الكشف عن تراكيزالهالوجينات العضوية(الكلوروفورم) في نماذج مياه الشرب لمدينة بغداد

* زهير احمد محمد ** شلال مراد حسين ** عدي ستارعباس

* كلية الطب البيطري/جامعة بغداد

**المركز العراقي لبحوث السرطان والوراثة الطبية/الجامعة المستنصرية

تأريخ التسليم 14/6/2008

تأريخ القبول 12/10/2009

الخلاصة

حدد تركيز الكلوروفورم في ماء الشرب على اربعة وجبات في الاسبوع ولمدة اسبوعين في الشهر خلال اشهر الدراسة الثلاث (آب , تشرين الاول , كانون الاول) لسنة 2008, حيث تحتوي الوجبة الواحدة على نموذجين ليصبح عدد النماذج 48 نموذجاً اي بواقع 16 نموذجاً لكل الشهر مقسمة بالتساوي على المشاريع والمناطق السكنية التي شملتها الدراسة, اختيرت اربعة مشاريع لتصفية الماء في مدينة بغداد اثنان في جانب الكرخ وهما مشروع ماء القادسية ومشروع ماء الكرامة والاخران في جانب الرصافة وهما مشروع ماء الوحدة ومشروع ماء الوثبة, اضافة الى المناطق السكنية التي تغذيها المشاريع اعلاه وهي كل من منطقة القادسية والعطيفية والكرادة وباب المعظم على التوالي, حدد تركيز الكلوروفورم بواسطة جهاز كروماتوغرافيا الغاز GC التابع الى مختبرات دائرة تكنلوجيا معالجة المياه في وزارة العلوم والتكنلوجيا في مدينة بغداد وأظهرت النتائج تلوث ماء الشرب في مدينة بغداد بالكلوروفورم، حيث اظهرت قيم متباينة في معدل تراكيز الكلوروفورم للمشاريع والمناطق السكنية التي تغذيها, وعند مقارنة النتائج اتضح ان معدلات تراكيزالكلوروفورم للمناطق السكنية قد سجلت اعلى من معدلات المشاريع التي تغذيها خلال اشهر الدراسة الثلاثة, وعند تحليل النتائج احصائياً تبين ان شهر آب سجل اعلى معدل وتفوق معنوياً ($P \leq 0.05$) يليه شهر تشرين الاول ثم كانون الاول في كافة المشاريع والمناطق السكنية, ومن جانب اخر نلاحظ ان مشروع الوثبة ومنطقة باب المعظم تفوقا على باقي المشاريع والمناطق السكنية على التوالي في تركيز الكلوروفورم لاشهر الدراسة الثلاثة, ومن خلال التحليل الاحصائي للنتائج وجدت علاقة طردية قوية جداً بين انخفاض تركيز الكلوروفورم وانخفاض درجات الحرارة كلما تقدمنا نحو الاشهر الباردة من السنة.

Detection of trihalomethane (chloroform) in drinking water in Baghdad city

***Zuhair A. Mohammed ** Shalal M. Hussein ** Odae Satar abbas**

***College of Veterinary Medicin .University of Baghdad**

**** Iraqi center for Cancer and Medical Genetic Researches – Al-Mustansiriyah Uni.**

Summary

This study designed to determine the chloroform concentration in drinking water in Baghdad city. The chloroform concentration specified into drinking wter into four portions per a week along two weeks in each month for three months of this study (August, October and December) , 2008 each portion has two samples, so the total number be 48 drinking water samples (sixteen samples per month as an equal portions for each project and district).

Four projects of water supply filtration stations were selected in Baghdad city, two of them were in Kerkh side (include Qadissia water supply project and Al-karama water supply project). The other two projects in the Rusafa side, include Al-wahda and Al-Wathba water supply projects. In addition to the citizen district houses as Al-Qadissia, Al-Otayfia, Al-Karrada and Bab Al-Muathem respectively.

The chloroform concentration was determined by the use of the Gas Chromatographic (GC) in the laboratories of the general technology state for water treatment which belongs to the Ministries of Science and Technology.

The results revealed the concentration of drinking water in Baghdad city by chloroform, comparison of these results between each others revealed that the citizen district houses gave high average of chloroform concentration than the projects along the period of this study.

According to the statistical data analysis it was found that the results in August were the highest and significantly transcend ($p < 0.05$) than the results reported in October and December in all the drinking water project and citizen district.On other hand it was noticed that the Wathba project and Bab Al-Muathem district houses significantly transcend ($p < 0.05$) than other water drinking projects and citizen districtsin the average mean along all month of study.

