تقييم تركيز التراي هالو ميثان في مياه الشرب

استبرق علي حميد

نور الهدى عبد الرزاق علوان

وزارة العلوم والتكنولوجيا/ مديرية التنسيق مع المحافظات والاقاليم

آمال عبد الرضا مجيد

وزارة العلوم والتكنولوجيا/ دائرة بحوث وتكنولوجيا البيئة والمياه

سهى مهدي صالح

كلية الهندسة/ الهندسة الميكانيك/ جامعة الانبار

الخلاصة

تناولت هذه الدراسة مشكلة تكّون المركبات الجانبية نتيجة لتفاعل المواد العضوية الطبيعية مع الكلور المستخدم للتعقيم حيث تسبب هذه المركبات وحسب البحوث والدراسات المكثفة العديدة من الامراض السرطانية. لذا كان من الضروري اجراء تقييم لوجود هذه المركبات في مياه الشرب وبالتحديد لمدينة بغداد. فقد عملنا تقييم على مدى (7) اشهر ابتداءا" من (نيسان ولغاية تشرين الاول) ولاحظنا وجود عدة مناطق لديها تركيز مادة الكلوروفوم والذي هو احد مجموعة التراي هالوميثان والمركب الاول في المجموعة عالي وفوق الى المسموح به. وتناولنا طريقتي معالجة للحد من تكّون هذه المركبات وهي استعمال (الكاربون المنشط) وتقنية (التخثير المحسن) حيث اوضحت النتائج مدى فعالية هذه الطرق وكفاءتها وكذلك تناولنا نوعين من المخثرات في تقنية التخثير المحسن كبدائل عن الشب الذي هو شائع الاستخدام في محطاتنا وهي مركبات الحديد والمواد البوليمرية مثل البولي المنيوم كلورايد(PACL).

المقدمـــة

ان عملية التعقيم بالكلور لمياه الشرب في محطات التصفية وفرت مياه خالية من العوامل المرضية كالبكتريا والفايروسات وبقية الجراثيم . فهناك الكثير من الامراض التي يمكن ان

تنتقل بالمياه لو لا التعقيم فمثلاً التيفوئيد والكوليرا والدزنتري يمكن ان تنتقل من خلال المياه الملوثة .(Awwa, 1970)

مع ذلك فان هذه الفائدة الصحية التي حصلنا عليها من التعقيم قد قابلها بالمقابل احتمالية ظهور مركبات كيمياوية كناتج عرضي من التعقيم بالكلور التي تحمل بعض المخاطر الصحيحة. (Cameron, 1989)

تعد مشكلة تلوث المياه مشكلة ازلية حيث مات الكثير من البشر خلال العشرينات والثلاثينات من الامراض التي تسببها المياه الملوثة . ان استعمال الكلور في التعقيم من اهم التطورات في معالجة الماء في القرن العشرين الميلادي حيث بدأت الكلورة للماء عام (1890) تم استخدمت على نطاق واسع اول مرة عام (1908) في مدينة شيكاغو الامريكية وفعلاً قضى على الامراض الموجودة في الماء . (Chick. h., 1908)

بفضل هذا الاكتشاف تم القضاء على هذه الامراض باستخدام هذه الطريقة في التعقيم جنباً الى جنب مع فلترة المياه ومعالجة مياه الصرف الصحي وصلت البشرية الى تطورات مذهلة في نوعية مياه الشرب والخفاظ على البيئة والان 98% من مياه العالم معقمة باستخدام الكلور .ان مايقلق المختصين هو المواد الناتجة من تفاعل الكلور مع المواد العضوية المعروفة باسم الهيدروكربونات المكلورة او الترايهالوميثانات واختصاراً لها تعرف بـــ (THM_s) ومعظم هذه المواد تتكون في مياه الشرب عندما يتفاعل الكلور مع المواد الطبيعية مثل بقايا الاشجار المتحللة والمواد الحيوانية وهي ومواد اخرى تنتج من الكلورة لها علاقة مثبتة ببعض امراض السرطان خصوصاً في الكلى والمثانة وهي شائعة اكثر من غيرها على الرغم من الفوارق بين مدينة واخرى. (Gurol m.d and m pidatella, 1983)

وللتعرف على هذه المركبات التي يمكن ان نعرفها بانها النواتج العرضية عن اجراء عملية التعقيم في محطات التصفية للمياه وكنتيجة لتفاعل المواد المعقمة (الكلور) مع املاح البروميد والمواد العضوية (الناتجة من تحلل النباتات) الموجودة في مياه المصدر . يمكن ان نحدد مركبات التراي هالوميثان كالاتي :-

- كلوروفورم $CHCl_3$.
- بروموداي كلوروميثان $BrCHCl_2$.
- داي بروموكلوروميثان Br_2CHCl .

- البروموفورم $CHBr_3$.

وفي بحثنا هذا قيمنا تراكيز الكلوروفورم باعتباره بداية السلسة والمركب الاول . منذ اكتشاف هذه المركبات في مياه الشرب سنة 1974 بدات الدراسات والبحوث المكثفة لدراسة سمية هذه المركبات من حلال ملاحظة التأثيرات الصحية عند التعرض الشديد للتراكيز العالية من هذه الملوثات وقد اثبتت هذه الدراسات ان بعض هذه المركبات كانت مسببة للسرطان من ضمنها مركبات(THM) (Hazen and sawyer,1992). ان هذه المخاطر قد دفعت المنظمات المعنية بالصحة الى وضع محددات لوجود هذه المواد في مياه الشرب فمثلاً اولت وكالة حماية البيئة الامريكية وصناعة معالجة المياه أهتماماً أكبر .باستخدام معقمات بديلة ووجدت ان بعض هذه المعقمات البديلة تكوّن أيضاً نواتج جانبية كنتيجة التفاعلات بين المعقمات ومركبات موجودة في الماء لتكوين نواتج التفكك الطبيعي لهذه المعقمات ومن هذه النواتج المواد العضوية المهلجنة مثل (THM_s) ، حامض الاسيتيك المهلجن ، الكيتونات المهلجنة وغيرها . حيث تتكون هذه المواد بصورة رئيسية من عملية الكلورة .يعتمد نوع وكمية النواتج الجانبية التي تتكون اثناء المعالجة الى حد كبير على نوع المعقم وجودة المياه وسلسلة عمليات المعالجة وزمن الاتصال والعوامل البيئية مثل درجة الحرارة ودرجة الحموضة. ووضعت وكالة حماية البيئة حدوداً قصوى (مؤقتة) للملوثات بثلاثي هالوجينو الميثانات الكلية (TTHM) بواقع .

