مجله دانشكده بهداشت و انستيتو تحقيقات بهداشتي
دوره ۷ شماره ۳ پاييز ۱۳۸۸ ، صفحات : ۵۹- ۵۱

غلظت كربن آلي و پتانسيل تشكيل فرآورده‌هاي جانبي گندزدايي در آب شرب شبكه توزيع آب تهران در برخي مواقع سال

محمد علي ززولي : استاديار،گروه مهندسي بهداشت محيط، دانشكده بهداشت، دانشگاه علوم پزشكي مازندران، ساري، ايران
نويسنده رابط: zazoli49@ yahoo.com
سيمين ناصري : استاد،گروه مهندسي بهداشت محيط، دانشكده بهداشت و انستيتو تحقيقات بهداشتي، دانشگاه علوم پزشكي تهران، تهران، ايران
امير حسين محوي: استاديار،گروه مهندسي بهداشت محيط، دانشكده بهداشت و انستيتو تحقيقات بهداشتي، دانشگاه علوم پزشكي تهران، تهران ، ايران
عليرضا مصداقي نيا: استاد،گروه مهندسي بهداشت محيط، دانشكده بهداشت و انستيتو تحقيقات بهداشتي، دانشگاه علوم پزشكي تهران، تهران ، ايران
تاريخ دريافت : ۱۳۸۷/۷/۳۰ تاريخ پذيرش : ۱۳۸۸/۶/۳۱

چكيده

زمينه و هدف : مواد آلي طبيعي كه بر اساس كربن آلي اندازه‌گيري مي‌شوند، بواسطه واكنش با كلر موجب تشكيل فرآورده هاي فرعي گندزدايي (DBPs) (Disinfection By-Products) مي‌گردند كه سرطان‌زايي بعضي از اين فرآورده هاي فرعي گندزدايي به اثبات رسيده است. فرآيندهاي متداول تصفيه آب قادر به حذف كامل مواد آلي طبيعي در آب نمي‌باشند. در نتيجه علاوه بر تشكيل فرآورده‌هاي فرعي گندزدايي، با ورود به شبكه توزيع آب موجب رشد مجدد ميكروارگانيسم‌ها و ايجاد طعم و بو نامطبوع و مشكلات ويژه مي‌گردند. لذا هدف از اين مطالعه تعيين غلظت كربن آلي و پتانسيل تشكيل فرآورده‌هاي جانبي گندزدايي در شبكه توزيع آب شرب تهران در برخي مواقع سال مي‌باشد.

روش كار: عمل نمونه برداري در طي شش ماه متوالي (شهريور تا بهمن سال ۱۳۸۵) و هر ماه يک نمونه طبق روش استاندارد از چهار نقطه از شبكه توزيع آب شرب تهران انجام گرديد. به علت بروز مشكلات امكان نمونه‌برداري در ماه‌هاي گرم سال نبوده است. نمونه‌ها از نظر pH ، UV_{254}(جذب نور فرابنفش درطول موج ۲۵٤ نانومتر) ، EC ، DOC و SUVA مورد آناليز قرار گرفتند.DOC و UV_{254} به ترتيب توسط دستگاه TOC آنالايزر و اسپكتروفتومتر اندازه گيري شدند.SUVA از نسبت UV_{254} وDOC محاسبه شد.

نتايج : نتايج اندازه‌گيري غلظت كربن آلي محلول در چهار نقطه از شبكه توزيع آب شرب تهران نشان داد كه غلظت آنها در تمام نمونه كمتر از ۰/۷ ميلي‌گرم درليتر بوده است. حداقل و حداكثر غلظت كربن آلي محلول به ترتيب ۰/۱۲ و ۰/٦۸۷ ميلي‌گرم درليتر بود. همچنين ميانگين غلظت۰/۱٤ ± ۰/۳ ميلي‌گرم درليتر بود. ميانگين مقدار پارامترSUVA حدود۰/۷ ± ۱/۳ بود. غلظت كربن آلي محلول در شبكه توزيع از تغييرات زماني خاصي پيروي نمي‌نمايند.

نتيجه‌گيري: از نتايج مي توان استنباط نمود كه تصفيه‌خانه‌هاي آب تهران قادر به حذف كامل مواد آلي نمي‌باشند. مقدار پارامترSUVA دلالت بر آن دارد كه تصفيه‌خانه‌هاي تهران قادر هستند كه بخش اعظم مواد آب‌گريز را حذف نمايند. بنابراين احتمال تشكيل هالواستيك اسيدها بيش از تري‌هالومتانها مي‌باشد.

