناسی ارشد،دانشگاه تهران، ۱۳۷٤: ۳۰-۲۷.

12-Mays L. W, ***"Water resources handbook"***, New- York, Mc Graw-Hill , 1996: 25-37

www.SID.ir