- 100µg/L سنة (1986)
- 80 µg /L سنة (1993)
- 40 µg /L سنة (2006)
- ومن المحتمل تخفيضه قريباً الى 30 µg /L

وكذلك وضعت منظمة الصحة العالمية (WHO) محدد لتركيز الكلوروفورم بمقدار (200) جزء بالبليون ومن الجدير بالذكر ان نبين ان المواصفة العراقية (417) لعام (2009) وضعت حدوداً قصوى للكلوروفورم (0.15 mg/L)(Gurol m.d and m,1983) يعتمد تكوّن النواتج الجانبية لعملية التعقيم على نوع المعقم ووجود المادة العضوية (الكربون العضوي الكلي) (Total Organic Carbon) (TOC) وايون البروميد والعوامل البيئية الاخرى . ويمكن خفض تكوين هذه المركبات وذلك بالعمل على أزالة مسببات تكوينها (Hiltebr,1986). حيث

يدل وجود تركيز عالي للكربون العضوي الكلي (TOC) على وجود احتمال قوي لتكون هذه المركبات الجانبية في الماء المعقم والتي من ضمنها (THM_s) وفي مثل هذه الحالات فان اتخاذ القرار يجب ان يساند اختيار المعقم والتي لا تتسبب في تكوين نواتج جانبية او تنتج اقل كمية منها . (Hoigne & Hader, 1988) تستخدم عدة طرق لتخفيض الكربون العضوي (TOC) مثل طريقة التخثير المحسن وكذلك هناك طرق اخرى مثل الامدصاص بالكاربون المنشط (activated Carbon) (AC) والتي سوف نتناولها في بحثنا هذا . يمكن استخدام التركيز (العالي) للكربون العضوي الكلي لقياس احتمال تكون النواتج الجانبية للتطهير كما ويمكن تعريفه باعتباره شرطاً يفي بغرض احد المعايير التالية(Koch, 1991) :-

- تركيز الكربون العضوي الكلي (TOC) يزيد عن 2 ملغم/لتر .
- تركيز (THM) يفوق الحد الاقصى (0.04) ملغم/لتر .
- تركيز حامض هالواسيتك (HAA) يفوق الحد الاقصى وهو (0.06) ملغم/لتر .

يقيم نوع وتركيز المواد العضوية الطبيعية باستخدام قياسات بديلة ومع ان القياسات البديلة لها محددات الا انها تستخدم لامكانية قياسها بسرعة وسهولة وكلفة منخفضة وكما تناولنا في بحثنا هذا طريقة الامتصاص الفوق بنفسجي عند طول موجي (254 nm) في حساب الـ (TOC) . لانها تقنية جيدة لتقييم وجود الكربون العضوي الذائب ، حيث يقل الامتصاص الفوق بنفسجي للماء بسبب اكسدة بعض الروابط العضوية التي تمتص هذا الضوء ولا يحدث تحويل المركبات العضوية تحويلاً كاملاً الى ثاني اوكسيد الكاربون تحت الظروف التي تتم عليها معالجة المياه وبذلك يبقى تركيز الكاربون العضوي الكلي ثابتاً . (oliver, 1980)

والبدائل المستخدمة لتقييم المواد العضوية الطبيعية .

- الكربون العضوي الكلي والذائب (TDC , TOC) .
- الامتصاص المحدد للضوء الفوق بنفسجي (SUVA) .

وهو الامتصاص على طول موجة (254) نانومتر (UV_{-254}) مقسومة على تركيز الكاربون العضوي الذائب .

وحسب المعادلة (1) :

$$SUVA = (UV_{254} / DOC) * 100 \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

وبقياس بـــ لتر / ملغم . متر (oliver 1980) .

ان موضوع بحثنا هذا هو تقييم تراكيز الـــ (THM_s) في مياه الشرب باعتبارها احد المركبات الجانبية لعملية التعقيم وهذه القيم تتغير موسمياً كما سوف نلاحظ من خلال التقييم الذي اجريناه لمعرفة تركيز الكلوروفورم في مياه الشرب في فصل الربيع ، الصيف ، والخريف حيث يكون اعلى تركيزلها في الصيف وبداية الخريف وذلك للاسباب التالية :-

1- سرعة تكون النواتج الجانبية لعملية التطهير تزداد بزيادة درجة الحرارة .

2- تتغير طبيعة مسببات تكون النواتج الجانبية لعملية التطهير بتغير المواسم .

3- تزداد الحاجة الى الكلور في الصيف بسبب الارتفاع في درجة الحرارة مما يستلزم استخدام جرعات اعلى للمحافظة على عملية التعقيم . (M.Drikas, 2003)

لمواد وطرائق العمل

يعتبر الكلورفورم احد مركبات (THMs) وهي مركبات الميثان ثلاثي الهالوجين المحتمل وجودها في مياه الشرب نتيجة لتفاعل الكلور مع المواد العضوية في الماء .

يكون الكلورفورم على شكل سائل كثيف عديم اللون صيغته الكيميائية ($CHCL_3$) وهو يغلي في درجة (62C) ويتجمد عند درجة (C - 64) ويستخدم كمذيب في صناعة الادوية والاصباغ والمبيدات الحشرية وكمادة اساسية لصناعة الفلوروكربونات . وقد استخدم الكلوروفورم في مامضى مخدرا في الجراحة وفي صناعة العقاقير وكذلك في مستحضرات التجميل في كثير من البلدان ، فقد اوضحت الاختبارات ان التعرض لجرعات عالية من الكلوروفورم يسبب أصابة حيوانات المختبر بداء السرطان. (H.W.Walker and E.Y. Kim, 2001)

وفي عام 1831 أكتشف ثلاث كيميائيين كل على حدة مركب الكلوروفورم وهم الفرنسي يوجين سوبيران ، والالماني جوستوس فون ليك والامريكي صموئيل غوثري واستخدام لتخفيف الالم اثناء الولادة . ولان الكلوروفورم قد يضر القلب والكبد والكليتين ، فقد حلت محله في الطب الحديث مخدرات اقل ضرراً .