واژگان كليدي: مواد آلي طبيعي، هيدروفيليک ، هيدروفوبيک، فرآورده هاي فرعي گندزدايي (DBPs) ، كربن آلي محلول(DOC)

مقدمه

آلودگي منابع آبي به مواد آلي طبيعي (NOMs) از طريق منابع طبيعي ومصنوعي و تجزيه آلاينده‌ها، اتفاق مي‌افتد (Zazouli et al. 2007a). گرچه مواد آلي طبيعي به تنهايي بي ضرر است اما به دليل توانايي در انجام واكنش با كلر و تشكيل فرآورده‌هاي فرعي گندزدايي(DBPs) است كه اغلب سرطان زا مي باشند (Krasner et al. 1989). از جمله اين فرآورده‌ها مي‌توان

تري هالومتان(Trihalomethanes (THMs و هالو استیک اسیدها (Haloacetic Acids (HAAs را نام برد که هردو این ترکیب مظنون به سرطان‌زایي براي انسان مي باشند. مرحلهI قانون گندزدایي USEPA حداکثر غلظت آنها رابه ترتیب به حدود ۸۰µg/L و۶۰µg/L اعلام نموده است و در مرحله دوم به کمتر از مقادیر فوق و به ترتیب حدود ۴۰µg/L و۳۰µg/L بیان داشت. این محدویتها سبب گردید تصفیه گنندگان آب بدنبال دستیابي به روشهاي جدید جهت تامین حدود مجاز DBPS مي باشند.چندین گزارش نشان دادکه بین NOM و تشکیل تري هالومتان(THMs) و هالو استیک اسیدها (HAAs) ارتباط وجود دارد (Crittenden et al. 2005). ثابت شده است که تشکیل DBPs به غلظت و ساختار مواد آلي طبیعي، به عنوان عامل اصلي، و همچنین به روش تصفیه آب بستگي دارد (Kim and Yu. 2005a). ترکیب و ساختار شیمیایي مواد آلي طبیعي در منابع آب شرب به منابع مواد و فرآیند هاي بیو ژئوشیمیایي که در حوضه آبریز اتفاق مي افتد، بستگي دارد (Huang et al. 2004.). مواد آلي طبیعي را به دو جزء اصلي هیومیکي و غیر هیومیکي تقسیم مي نمایند. بخش هیومیکي آب گریزتر مي باشد. بخش غیر هیومیکي کمتر خصوصیت آب گریزي دارند (Croue et al. 1993; Owen et al. 1995). بخش غیر هیومیکي مواد آلي طبیعي معمولا قابل تجزیه بیولوژیک تر مي باشند بنابراین رشد مجدد میکروارگانیسم ها در شبکه توزیع را فراهم مي آورند (Karnik et al. 2005).این مواد به آساني توسط فرآیندهاي متداول تصفیه آب حذف نمي شوند. بنابراین آنها ممکن است وارد شبکه توزیع آب و در نهایت بدست مصرف کننده برسد(Zazouli et al. 2007a).

به علت پیچیدگي ترکیبات مواد آلي طبیعي ، اندازه‌گیري روتین آنها غیرعملي است، درنتیجه از پارامترهاي جانشین استفاده مي‌شود. یک پارامتر جانشین پارامتري است که سریعاً قابل اندازه‌گیري باشد و نیاز به تجهیزات یا آموزش ویژه نداشته باشد و تخمین صحیحي از پارامتر مورد نظر ارائه دهد (USEPA 1999). متداول‌ترین پارامترهاي مرتبط دراین زمینه ۱- کربن آلي کل (TOC) و کربن آلي محلول (DOC)، ۲- جذب پرتو فرابنفش در طول موج ۲۵۴ نانومتر و ۳- جذب ویژه فرابنفش (Specific UV Absorbance (SUVA مي‌باشند (Crittenden et al. 2005). کل کربن آلي، مقدار کربن آلي در نمونه‌هاي آب را اندازه مي‌گیرد. در این روش NOMS بطور کامل به CO_2 اکسید مي‌گردد و دي‌اکسیدکربن حاصل اندازه‌گیري مي‌شود. TOC معادل غلظت NOMS نیست اما یک پارامتر جانشیني است و شاخص غلظت NOM_S است تا هنگامیکه ترکیب عنصري آن تغییر نکند. بر اساس ترکیب‌عنصري، معمولا غلظت NOM_S دو برابر غلظت TOC است. DOC بخشي از کل‌کربن آلي مي‌باشد و غلظت آن مساوي یا کم‌تر از TOC است (Crittenden et al. 2005).