In addition, the statistical data analysis found out a strong forward relation ship between the decrease chloroform concentration and decrease of temperature degrees whenever going to the cold season of the year, in all the water drinking project and citizen district.

المقدمة

يعد الكلور من أكثر المطهرات استخداماً في معالجة ماء الشرب في الوقت الحاضر، وإن الغرض من استخدام المطهرات في معالجة الماء هو الحد من الأمراض التي تنتقل بوساطته، وتثبيط انتشار الكائنات الممرضة في مصادر التزويد. وقد استخدمت طريقة الإضافة المتواصلة للكلور في معالجة الماء لأول مرة في مدينة صغيرة في بلجيكا في بداية العقد الأول من القرن العشرين ومنذ البدء باستخدام الترشيح والتطهير في محطات معالجة الماء في الولايات المتحدةالامريكية، تم التخلص عملياً من الأمراض التي تنتشر عن طريق الماء (1). ونتيجة لعملية التطهير يتفاعل الكلور مع المركبات العضوية الموجودة في الماء، كبقايا الأشجار المتحللة والمواد الحيوانية Humus (2) ، مكونةً مركبات تعرف بالمركبات الناتجة من عملية التطهير Disinfection By-Products (DBPs) , وأكثرها شيوعاً ثلاثي هالوجينوالميثان Trihalomethanes (THMs) (3)، التي لها تأثيرات صحية خطيرة متنوعة، وقد أُثبت أن لها علاقة ببعض أنواع السرطان ولاسيما سرطان الكلية والمثانة وببعض حالات الأجهاض والتشوهات الجنينية (4) , حيث بين الباحث (5) في كل من هولندا والولايات المتحدةالامريكية أن كلورة ماء الشرب تؤدي إلى تكون ثلاثي هالوجينو الميثانات ويتكون هذا الثلاثي عندما يتفاعل الكلور مع المواد العضوية المتواجدة في الماء, وبناء على ذلك قامت وكالة حماية البيئة الدولية بعمل مسوحات، أكدت الانتشار الكبير لثلاثي هالوجينو الميثانات في مصادر الماء المكلورة وقد وجد أن ثلاثي هالوجينو الميثانات والنواتج العرضية الأخرى لعملية الكلورة هي مواد مسرطنة(6) ومن انواع النواتج العرضية المعروفة باسم ثلاثي هالوجيبوالميثانات (THMs) : كلوروفورم chloroform و بروموفورم bromoform و بروموديكلوروميثان bromodichloromethane وديبروموكلوروميثان dibromochloromethane (8,7) تتغيرالمركبات العرضية لعملية التطهير موسمياً ويكون اعلى تركيز لها في فصل الصيف وبداية الخريف, وذلك للاسباب التالية : سرعة تكونها تزداد بازدياد درجة الحرارة وتتغير طبيعة مسببات تكونها بتغير المواسم وتزداد الحاجة الى الكلور في الصيف بسب الارتفاع في درجة الحرارة الذي يساعد على ظهور الامراض مما يستلزم استخدام جرعات اعلى للمحافظة على التطهير(10,9) ويعتمد نوع النواتج العرضية وكميتها التي تتكون أثناء المعالجة إلى حد كبير على نوع المطهر وجودة الماء وسلسلة عمليات المعالجة وزمن الاتصال والعوامل البيئية مثل درجة الحرارة والاس الهيدروجيني(11). في عام 1983 حددت وكالة حماية البيئة الامريكية تقنيات معالجة وتعديلات على المحطات التي تستطيع انظمة ماء التجمعات السكنية استخدامها, لتتوافق مع الحد الاقصى للتلوث بثلاثي هالوجينوميثان, واهم التعديلات على المعالجة تضمنت نقل نقطة الكلورة الى مرحلة متاخرة في محطة معالجة الماء وتحسين عملية التخثير لتحسين ازالة مسببات نواتج التطهير العرضية واستخدام الكلورامين اضافة الى الكلور الحر او بديلا عنه وتتضمن الخيارات الاخرى للحد من تكون النواتج العرضية لعملية التطهير: ضبط جودة ماء المصدر، أزالة مسببات تكونها واختيار طريقة التطهير (12,7) . وتقييم الاثار الصحية للمطهرات والنواتج العرضية عادة بأجراء دراسات وبائية او سمية باستخدام الحيوانات المختبرية. ومن تاثيرات النواتج العرضية على الصحة العامة : اولاً . التاثير السمي حيث اشار(13) ان تعريض ذكور الجرذان واناث الفئران للكلوروفورم الممزوج مع ماء الشرب وبالتراكيز 1800,900,400,200,0ملغم/لتر ولمدة ستة اشهر, لوحظ قلة وزن الجسم وبعض القيم الدموية كذلك لوحظ زيادة في الشحوم المحيطة بالكبد, نسيجيا لوحظ فرط التنسج بالانابيب الكلوية مع تنخر الخلايا الكلوية والكبدية, واجرى (14) دراسة نسيجية عن تجريع تراكيز مختلفة من الكلوروفورم 90,30,10,0 ppm كل 18,12,6,2 ساعة على التوالي يومياً ولمدة سبعة ايام لاناث الفئران, فأظهرت نتائج الدراسة تنكس خلايا الوعاء الكبدي مع تنخر الخلايا الكبدية. ثانياً . التاثير المسرطن في