و يتفاعل الكلوروفورم مع الهواء ويكون غاز الفوسجين وهو غاز عديم اللون ذو رائحة تشبه رائحة الفواكه المعفنة تقريباً ويمكن التحسس به بالتنفس عندما يكون بتركيز (0.125 PPm) وهو غاز اثقل من الهواء بمقدار (3.41) مرة وتبلغ درجة سميته عشرة مرات اكثر من سمية غاز الكلور (M.Drikas, 2003) .

- وفي هذا الجزء قيمنا تراكيز الكلوروفورم وكالاتي :-

تم اجراء مسح عشوائي لمناطق مختلفة لجهتي الكرخ والرصافة في مدينة بغداد وذلك لتقييم تراكيز الكلوروفورم ($CHCl_3$) بأعتباره المكون الاول لمجموعة التراي هالوميثان (THM_s) . اخذت نماذج الاحد عشر موقع وللاشهر التالية (نيسان ، ايار ، حزيران ، تموز ، اب ، ايلول، تشرين الاول) حيث استخدمت تقنية (كروموتوغرافيا الغاز) (GC) لتحديد تركيز الكلوروفورم لكونها تقنية تحليل دقيقة جداً ويمكن لها ان تتحسس الكميات الضئيلة والتي تصل الى البيكوغرام / لتر من الماء .جمعت النماذج بحاويات زجاجية نظيفة ومغسولة ومجففة وتم احكام غلق القناني للمحافظة على الخواص الكيمياوية والفيزياوية للنماذج المراد تحليلها . لقد اثبتت القياسات انه يتوجب اجراء التحليل لتحديد تركيز الكلوروفورم مباشرة بعد احذ النموذج حيث تركه لمدة تصل الى بضعة ايام يعطي نتيجة مغايرة تماماً عما هو عليه للفترة الزمنية الاولى وهو يعود الى احتمالية تطاير الكلوروفورم .تم تقدير الكلوروفورم عن طريق استخلاصه بقمع فصل حجم (250ml) وباستخدام مذيب الهكسان الاعتيادي (n-Hexane) ومن ثم يؤخذ المستخلص ويحقن بجهاز كروموتوغرافيا الغاز المزود بكاشف (ECD) واستعمال غاز النيتروجين النقي جداً حيث تصل نقاوته الى 99.999 % كغاز ناقل والعمود (DN-1) ذو الحساسية العالية بحيث يمكن له ان يتحسس التراكيز الواطئة(2003 ,M.Drikas). تحضر عدة تراكيز (Standards) من الكلوروفورم وهي (. , 0.5 , 0.3 , 0.1 p.p.m . .) وذلك لعمل المنحني القياسي (standard curve) حيث تكون صيغة المعادلة المستخدمة في الحساب هي :-

$$Y = 800.31429 * X \quad \ldots\ldots (2)$$

حيث :-

X تمثل التراكيز .

Y يمثل المساحة .

ولابد من التأكيد هنا ان هذه المعادلة تتغير مع تغير التراكيز المستخدمة في عمل المنحني القياسي لتلك النماذج. وبعد التحري عن وجود هذه المركبات في مياه الشرب المجهزة من الاسالة في مدينة بغداد وذلك عن طريق اخذ عينات عشوائية ولمناطق مختلفة من جانبي بغداد كانت النتيجة هو وجود هذه المركبات بنسب عالية في بعض المناطق واختفاء هذه المركبات في مناطق اخرى مع اختلاف التراكيز شهرياً . ومن طرق المعالجة المستخدمة طريقة الكاربون المنشط وطريقة التخثير المحسن وكالاتي:-

- طريقة الامدصاص بأستخدام الكاربون المنشط

ان الكاربون المنشط الذي تم استخدامه في هذه الطريقة له مواصفات فيزياوية موضحة في جدول (1).

جدول (1) المواصفات الفيزياوية للكاربون المنشط

Activated Char coal	ITEM NAME
ITALY	ORIGIN
75% < 40µm	PARTICLE SIZE
5%	ASH
10%	LOSS ON DRY
< 0.3%	Fe

حيث يتم في هذه الطريقة استخدام عمود زجاجي معبأ بطبقة من الكاربون المنشط المذكورة خصائصة انفا"وكذلك طبقة من الحصى والرمل حيث يمرر من خلاله نموذج من ماء الاسالة لاحد مناطق بغداد سبق ان تم قياس تركيز الكلوروفورم له ونلاحظ مدى فعالية وامتزاز هذه الطبقة من الكاربون المنشط حيث نقيس مرة اخرى تركيز الكلوروفورم بجهاز كروموتوغرافيا الغاز ومن الجدير بالذكر ، فان أي عمليات عكسية خلال معالجة المياه تؤثر على فعالية واداء الـــكاربون المنشط (apha, 1998) . وتعتمد القدرة الامتزازية للـــكاربون المنشط على جذب السطح الجزيئي وتركيز المواد المراد امتزازها في المياه . كذلك ناخذ نموذج لمياه سطحية ونقيس الامتصاصة له عند طول موجي (254nm) وهو الطول الموجي لامتصاص المركبات العضوية بجهاز الـــ (UV) حيث نعمل اولاً على تصفير الجهاز بأستخدام الماء المقطر ومن ثم نقيس الامتصاصية (absorbonce) لنموذج مياه سطحية وبأستخدام المعادلة (3) نحسب مقدار الـــ (TOC) الموجود ومن ثم المتوقع تكونه من مركبات التراي هالوميثان وذلك بأستحدام المعادلة (4) والتي تكونت بسبب عملية الكلورة له .

$$TOC(mg/L) = 33 \times UV245 \quad (Cm^{-1}) + 0.6736 \pm 0.085 \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

$$THM_{FP}\ (mg/L) = 43.367 \times TOC(mg/L) + 4.549 \pm 2.6 \quad \ldots\ldots\ldots (4)$$

THM_{FP} (Tri Hallo Methane Formation Potential)

بعدها يمرر النموذج في العمود المعبأ بالكاربون المنشط ونحسب الانخفاض في مقدار (TOC) والقيمة المتوقعة لتركيز التراي هالوميثان لهذا النموذج ويستخدم الكاربون المنشط (GAC) (Granular Activated Carbon) في إزالة المكونات العضوية وبقايا المعقمات في المياه حيث يتم تحسين الطعم للمياه ويقلل المخاطر الصحية ويقوم كذلك بحماية وحدات المعالجة

كالاغشية الاوزموزية العكسية (reverse osmosis membranes) والمبادلات الايونية (ion-exchange resins) حيث يحميها من التلف المحتمل حصوله خلال الاكسدة او ازالة المواد العضوية .