جذب پرتو فرابنفش در طول موج ۲۵۳/۷ nm به عنوان شاخصي از غلظت مجموع اجزاي آلي جاذب پرتو فرابنفش از قبیل مواد هیومیکي و ترکیبات آروماتیکي مي‌باشد. اندازه‌گیري محتواي آلي یک نمونه آب با UV یک فرآیند سریع، ارزان و خودکار مي‌باشد. هرچه DOC بیشتر باشد، جذب UV_{254} بیشتر است. جذب ویژه UV (SUVA) بر حسب L/mg.m ازتقسیم جذب پرتو UV در طول موج ۲۵۴ نانومتر (برحسب m^{-1}) بر مقدار DOC نمونه (برحسبmg/L) محاسبه مي‌شود. SUVA شاخص خوبي براي توصیف ترکیب آب از نظر آب‌گریزي (Hydrophobicity) و آب‌دوستي (Hydrophilicity) است. وقتي مقدار آن کمتر از ۲ باشد، اجزاء آلي موجود آبگریزي کمتري دارند و بیشتر از اجزاء غیرهیومیك مي‌باشند. وقتي مقدار آن بین ۲و ۴ باشد، اجزاء آلي موجود مخلوطي از اجزاء آبگریز و آبدوست مي‌باشند. وقتي مقدار آن بیشتر از ۴ باشد، اجزاء آلي موجود آبگریزي بیشتري دارند و بیشتر از اجزاء هیومیك تشکیل شده‌اند (Edzwald and Tobiason 1999).

نتايج بررسي كيفيت آب در تصفيه‌خانه آب روسكو(Rusko)شهر تمپر(Tampere) فنلاند نشان دادكه غلظتTOC در ماه دسامبر حداقل بوده و در تابستان افزايش مي‌يابد و بين ۵/۱ تا ۶/۳mg/l متغير بوده است. UV_{254} بين ۰/۱۳۶تا ۰/۱۰۳ متغير بود و بيشترين مقدار مربوط به بهار و زمستان بود (Matilainen et al. 2005). مطالعه ديگر در ميشيگان‌آمريكا نشان داد كه غلظت TOC در درياچه‌اي بين ۸/۶ تا ۱۱/۶mg/L و UV_{254} بين ۰/۱۸۰-۰/۱۶۰ متغير بود. بخش آب‌گريز تقريبا ۵۰% TOC را تشكيل مي‌داد به‌عبارتي درصد جزء آب دوست وآب‌گريز برابر بوده است (Karnik et al. 2005).

بررسي در رودخانه هان (Han) كره(Korea) نشان داد كه غلظت بخش آب دوست بيش‌از آب‌گريز است. چون جزء هيدروفيليک نسبت به جزء هيدروفوبيک داراي پتانسيل بيشتري در تشكيل هالواستيک‌اسيدها است، كلرزني اين آبها HAAs بيشتري نسبت به THMs توليد مي‌كنند(Krasner et al. 1996).

با توجه به ارتباطي كه بين غلظت مواد آلي موجود در آب با پتانسيل تشكيل فرآورده‌هاي فرعي گندزدايي وجود دارد، مي‌توان با اندازه‌گيري غلظت مواد آلي از طريق كربن آلي، UV_{254} و SUVA پتانسيل تشكيل فرآورده‌هاي فرعي گندزدايي را تخمين زد. باتوجه به اينكه آب تهران از منابع سطحي تامين مي‌گردد و داراي مواد آلي مي‌باشند و از طرفي تصفيه‌خانه‌هاي موجود از نوع تصفيه متداول مي‌باشند كه قادر به حذف كامل اينگونه مواد نمي‌باشند و در نتيجه وارد شبكه توزيع آب مي‌گردند بنابراين هدف از اين مطالعه پايش و اندازه گيري مقدار كربن آلي آب شرب شبكه توزيع تهران و تعيين پتانسيل تشكيل فرآورده‌هاي فرعي گندزدايي مي‌باشد. لازم به ذكر است كه در اين مطالعه تعيين مشكلات تصفيه‌خانه مدنظر نبوده است.