عام 1992 وجد (15) علاقة زيادة نسبة الاصابة بسرطان المثانة والمستقيم في الانسان المتعرضين للماء المكلور, وفي دراسة مسحية قام بها (16) لاكثر من 5000 شخص في مدينة Ontario/ كندا, وجدوا 950 شخصاً مصاباً بسرطان المثانة والقولون والمستقيم كانوا متعرضين للماء المكلور لفترات زمنية طويلة. ثالثاً . التأثير على الجهاز التنفسي لوحظ ان استنشاق بخار الكلور أثناء الاستحمام يزيد من مشكلات الربو، و الحساسية و الجيوب الانفية فالتعرض قصير المدى لهذه الظروف قد يسبب ادماع العينين والسعال والبلغم وإدماء الأنف وآلام الصدر, أما التعرض بشكل اكبر فربما يسبب تجمع السوائل في الرئة والتهاب الرئة والالتهاب الشعبي وقصر النفس (17). رابعاً . التاثير على الحمل والمواليد من خلال العديد من الدراسات لوحظ زيادة المخاطر لحدوث الاجهاض التلقائي وموت الاجنة داخل رحم الام في النساء المتعرضين للماء المكلور والحاوي على تراكيز عالية من ثلاثي هالجينوالميثان, وهنالك عدة عوامل تساعد في زيادة حدوثها وهي عمر الام وتاريخ الحالة المرضية للام وتعاطيها الكحول او التدخين وحالة الجسم (18).

المواد وطرائق العمل

* جمع النماذج : جُمعت النماذج في قناني بلاستيكية, حيث اخذت النماذج من الخزان النهائي للمشاريع ومن مصادر التجهيز النهائية للمنازل (الحنفيات) للمناطق السكنية التي تغذيها تلك المشاريع وبواقع عينتين لكل مشروع ومنطقة سكنية خلال الاشهر اب, تشرين الاول, كانون الاول لسنة 2008 ليصبح عدد مجموع النماذج 48 عينة, وبواقع 16 عينة لكل شهر مقسمة بالتساوي على المشاريع والمناطق السكنية وحفظت العينات المأخوذة بواسطة حافظة بلاستيكية (ترمز) محاطة بالثلج ثم نقلت بشكل مباشر الى مختبرات دائرة تكنلوجيا معالجة المياه / وزارة العلوم والتكنلوجيا في بغداد .

* تحديد تركيز الكلوروفورم: حدد تركيز الكلوروفورم في مياه الشرب بواسطة جهاز كروماتوغرافيا الغاز عن طريق استخلاصه بقمع الفصل وباستخدام مادة n-pentane كمذيب ثم اخضع المستخلص الى الجهاز, حيث استخدم غاز النيتروجين ذي نقاوة 99.9 كغاز ناقل بمعدل جريان 60 مل/دقيقة, واستخدم عمود نوع DN-1 الشعري . وعمل منحني قياسي باستخدام كلوروفورم ذي نقاوة 99.5 بواسطة تراكيز مختلفة 5,3,1, 9,7 جزء /المليون وثبتت مساحاتها, ثم حقنت نماذج المياه معطية مساحات مختلفة ممثلة لتراكيز الكلوروفورم الموجود في نماذج المياه.

* التحليل الأحصائي: حللت نتائج البيانات إحصائياً بأستخدام التصميم العشوائي التام (C.R.D) لدراسة تاثير الاختلافات في تركيز الكلوروفورم للمشاريع والمناطق السكنية التي اشتملت عليها الدراسة ولمعرفة الفروق المعنوية بين المتوسطات استخدم اختبار دانكن متعدد الحدود(19).