تتوقف فعالية واداء عملية الامتزاز على عدة عوامل :-

- نوعية الكربون المنشط المستخدم .
- نوعية المواد العضوية الموجودة في المياه .
- حجم جزيئات الكربون المنشط .
- درجة حرارة المياه .
- الاس الهيدروجيني (PH)

يؤدي استخدام هذه التقنية الى ازالة للمواد العضوية الكلية (TOC) والتي تصل فعاليتها (removal efficiency) الى (60-80 %) .وصنفت هذه الطريقة ضمن تقارير منظمة حماية البيئة الامريكية (EPA) بانها من افضل الطرق المتوفرة حيث يتم تحوير محطات التصفية التقليدية بأضافة مرشحات تعمل بالكربون المنشط وذلك بعد تصفية المياه في المرشحات الرملية . حيث تعمل هذه المرشحات على امتصاص ما يقارب من (60-80) % من المواد العضوية الموجودة في الماء وبالتالي تقلل من خطر تكوين المركبات الجانبية الناتجة من عملية التعقيم (DBP) ان المشكلة الرئيسية هي الكلفة الاستثمارية العالية المطلوبة لاجراء التحوير وكلفة التشغيل العالية الناتجة من ضرورة استبدال او اعادة تنشيط الكربون فهذا يزيد من كلفة المحطة بمقدار (50-200) % (اعتماداً على حجم المحطة) (usepa,1999) .

والطريقة الاخرى للمعالجة هي التخثير المحسن يشير مصطلح التخثير المحسن الى تعديل تقنية التخثر بحيث تحقق اعلى ازالة للمواد العضوية الطبيعية (NOM) . تعتمد تقنية التخثر المحسن على الـ (PH) و (جرعة المخثر المضاف) .عند مدى PH (5-6) حيث عند هذا المدى من الـ PH فان كثافة الشحنة (Charge density) لكل من الـ (humic acid) والـ (fulvic acid) جاعلة من أياهم اكثر كرهاً للمذيب واكثر امدصاصا. ويمكن تحسين ازالة المركبات العضوية الكلية (TOC) بتخفيض الـ PH او بزيادة كمية المادة المخثرة وقد صنفت هذه الطريقة ضمن تقارير (EPA) بانها من افضل الطرق المتوفرة . حيث ان العمل في اجواء حامضية يزيد من امكانية التفاعل مع المواد العضوية مكونة مواد قابلة للفصل

بالترسيب كذلك يزيد من قابلية الرواسب الاخرى . مثل (هيدروكسيد الالمنيوم) على امدصاص المواد العضوية المذابة في الماء .ان المشكلة الرئيسية لهذه الطريقة هي الكفاءة الواطئة (10-60) % . لكن كلفة تنفيذ التحوير المطلوب في محطة التصفية والكلف التشغيلية واطئة بشكل مغري لتطبيق الطريقة قبل كل شيء (B.I Dvorak and M.K. Maher, 1999).

حيث ان المخثرات الشائعة الاستعمال هي الشب $AI_2 (SO_4)_3 .18H_2O$ لما له من قدرة في ازالة المواد الصلبة وكذلك الفسفور من المياه (usepa,1999) . ولكن من المتوقع زيادة تركيز الالمنيوم في الماء الى اكثر من الحد المسموح به (0.2 mg/L) لذلك ركزنا على استعمال كلوريد الحديديك ($FeCL_3$) كمخثر حيث ان التخثير باستعمال املاح الحديد اثبت نجاحه وكفاءته . وتم استعمال البولي المنيوم كلورايد (PACl) في عملية التخثير (Coagulation) حيث انها تمتلك عدد كبير من المجاميع المشحونة ولكن صافي الشحنة على الجزيء قد يكون موجب او سالب او متعادل .لقد تم استخدام المركبات انفة الذكر كمخثرات وبأستعمال تقنية الـــ (Jar test) وذلك لازالة المركبات العضوية الطبيعية حيث اخذ نموذج لمياه سطحية وقيس له كل من العكورة (Turbidity)، (PH) ،(TOC) وبعدها تم تحضير عدة تراكيز لهذه المخثرات (كلورايد الحديديك ، بولي المنيوم كلوريد) والتي تتراوح ما بين (35 – 20p.p.m p.p.m) .ونستخدم تقنية الـــ (Jar test) بأستخدام السرع التالية:-

الزمن (min)	السرعة (r.p.m)
2	100
7	60
30	20

ثم بعدها يترك المحلول ليستقر لمدة نصف ساعة حيث نلاحظ ترسب اللبادات .

- نسحب برفق (100mL) من الرائق ونجري عليه الفحوصات التي تم اجراءها في بداية الجزء العملي .
- نحسب نسبة الازالة (Rmoval %) .
- نرسم العلاقة مابين الـــ (TOC) مع جرعة المخثر المستخدم (Dosage (mg/L للمياه السطحية .

النتائج والمناقشة

1- تم قياس تركيز الكلورفورم في مياه الشرب لاحد عشر موقع في مدينة بغداد(وذلك لكونه المركب الاول في مجموعة التراي هالو ميثان).

ان الاشكال (1,2,3,4,5,6.7) توضح هذه القيم حيث نلاحظ من خلال الاشكال البيانية وجود زيادات مضطربة للقيم فهناك مناطق تحتوي على نسب عالية وفوق الحد المسموح به والمحدد العراقية (417 لعام 2009) وهو بحدود (0.15 mg/L) وقد يكون السبب في زيادة التراكيز هو لدواعي صحية والتي قابلها ظهور مركبات كيمياوية كناتج عرضي او بسبب تركيز المواد العضوية الطبيعية العالي اضافة الى انابيب شبكة نقل المياه والتي قد تكون بوضع متردي .