روش كار

با توجه به اينكه آب شرب تهران عمدتا از دو تصفيه‌خانه تهران‌پارس و جلاليه تامين مي‌گردد. به منظور نمونه‌برداري ۴ نقطه از شبكه توزيع كه دو نقطه از آب تصفيه شده تهرانپارس و دو نقطه‌ديگر از آب تصفيه‌خانه ديگر مشروب مي‌شد، انتخاب گرديد. نقاط نمونه‌برداري شده قابليت تعميم به كل شبكه آب شرب تهران را ندارد. عمل نمونه برداري از هريک از نقاط در طي شش ماه شهريور لغايت بهمن‌ماه انجام گرديد. به علت بروز مشكلات امكان نمونه‌برداري در ماه‌هاي گرم سال نبوده است. در هر ماه يک نمونه در هر ايستگاه برداشت شد. نمونه ها جهت آناليز به آ زمايشگاه انتقال داده شدند. نمونه برداري و نگهداري نمونه آب مطابق توصيه كتاب روشهاي استاندارد براي آزمايشات آب فاضلاب عمل شده است. بدين صورت كه براي نمونه‌برداري از بطري‌هاي شيشه‌اي كه از نورخورشيد حفظ شده (شيشه تيره يا كهربائي) با درب TFE-Lined استفاده شود.شيشه ها و بطريهاي نمونه‌برداري TOC را قبل از نمونه‌برداري بايد با اسيد شستشو شوند و با ورقه‌اي آلومينيومي مهر و موم گشته و در درجه حرارت ۴۰۰ حداقل به مدت يک ساعت نگه داشته مي‌شوند. درب TFE با درجنت‌ها شستشو شوند . سپس با آب‌مقطر فاقد كربن شستشو شوند و با صفحات آلومينيوم مهر و موم گردند و به مدت يک‌ساعت در ۱۰۰ درجه سانتي‌گراد حرارت داده شوند. نمونه‌هاي كه بلافاصله آزمايش روي آنها انجام نمي‌گيرد بايد در دماي۴°C با حداقل تماس با روشنايي و هوا نگهداري شوند. براي نمونه‌هاي ناپايدار اسيدي كردن به pH ≤۲ با اسيدفسفريک يا سولفوريک در زمان نمونه‌گيري توصيه مي‌شود.

نمونه ها از نظرpH، EC ، DOC برطبق كتاب روشهاي استاندارد آب و فاضلاب آناليز شدند .DOC مطابق روش 5310B با دستگاه TOC آنالايزر شيمادسو (Shimadzu)مدل TOC-VCSH اندازه گيري شد. بدين‌صورت‌كه نمونه‌ها با استفاده از اسيدكلريدريك اسيدي شده و با پاشيدن گاز حامل يا هواي صفر (Sparge with

Zero air) ، کربن معدني آن به دي‌اکسیدکربن تبدیل مي‌گردد و تحت عنوان کربن معدني(IC) Inorganic Carbon اندازه‌گيري مي‌شود. آنگاه نمونه به داخل محفظه واکنش حرارتي(دماي۶۸۰ درجه سانتي‌گراد) آکنده از کاتالیست اکسیداسیون تزریق مي‌گردد. بعد از تزریق، آب نمونه تبخیرشده و کل ماده کربن‌دار با احتراق کاتالیستي به دي‌اکسیدکربن و آب اکسیده یا تجزیه مي‌شود. گاز حامل محصولات احتراق تولید شده (CO_2) را توسط جریان گاز حامل به آشکارساز انتقال مي‌یابد و مستقیماً توسط آشکارساز مادون قرمز اندازه‌گیري مي‌شود. غلظتCO_2 متناسب با غلظت ماده کربن‌دار است.دستگاه با تفریق کربن کل Total Carbon(TC) و معدني غلظت کربن‌آلي را مشخص مي‌نماید

جذب UVدر طول موج ۲۵۴نانومتر توسط یک دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Lambda 25 UV/Vis spectrophotometer تعیین شد. براي نگهداري نمونه‌هاي صاف جذب ویژه نور ماوراي بنفش (SUVA) از نسبت UV_{254} برحسب 1/m به DOC برحسب mg/L محاسبه مي شود وبرحسب (L/mg.m) بیان مي‌شود (APHP 2000). براي تعیین اینکه، آیا غلظت کربن آلي در ایستگاه مختلف داراي اختلاف معني‌دار مي‌باشند یا خیر از از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) استفاده شد.

نتایج

جدول یک میانگین نتایج اندازه گیري کیفیت آب چهار نقطه از شبکه توزیع آب شرب تهران (ترمینال شرق، میدان‌آرژانتین، میدان‌ونک و مسجد دانشگاه تهران) خصوصا کربن‌آلي، جذب فرابنفش در طول موج ۲٥٤ نانومتر و جذب ویژه UV (SUVA) را نشان مي دهد. همانطوریکه دیده مي‌شود، حداقل و حداکثر غلظت کربن آلي محلول به ترتیب ۰/۱۲ و ۰/٦۸۷ میلي‌گرم درلیتر متغیر بود. همچنین میانگین غلظت۰/۱٤ ± ۰/۳ میلي‌گرم درلیتر بود. نتایج نشان داد که غلظت کربن آلي در تمام نمونه‌ها کمتر از یک میلي‌گرم درلیتر بود. میانگین مقدار پارامترSUVA حدود۰/۷ ± ۱/۳ بود. با توجه به برآورد بعمل آمده پتانسیل تشکیل تري هالومتان نمودار (۱) تغییرات میانگین غلظت کربن آلي محلول را در طي شش‌ماه نمونه‌برداري را نشان مي‌دهد. همانطوریکه نمودار نشان مي‌دهد تغییرات غلظت کربن آلي محلول آب شبکه توزیع تهران از روند خاصي پیروي نمي‌نمایند. برخلاف انتظار حداکثر مقدار غلظت کربن آلي محلول آب شبکه توزیع در دي‌ماه بود. اما حداقل مقدار در بهمن‌ماه بود. علاوه بر این همانطوریکه در جدول(۱)دیده مي‌شود،غلظت کربن آلي محلول در شبکه توزیع از تغییرات مکاني خاصي پیروي نمي‌نمایند. آزمون آنالیز واریانس نشان داد که اختلاف غلظت کربن آلي آب در ایستگاههاي مختلف معني‌دارنمي‌باشند ($P>0/05$).