النتائج

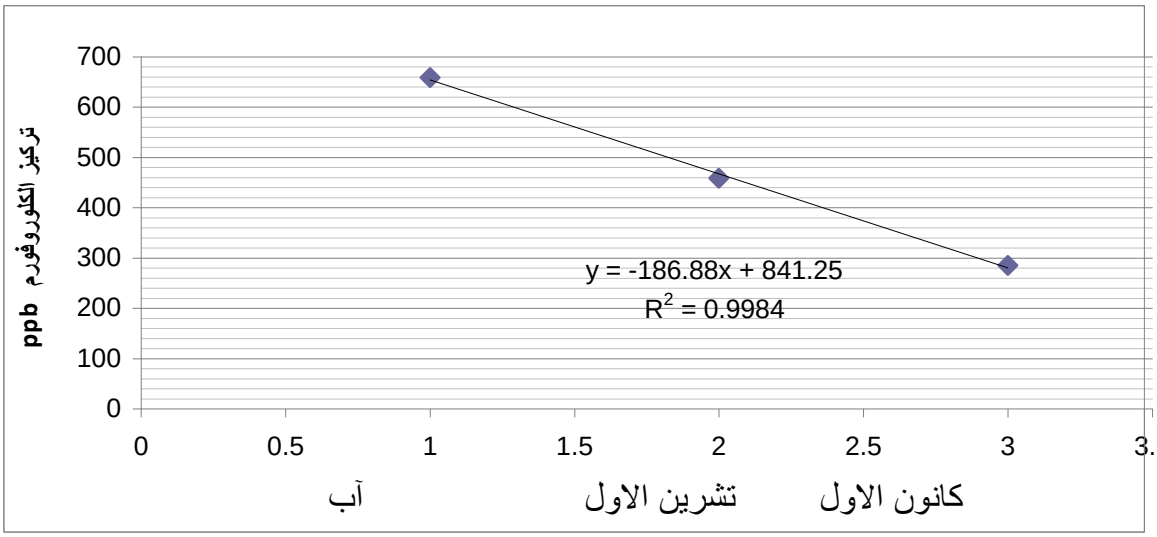
اظهرت نتائج تحديد تركيز الكلوروفورم في نماذج مياه الشرب للمشاريع والمناطق السكنية تلوث مياه الشرب في مدينة بغداد بالكلوروفورم خلال فترة الدراسة الواقعة بين شهر آب – شهر كانون الاول 2008, من خلال ملاحظة زيادة في تركيزه عن الحدود القصوى المسموح بها والمحددة من قبل منظمة الصحة العالمية ووكالة حماية البيئة الدولية والتي اكدت على ان لايتجاوز تركيز ثلاثي هالوجينو الميثانات 80 ppb , ويبين الجدول (1) معدلات قيم تراكيز الكلوروفورم للمشاريع وكذلك للمناطق السكنية خلال اشهر الدراسة حيث نلاحظ ان المناطق السكنية اعطت معدلات تراكيز اعلى من المشاريع التي تغذيها كذلك يتضح ان شهر آب سجل اعلى معدل وتفوق معنوياً ($P \leq 0.05$) يليه شهر تشرين الاول ثم كانون الاول في كافة المشاريع والمناطق السكنية, ومن جانب اخر نلاحظ ان مشروع الوثبة ومنطقة باب المعظم قد سجلا اعلى معدلات لتركيز الكلوروفورم خلال الاشهر الثلاث مقارنةً بالمشاريع والمناطق السكنية الاخرى

جدول (1) معدلات تراكيز الكلورفورم في مياه الشرب لبعض المشاريع والمناطق السكنية التي تغذيها في مدينة بغداد خلال الاشهر (آب, تشرين الاول, كانون الاول) لسنة 2008 .

المشروع/المنطقة السكنية	معدل تركيز الكلوروفورم± الخطأ القياسي PPb		
	آب	تشرين الاول	كانون الاول
القادسية	a 15 ± 435	b 15 ± 335	c 10 ± 210
القادسية	a 10 ± 510	b 10 ± 400	c 10 ± 300
الكرامة	a 25 ± 585	b 10 ± 390	c 5 ± 245
العطيفية	a 10 ± 700	b 35 ± 455	c 10 ± 250
الوثبة	a 10 ± 710	b 15 ± 495	c 5 ± 305
باب المعظم	a 40 ± 760	b 20 ± 570	c 10 ± 340
الوحدة	a 5 ± 595	b 5 ± 365	c 5 ± 205
الكرادة	a 25 ± 665	b 10 ± 410	c 10 ± 250