نلاحظ من الاشكال ان تركيز الكلورفورم في مدينة الزعفرانية (جسر ديالى) وكذلك (المحمودية) كانت مرتفعه على مدى 7 اشهر من السنة. اما فيما يخص المناطق الاخرى فقد كان بها ارتفاع وانخفاض وعلى مدى اشهر السنة.

ولقد شهد هذا العام ارتفاع غير مسبوق به في درجات الحرارة والتي تجاوزت الـــ (50 C) وهذا سبب اخر يزيد من امكانية تكوين الـــ (DBP) حيث التراكيز للمواد العضوية الطبيغية في مياه المصدر تكون في الصيف اعلى من التركيز في الشتاء.

2- تم قياس الكاربون العضوي الكلي (TOC) والمتوقع تكونه من التراي هالوميثان (THM_{FP}) بأستخدام جهاز الـــ (UV) لنماذج مياه سطحية حيث قيست الامتصاصية عند طول موجي (254 nm) ولثلاثة اشهر (نيسان،اب، تشرين الاول) وكانت النتائج كما موضح في الجدول(2) وبأستخدام المعادلتين (4,3) المذكورة انفاً.

جدول (2) قيم الكاربون العضوي الكلي (TOC) والمتوقع تكونه من التراي هالوميثان (THM_{FP}) لنماذج مياه سطحية عدد (3)

mounth	TOC(mg/L)	THM_{FP}(mg/L)
4	6.83	0.30
7	8.95	0.397
10	3.22	0.146

ونلاحظ من الجدول اعلاه ان هناك علاقة طردية مابين الـــ (TOC) و(THM_{FP}) حيث كلما ازدات تركيز الكاربون العضوي الكلي كلما ازداد المتوقع تكونه من مركبات التراي هالوميثان.

لذا لابد من اجراء عمليات معالجة لتخفيض قيم الـــ (TOC) الى الحد الذي يمكن عنده تلافي تكون مركبات التراي هالو ميثان او وجودها تحت الحد المسموح به.

وهناك عدة طرق للمعالجة وكالاتي:-

- تخفيض جرعات المواد المعقمة او تغيير طريقة التعيم او استخدام اكثر من طريقة.
- ازالة هذه المركبات بعد تكونها اثناء عملية التعقيم بطرق هندسية مثل التهوية او الامدصاص بالكاربون المنشط.
- تقليل هذه المركبات بتقليل تراكيز المواد العضوية المسببة لانتاج هذه المركبات قبل مرحلة التعقيم بالكلور مثلا باستخدام مواد مرسبة.
- استخدام تقنية التخثير المحسن ويمكن استخدام المعادلة التالية والتي تربط بين الـــ TOC والتراي هالوميثان المتوقع تكونه

$THM_{FP} = 43.78\ TOC$ .....(5)

3- طريقة المعالجة بأستخدام الكاربون المنشط:

حيث عملنا على ازالة هذه المركبات بعد تكونها اثناء عملية التعيم والجدول(3) يوضح تراكيز الكلوروفورم التي تم قيسها بجهاز الـــ (GC) قبل مرورها من خلال عمود الكاربون المنشط وتراكيز الكلوروفورم بعد اجراء عملية الامدصاص بالكاربون المنشط ولثلاث مناطق وخلال شهر نيسان.

جدول(3): تركيز الكلوروفورم قبل وبعد عملية الامدصاص بالكاربون المنشط ولثلاث مناطق.

الموقع	تركيز الكلوروفورم قبل الامدصاص بال (AC)	تركيز الكلوروفورم بعد الامدصاص بال (AC)
الجادرية	0.43	0.36
كرادة	0.496	0.40
محمودية	0.821	0.74

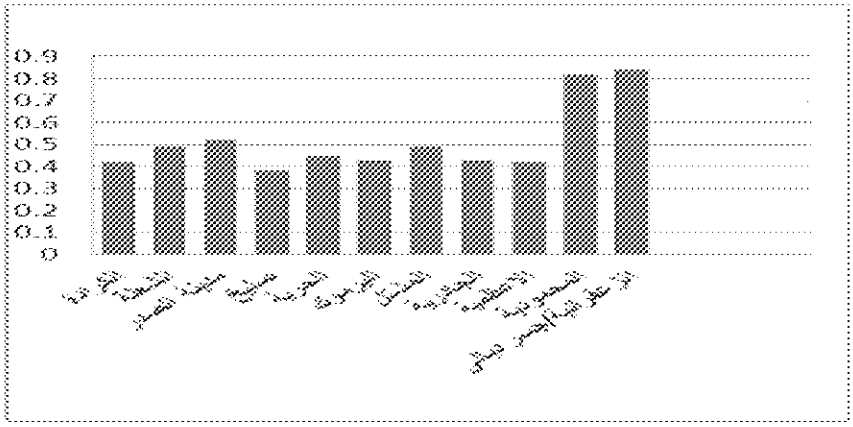
حيث نلاحظ من القيم الموضحة في الجدول (3) ان تقنية الامدصاص بالكاربون المنشط هي جيدة وفعالة في اختزال تراكيز الكلوروفورم.