بحث

همانطوری‌که در نتایج گفته شد، غلظت مواد آلي برحسب کربن آلي محلول در چهار نقطه از شبکه توزیع آب شرب تهران در تمام نمونه کمتر از ۰/۷ میلي‌گرم درلیتر بوده است. حداقل و حداکثر غلظت کربن آلي محلول به ترتیب ۰/۱۲و ۰/۶۹ میلي‌گرم درلیتر بوده است. لذا مي‌توان استباط نمود که وجود کربن آلي در شبکه توزیع دلالت دارد بر اینکه فرآیندهاي تصفیه آب تصفیه‌خانه‌هاي موجود احتمالاً قادر به حذف کامل مواد آلي طبیعي از آب نمي‌باشند و بخشي از آنها وارد شبکه توزیع مي‌شوند. با توجه به اینکه مقدار DOC اغلب آبها حدود ۸۰ تا ۹۰ درصد TOC و حداکثربرابرTOC مي‌باشد (Crittenden et al. 2005)، مي‌توان گفت TOC تمام نمونه‌هاي آب کمتر از ۰/۹میلي‌گرم در لیتر مي‌باشد. از طرفي در مطالعات مختلف ارتباط رتباط منطقي بین TOC وتانسیل تشکیل تري‌هالومتانها (THMFP) ثابت شده است. مثلا در آبهایي با TOC پائین این نسبت حدود ۵۰µgTHMFP/mgC و

درآبهاي با TOC بالاحدودμgTHMFP/mgC-۱۰۰ ۵۰ بوده است (Krasner et al.1996).

اسپیتل (Speitel) و همکاران جزء اسیدهیومیک مواد آلي طبیعي را علت اصلي پتانسیل تشکیل تري‌هالومتان گزارش نموده‌اند. کیم و یو (Kim and Yu) گزارش کردند که جزء هیدروفیلیک مواد آلي طبیعي نسبت به هیدروفوبیک پتانسیل تولید هالواستیک بیشتري دارد (Kim and Yu. 2005b). کراسنر (Krasner) و همکاران نشان دادند که پتانسیل تشکیل تري‌هالومتان‌هاتوسط بخش اسید هیدروفوبیک موادآلي طبیعي حدود μgTHM/mgDOC۵۱وتوسط بخش اسید هیدروفیلیک‌حدود μgTHM/mgDOC۲۱ مي‌باشد(Krasner et al. 1996). همچنین کرو (Croue) و همکاران گزارش کردندکه اسیدهیومیک و اسیدفولویک به ترتیب حدود ۴۶ و ۲۷ μgTHM/mgDOC تولید مي‌کنند (Croue et al. 1993). البته این واکنش‌پذیري اجزاء مواد آلي طبیعي در تشکیل THMS وHAAs از آبي به آب دیگر و از فصلي به فصل دیگر بسیار متغیر است (Kim and Yu 2005a; Panyapiyopol et al. 2005). بنابراین با توجه به اینکه آب شرب تهران از آبهایي با TOC پائین مي‌باشد (Zazouli et al. 2007b)،حداقل و حداکثر پتانسیل تشکیل تري هالومتان ۶ و۳۴ میکروگرم در لیتر و میانگین پتانسیل تشکیل تري‌هالومتان *۱۷±۱۵* میکروگرم در لیتر برآورد مي‌شود. به استثناي يك نمونه که پتانسیل تشکیل تري‌هالومتان آن ۳۴ میکروگرم در لیتر بود، پتانسیل تشکیل تري‌هالومتان سایر نمونه‌ها کمتر از حد توصیه شده قانون مرحله اول و دوم گندزدایيUSEPA مي‌باشد. .لازم به ذکر است مرحله اول قانون گندزدایي EPAحداکثرتري‌هالومتان‌ها(THMs)وهالواستیک‌اسیدها (HAAs) را به‌ترتیب حدود μg/L۸۰ و μ /L ۶۰ اعلام نموده است و در مرحله دوم به کمتر از مقادیر فوق و به‌ترتیب حدود μg/L۴۰ و μ g/L ۳۰ بیان داشته است.