4- طريقة المعالجة باستخدام تقنية التخثير المحسن والمخثرات المستخدمة هي كلوريد الحديديك والبولي المنيوم كلورايد والجدول (4) يوضح النتائج الخاصة بثلاث تراكيز لنوعين من المخثرات ($Fecl_3$،PACL) حيث تم قياس العكورة والكاربون العضوي الكلي وكذلك

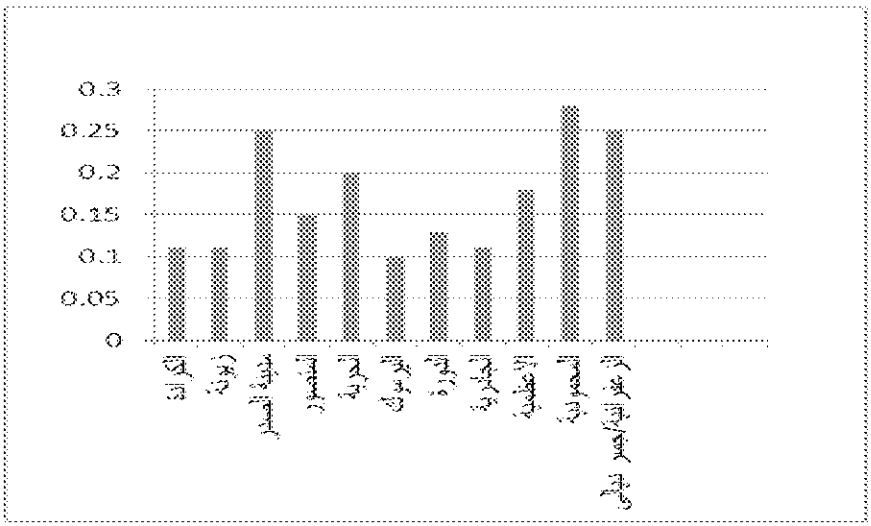
النسبة المئوية للازالة (Removal %).الجدول (4): قيم العكورة والكاربون العضوي الكلي والنسبة المئوية للازالة لكل من ($Fecl_3$،PACL) وبتركيز مختلفة.

تراكيز المخثر (p.p.m)	$FeCl_3$		PACL	
	(NTU)	(TOC)	(NTU)	(TOC)
5	23.43	3.92	3.26	2.5
10	23.38	3.60	2.99	2.07
20	17.95	2.20	2.21	1.8

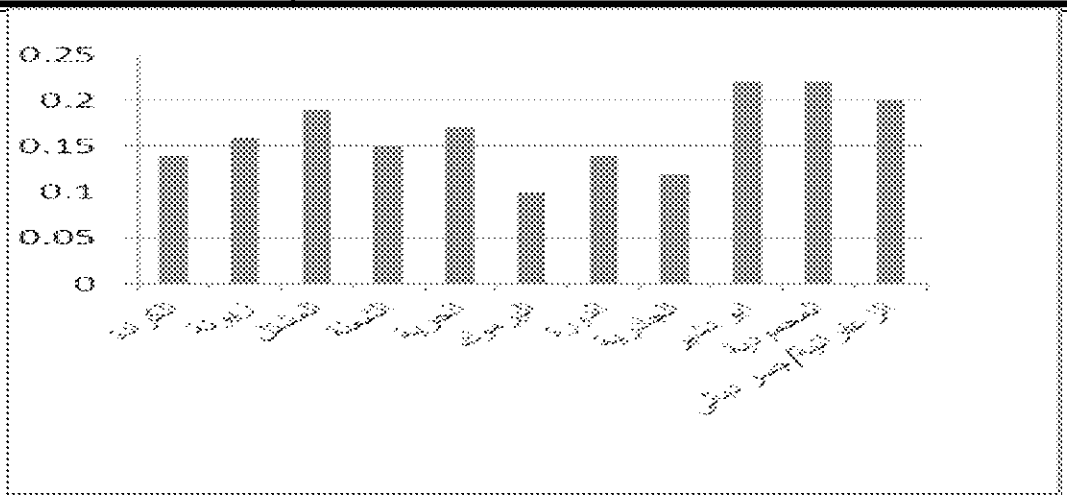
حيث نلاحظ من الجول اعلاه ان استخدام المخثر بولي المنيوم كلورايد هو اكثر فعالية من كلوريد الحديديك وكذلك استخدام التركيز (20 ppm) يعطي نسبة ازالة اعلى من التركيزين (10.5) وللنوعين من المخثر ان سبب فعالية البولي المنيوم كلورايد هو لكونه ذا سلسلة طويلة وذات وزن جزئي عالي وتحتوي على عدد كبير من المجاميع الفعالة المشحونة.



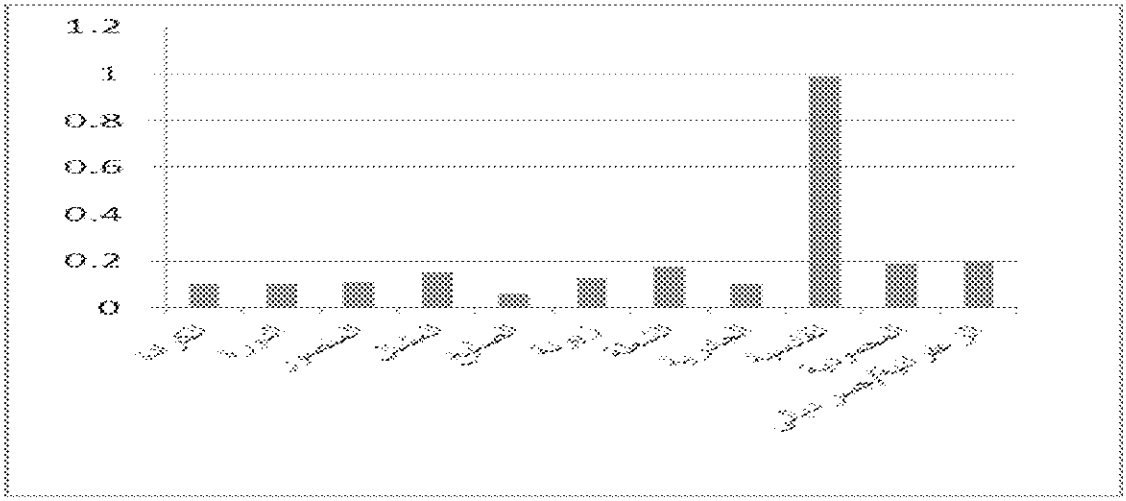
شكل (1) قياسات الكلوروفورم لـــ11 موقع في بغداد لشهر نيسان 2010



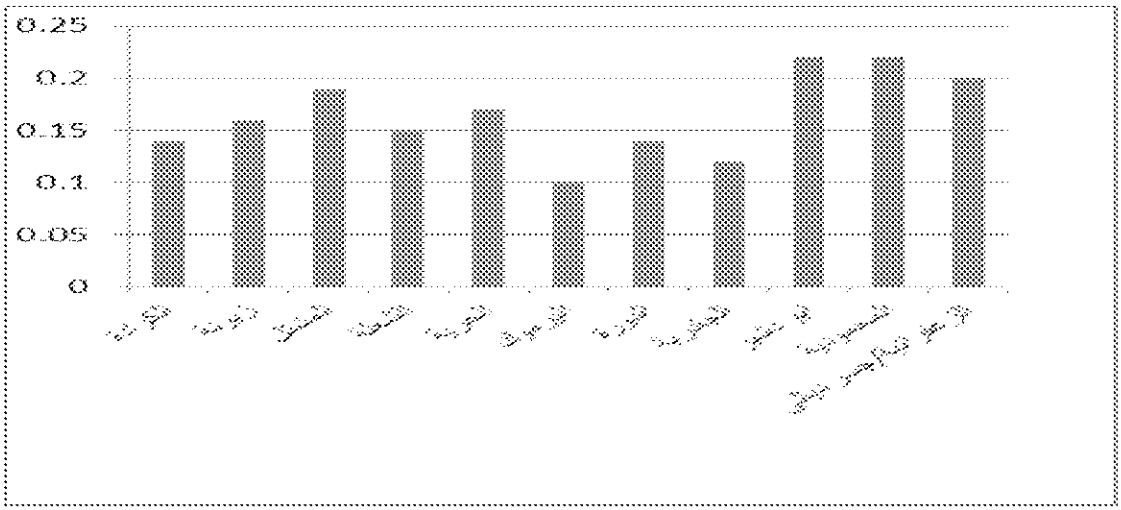
شكل (2) قياسات الكلوروفورم لـــ 11 موقع في بغداد لشهر آيار 2010



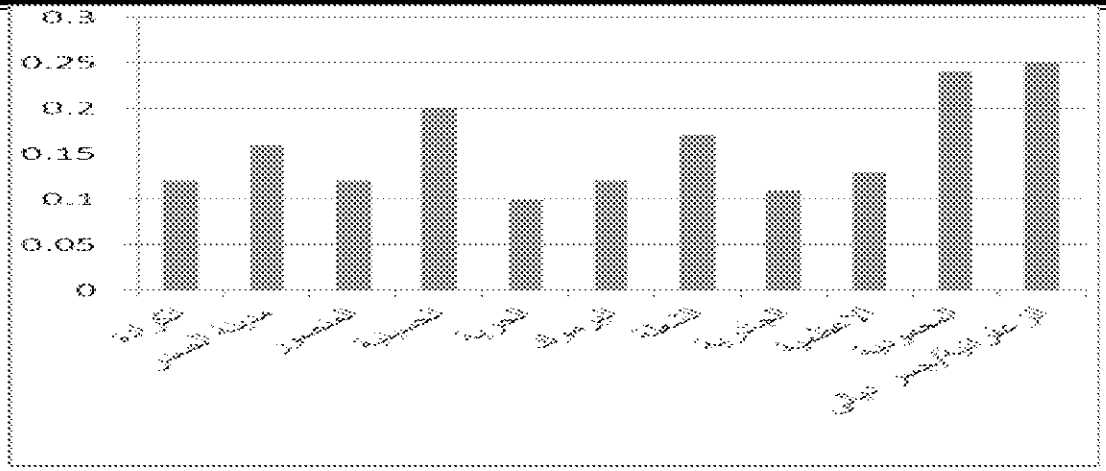
شكل (3) قياسات الكلوروفورم لـــ11 موقع في بغداد لشهر حزيران 2010



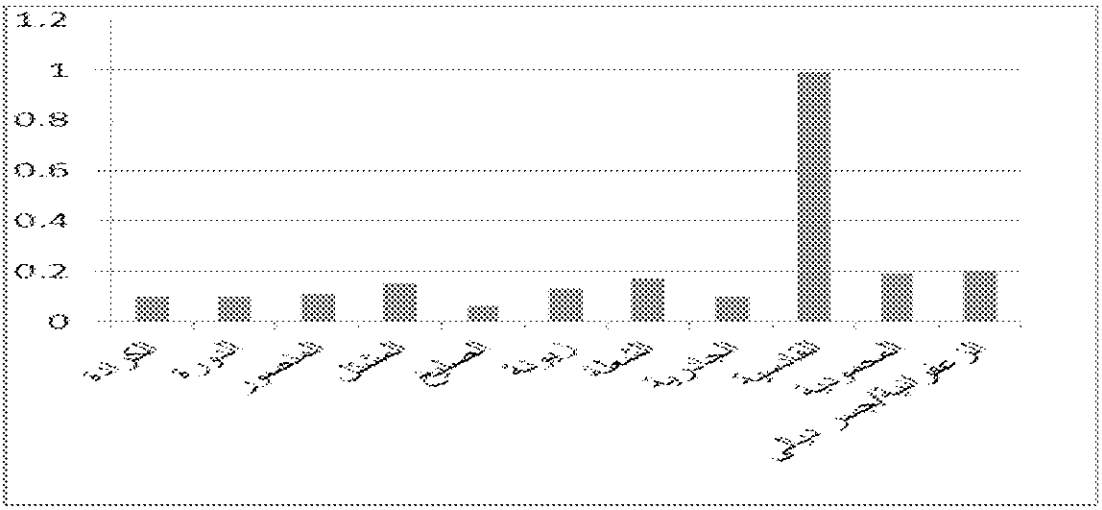
شكل (4) قياسات الكلوروفورم لـــ11 موقع في بغداد لشهر تموز 2010



شكل (5) قياسات الكلوروفورم لـــ11 موقع في بغداد لشهر آب 2010



شكل (6) قياسات الكلوروفورم لـــ11 موقع في بغداد لشهر ايلول 2010



شكل (7) قياسات الكلوروفورم لـــ11 موقع في بغداد لشهر تشرين اول 2010

الاستنتاجات والتوصيات

- اتضح لنا ان تقنية الامدصاص بالكاربون المنشط كفوءة في امتصاص المواد العضوية الموجودة في الماء وبالتالي يقل خطر تكوين (DBP_s) ولكن المشكلة هي طبقة الكاربون المنشط والتي لابد من استبدالها او اعادة تنشيطها بعد اجراء التجربة وهذا له مردود اقتصادي غير جيد على كلفة التجربة .
- ومن القيم الموجودة في الجدول (5) يمكن ان نلاحظ الانخفاض في قيمة الكاربون العضوي (TOC) مما يدل على اهمية تقنية التخثير المحسن في تقليل تراكيز المواد العضوية المسببة لانتاج (DBP_S) قبل مرحلة التعقيم بالكلور حيث عند اضافة ($FeCl_3$) تكونت لدينا لبادات من هيدروكسيد الحديديك وهو مادة غير قابلة للذوبان في الماء مما يؤدي الى ترسبها وكلما

زاد تركيز المادة المخثرة كلما ازدادت نسبة الازالة وهذا واضح من خلال التركيز (20 p.p.m) الذي اعطى قيم (عكورة) و (TOC) مختلفة عما هو عليه في التركيز (5 ,10) .