از نتایج این مطالعه مي‌توان استنباط نمود که آب‌هاي موجود در شبکه توزیع به دلیل اینکه نسبت اجزاء هیدروفوبیك کمتر از اجزاء هیدروفیلیک است و احتمال تشکیل تري‌هالومتان‌ها کمتر از احتمال تشکیل هالواستیك اسیدهاست. زیرا مقدار پارامتر SUVA<۲ مي‌باشد. تحقیقات دیگران نشان داده است که پتانسیل تشکیل THM_S جزء آب گریز مواد آلي طبیعي بیشتر است ولي برعکس پتانسیل تشکیل HAA_S جزء آب دوست مواد آلي طبیعي بیشتر است (Kim and Yu. 2005a; Kim and Yu. 2005b). بعلاوه مي‌توان استنباط نمود که تصفیه‌خانه‌هاي تهران قادر هستند که بخش اعظم مواد آب‌گریز را حذف نمایند. غلظت کربن آلي محلول در شبکه توزیع از تغییرات زماني خاصي برخوردار نمي‌باشند که يكي از دلایل آن، تغییر کارایي تصفیه و دیگري احتمال تغییرات غلظت در شبکه توزیع به علت رشد احتمالي میکروارگانیسم‌ها مي‌باشد.

اما مطالعه دیگر غلظت مواد آلي طبیعي در آب ورودي به دو تصفیه‌خانه تهرانپارس و جلالیه تهران در همین مدت زماني(شهریور تا بهمن ماه سال ۱۳۸۵) نشان داده بود که تغییرات ماهانه درطي شهریور تا بهمن ماه به استثناي دي‌ماه کاملا مشخص مي‌باشدبطوریکه غلظت NOMs ب‌تدریج از اواخر تابستان به سمت اواخر زمستان کاهش مي‌یابد. علاوه بر این آن بررسي نشان داد که غلظت بخش هیدروفوبیک بیش‌از غلظت بحش هیدروفیلیک بود (Zazouli et al. 2007b). لذا براي تعیین کارایي تصفیه‌خانه‌ها در حذف کربن آلي محلول، نمونه‌برداري و پایش آب تصفیه‌شده در تصفیه‌خانه، قبل از ورود به شبکه ضروري است. همانطوریکه گفته شده هدف از انجام این مطالعه عمدتا تعیین پتانسیل تولید فرآورده‌هاي جانبي گندزدایي در شبکه آب تهران بوده و تعیین مشکلات تصفیه‌خانه جزو اهداف نبوده است. علاوه بر این، مطالعه حاضر فقط پتانسیل تولید فرآورده‌هاي جانبي گندزدایي آب شبکه توزیع را در طي شش ماه نمونه‌برداري مورد بررسي قرار داده است بنابراین باید مطالعات و پایش جامع در

فصول مختلف سال در مراحل مختلف از ورود آب به تصفيه‌خانه، قبل از گندزدايي و قبل از ورود به شبكه توزيع و همچنين در نقاط مختلف شبكه توزيع آب به‌عمل‌آيد تا بطور دقيق‌تري غلظت مواد آلي و پتانسيل تشكيل فرآورده‌هاي فرعي گندزدايي آنها بدست آيد. ضروري است كارايي تصفيه‌خانه‌هاي آب از نظر حذف اجزاء مواد آلي مورد مطالعه قرار گيرد تا مشخص شود كدام جزء مواد آلي در فرآيندهاي متداول تصفيه آب بهتر حذف مي‌شوند.

نتيجه‌گيري

بنابر آنچه گفته شد نتیجه‌گیری نهایی از این تحقیق به شرح زیر می‌باشد:

١- غلظت مواد آلي برحسب كربن آلي محلول در چهار نقطه از شبكه توزيع آب شرب تهران در تمام نمونه كمتر از ٠/٧ ميلي‌گرم درليتر بوده است.

٢- آب شرب تهران از آبهايي با TOC پائين محسوب مي‌شود.

٣- وجود كربن آلي در شبكه توزيع دلالت بر اين دارد كه تصفيه‌خانه‌هاي موجود احتمالاً قادر به حذف كامل مواد مولد كربن آلی از آب نمي‌باشند و بخشي از آنها وارد شبكه توزيع مي‌شوند.

٤- آب شرب تهران از نظر پتانسيل تشكيل تري‌هالومتان استانداردهای توصيه شده قانون مرحله اول و دوم گندزدايیUSEPA را رعايت می‌نمايد.