- ولو قارنا ما بين كلوريد الحديديك والبولي المنيوم كلورايد نلاحظ ان فعالية الثاني واضحة جداً بسبب الانخفاض الكبير في قيمة العكورة وكذلك يوجد فرق في قيم الـ (TOC) وهذا سببه ان خواص الايونات في الماء والتي هي احد العوامل المؤثرة في عملية التخثير من جملة عوامل عديدة منها (pH) درجة الحرارة ، سرعة الخلاط ، والمزج السريع وغيرها والسبب حيث ان المخثرات البوليمرية هي سلسلة طويلة وذات وزن جزيئي كبير والتي تحتوي على عدد كبير من المجاميع المشحونة . ولسلاسل البوليمر عدد كبير من المواقع الايونية ويجري التخثير بمعادلة الشحنات على الغرويات بهذه المواقع المتأنية فضلاً عن هذا فان التوصيل الالكتروستاتيكي يعمل على ربط السلسلة بدون تغير محسوس في القاعدية او قيمة PH .
- ان تركيز مادة الكلوروفورم متواجدة وبنسب عالية تتجاوز الحد المسموح به في مناطق عديدة من بغداد وعلى مدار سبعة اشهر مما يجعلنا نستنتج بوجود مادة التراي هالوميثان في مياه الاسالة لهذه المناطق .
- لابد من الاستمرار المتواصل في تقييم النواتج العرضية والناتجة من عملية التعقيم وعلى مدار السنة مع البحث عن ايجاد الحلول الملائمة .
- الحرص على استخدام طرائق بديلة عن الكلور او العمل على استخدام عملية التعقيم الهجينة مثل (كلور ، اوزون) ، (كلور ، UV) او (كلور ، كلورامين) وغيرها .
- شمول الحد الاقصى للتلوث بثلاثي هالوجينو الميثانات الكلية (TTHM) الانظمة جميعها بسبب كونها مواد مسرطنة
- اجراء معالجة مكثفة للمياه السطحية واجراء تغيير جوهري في ممارسات التعقيم .
- تعديل المواصفة العراقية لتكون مشابهة للمواصفات الدولية وادخال محددات جديدة لنواتج التعقيم العرضية.

المصادر

AWWA(American Water Works Asssocation) 1970 Committee Viruses in Drinking g awwa 71(8) 441.

APHA, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 20th. ed., Washington, DC, 1998.

B.I Dvorak and M.K. Maher, GAC Contactor desing for NOM removal: Implications of EBCT and blending, j. Env. Eng., 125(2) (1999) 161-165.

Cameron G.N.G.M. Symons S.R.Spencer &j.Y.Ma.1989 minimizing THM formation During Control of the Asiatic Ciam. A.comparrison of Biocides j.awwa 81(10) 53-62.

Chick .h.1908 investigation of the law of Disinfection j.hygiene 8:92

Gurol M.D and M pidatella 1983 Astudy of ozone Induced coagulation conference proceeding .ASCEenviormental engineering Divison specialty conference allen medinine and Michael Anderson Boulder .CO.

Hazen and sawyer 1992 disinfection al tenatives for safe drink water .Van nostrand reinhold new York .NY.

Hiltebrand D.J.AF ,Hess P.B.Galaant c,r. Melia 1986. Impact of chlorine dioxde & ozone

Hoigne & H Bader1988 the formation of trichloronitromethane (chloropicrin) and chloroform in acombined ozonation water Resources 22(3)31.

Koch B.S W. Krasner m.j. sclimenti & W.K. schimpff 1991 prediction the formation of DBPS by the simulated Jawwa 83(10)62-70.

M.Drikas, C.W.K. Chow and D.Cook, the Impact of Recalcitrant orGanic Character on Disinfection Stability, THM formation and bacteria-growth: anevaluation of miex, J. Water Supply, 52(7) (2003) 475-487.

Oliver B.G.& D.B, Shindler 1980 trihalomethanes from chlorination of aquation algae .

USEPA, Enhanced Coagulation and enhanced precipitative softening guidance manual, EPA 815-R-99-012,1999.

Assessment the concentration of Tri halo methane in drinking water

***Estabraq A. Hameed **Amal Abdulrida ***Suha Mahde Salah ****Noor alhuda A. Alwan**

*** Directorate of coordination with governorates and regions/M.O.S&T/Iraqi/Baghdad.**

****Environment & water res. & tech. directorate/M.O.S&T/Iraqi/Baghdad.**

*****Mechanical engineering/college engineering/Al anbar university/Iraqi/Al anbar**

****** Directorate of coordination with governorates and regions/M.O.S&T/Iraqi/Baghdad**

Abstract

This study addressed the problem of the products side as a result of the interaction of natural organic matter with chlorine used for disinfection, where these products cause, according to research and intensive studies of many cancer diseases. Therefore it was necessary to conduct an assessment of the presence of these compounds in drinking water, specifically the city of Baghdad. We have worked assess the extent of (7) months, starting from "(April until October) and we have noted there are several areas with concentration of Chloroform , which is one of the group triglyceride Halo methane and composite the first in the group high and then click to the limit. And we dealt with my way of dealing with the reduction of these compounds They use (activated carbon) and technical (coagulation enhanced), where the results showed the effectiveness of these methods and efficiency, as well as we dealt with two types of Almktherat IT coagulation improved substitutes for alum, which is commonly used in our stations are iron compounds and polymeric materials such as poly aluminum chloride (PACL).