٥- در آب شرب تهران نسبت اجزاء هيدروفوبيك كمتر از اجزاء هيدروفيليک است و احتمال تشكيل تري‌هالومتان‌ها كمتر از احتمال تشكيل هالواستيك اسيدهاست.

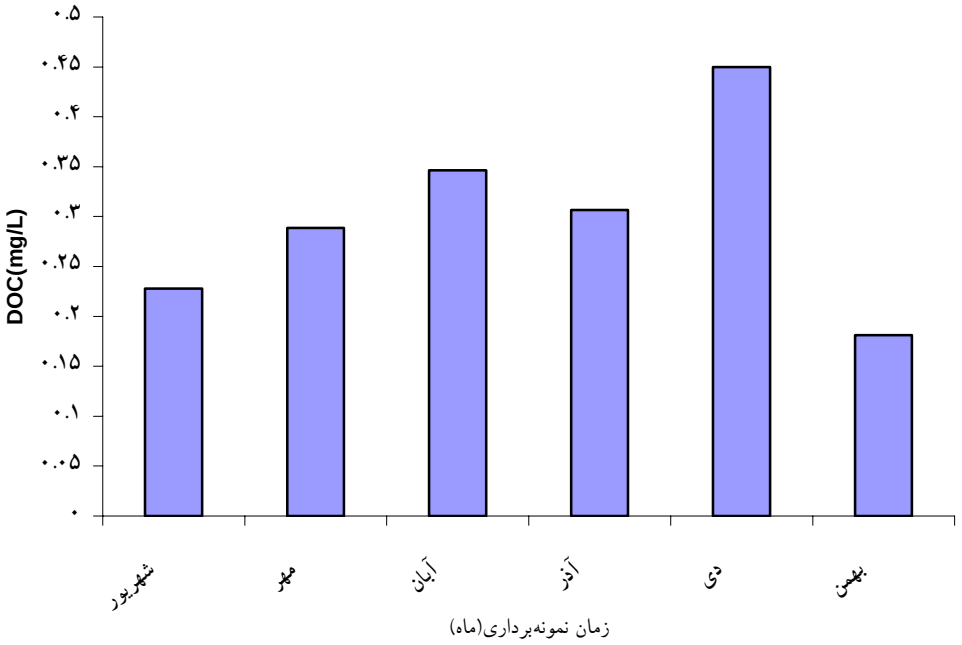
٦- غلظت كربن آلي محلول در شبكه توزيع از تغييرات زماني خاصي پيروی نمی‌كند.

جدول۱- نتايج آناليز آب شرب نمونه‌برداري شده از چهار نقطه شبكه توزيع تهران درطي شش ماه از سال ۱۳۸۵

مكان نمونه‌برداري	ماه نمونه‌برداري	pH*	EC (µmho/cm)	UV_{254} (cm^{-1})	DOC (mg/L)	*SUVA (L/m.m)*
ترمينال شرق	شهريور	۷/۱۵	۳۶۰	۰	۰/۱۵	۰
	مهر	۷/۴۲	۳۲۵	۰/۵۸	۰/۴۱۲	۱/۴۱
	آبان	۷/۳	۳۴۶	۰/۸۴	۰/۴	۲/۱
	آذر	۷/۲۷	۳۷۰	۰/۵۱	۰/۳	۱/۷
	دي	۷/۴۵	۳۷۴	۱/۳	۰/۶۸۷	۱/۸۹
	بهمن	۷/۲	۳۵۷	۰/۲۵	۰/۲۷	۰/۹۲۶
ميدان آرژانتين	شهريور	۷/۶۵	۳۴۰	۰/۲۵	۰/۲۱	۱/۱۹
	مهر	۷/۴۵	۳۴۵	۰/۵۶	۰/۳۷	۱/۵۱
	آبان	۷/۲۵	۳۷۰	۰/۶۶	۰/۳۴۵	۱/۹۱
	آذر	۷/۵۵	۳۴۰	۰/۴۲	۰/۲۶	۱/۶۱
	دي	۷/۴	۴۲۰	۰/۷۱	۰/۴۷	۱/۵۱
	بهمن	۷/۲	۳۹۰	۰/۲۵	۰/۲	۱/۲۵
ميدان ونك	شهريور	۷/۲۵	۳۶۰	۰/۴۸	۰/۴۳	۱/۱۲
	مهر	۷/۳۵	۳۷۵	۰/۵	۰/۲۵	۲
	آبان	۷/۱۵	۳۴۶	۰/۵۷	۰/۳۴	۱/۶۸
	آذر	۷/۴۵	۴۱۰	۰/۵۸	۰/۴	۱/۴۵
	دي	۷/۳	۳۹۰	۰/۲۳	۰/۱۷۶	۱/۳۱
	بهمن	۷/۴	۴۲۵	۰/۱۳	۰/۱۲	۱/۰۸
دانشگاه تهران	شهريور	۷/۳۵	۴۲۰	۰	۰/۱۲۱	۰
	مهر	۷/۵۶	۳۲۴	۰	۰/۱۲۲	۰
	آبان	۷/۴	۴۱۰	۰/۳۹	۰/۳	۱/۳
	آذر	۷/۳	۳۸۰	۰/۲۹	۰/۲۶۶	۱/۰۹
	دي	۷/۵	۴۰۵	۰/۹۸	۰/۴۶۶	۲/۱
	بهمن	۷/۵	۳۹۰	۰	۰/۱۳۵	۰
ميانگين**		۷/۴±۰/۱۳	۳۷۸±۳۵	-	۰/۳±۰/۱۴	۱/۳±۰/۷

* pH بدون واحد

** ميانگين± انحراف معيار



نمودار۱- تغییرات غلظت کربن آلي محلول در شبکه توزیع آب تهران در طي شش ماه

References

APHA, AWWA, WEF., 2000. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th Edition, APHA/AWWA/WEF, Washington, DC, USA

Crittenden, J.C., Rhodes, T.R. and Hand, D.W., Howe, K.J. and Tchobanoglous, G., 2005. Water Treatment: Principles and design. 2nd edition. *John Wiley & Sons Inc.*

Croue, J.P., Lefebvre, E., Martin, B. and Legube, B., 1993. Removal of dissolved hydrophobic and hydrophilic organic substances during coagulation/ flocculation of surface waters. *Water Sci. Technol.* **27** (11), pp. 143–152.

Edzwald, J.K. and Tobiason, J.E., 1999. Enhanced Coagulation: US requirements and a broader view. *Water, Science and Technology*, **40**(9), pp. 63-70.

Huang, WJ., Chen, LY. and Peng, HS., 2004. Effect of NOM characteristics on brominated organics formation by ozonation. *Environment International.* **29**, pp. 1049– 1055.

Karnik, BS., Davies, SH., Baumann, MJ., and Masten, SJ., 2005. The effects of combined ozonation and filtration on disinfection by-product formation. *Water Research,* **39**, pp. 2839–2850.

Kim, HC. and Yu, MJ., 2005a. Characterization of natural organic matter in conventional water treatment processes for selection of treatment processes focused on DBPs control. Water Research. 39, 4779–4789.

Kim, MH., and Yu, MJ., 2005b. Characterization of NOM in the Han River and evaluation of treatability using UF–NF membrane. *Environmental Research.* **97**, pp. 116–123.

Korshin, GV., Li, CW., and Benjamin, MM., 1997. Monitoring the properties of natural organic matter through UV spectroscopy: a consistent theory, *Water Res.* **31**(7), pp. 1787–1795.

Krasner, SW., Croué, JP., Buffle, J. and Perdue, EM., 1996. Three Approaches for Characterizing NOM. *Journal of the American Water Works Association.* **88**(6), pp. 66-79.

Krasner, SW., McGuire, MJ., Jacangelo, JG., Patania, NL., Reagan, KM. and Aieta, EM., 1989. The occurrence of disinfection by-products in US drinking water. *J. Am. Water Works Assoc,* **81**(8), pp. 41–53.

Matilainen, A., Lindqvist, N., Korhonen, S. and Tuhkanen, T., 2005. Removal of NOM in the different stages of the water treatment process. *Environment International.* **28**, pp. 457– 465.

Owen, D.M., Amy, G.L., Chowdhury, Z.K., Paode, R., McCoy, G. and Viscosil, K., 1995. NOM characterization and treatability. *J Amer Water Works Assoc.* **87**, pp. 46–56.

Panyapinyopol, B., Marhaba, TF., Kanokkantapong, V. and Pavasant, P., 2005. Characterization of precursors to trihalomethanes formation in Bangkok source water. *Journal of Hazardous Materials.* B120, pp. 229–236.

USEPA., 1999. Enhanced coagulation and enhaneed precipitative softening guidance manual , EPA 815- R-99 – 012 , Office of water , washington.D.C.

Zazouli, MA., Nasseri, S., Mahvi, A.H., Mesdaghinia, AR., Younecian, M. and Gholami., 2007a. Survey of Natural Organic Matter fractions in Water Sources of Tehran. *Pakistan Journal of biological sciences.* **10**(10), pp. 1718-1722.

Zazouli, MA., Nasseri, S., Mahvi, AH., Mesdaghinia, AR., Younecian, M., and Gholami., 2007b. Determination of Hydrophobic and Hydrophilic fractions of Natural Organic Matter in Drinking Water Sources of Tehran. *Journal of applied sciences,* **6**(18), pp. 2651-2655.