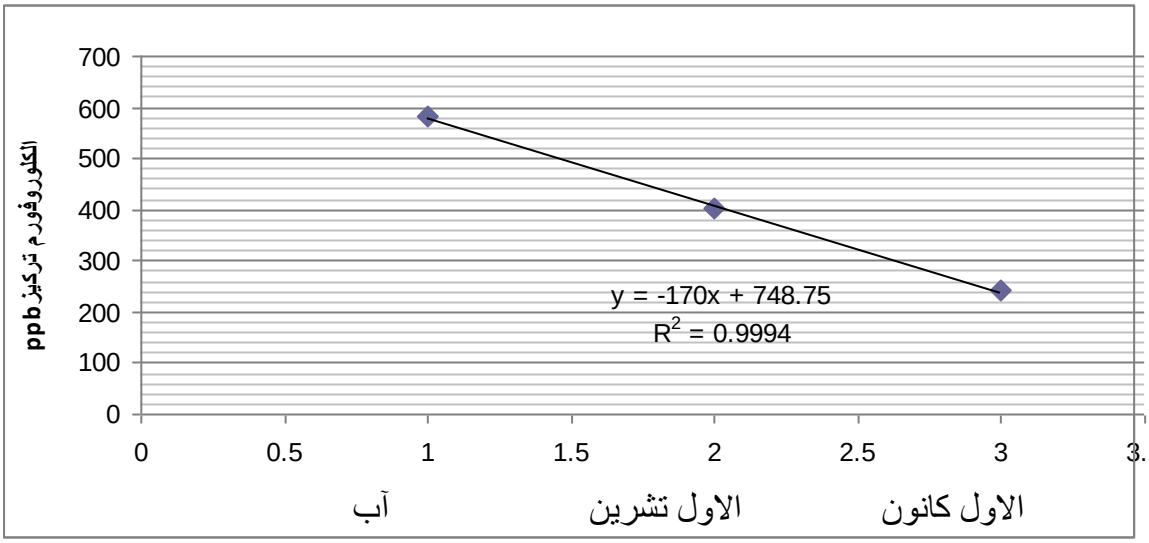
- الحروف المختلفة افقياً تدل على وجود فروقات معنوية بين الاشهر .

ومن خلال الشكلين (2,1) يتضح وجود علاقة طردية بين انخفاض تركيز الكلوروفورم وانخفاض درجات الحرارة كلما تقدمنا نحو الاشهر الباردة من السنة في كافة المشاريع والمناطق السكنية



شكل (1) العلاقة بين تركيز الكلوروفورم ودرجات الحرارة للمناطق السكنية خلال ثلاثة اشهر

شكل (2) العلاقة بين تركيز الكلوروفورم ودرجات الحرارة للمشاريع خلال ثلاثة اشهر



المناقشة

اظهرت النتائج تفوق المناطق السكنية في معدلات تركيز الكلوروفورم على المشاريع جدول(1) خلال اشهر الدراسة وقد يكون السبب في ذلك ان تركيز الكلوروفورم تراكمي(22) وان الماء المجهز لهذه المناطق يحتوي على تراكيز عالية من الكلوروفورم التي تكون اصلاً في المشاريع التي تغذي هذه المناطق حسب نتائج هذه الدراسة اضافة الى ان الكلور يترك متبقي له في شبكات التوزيع الماء(24,23) ونتيجة الى قدم شبكات التوزيع واحتمالية تكسرها ودخول بعض الاطيان والاوساخ ومياه الصرف الصحي اليها (25) كل هذه الاسباب تؤدي الى تفاعل الكلور مع الملوثات وهذا ما اكده مجموعة من الباحثين (8,3) الذين اشاروا الى ان زيادة المواد العضوية تؤدي الى زياد تكون النواتج العرضية لذلك يستمر تفاعل الكلور مع الملوثات وبالتالي يستمر تكون الكلوروفورم .

ومن خلال الجدول (1) يتضح ان شهر آب تفوق معنوياً ($P \leq 0.05$) عن باقي اشهر الدراسة (تشرين الاول وكانون الاول) في تركيز الكلوروفورم للمشاريع والمناطق السكنية كافة وسبب ذلك هو ارتفاع درجة الحرارة لهذا الشهر مقارنة بباقي الاشهر التي شملتها الدراسة اضافة الى زيادة كمية الكلور المضاف للتطهير لغرض السيطرة على الامراض التي تكثر في فصل الصيف وخصوصاً الكوليرا التي انتشرت في العراق اثناء فترة الدراسة (20) مع زيادة عكورة الماء في فصل الصيف وهذا يتفق مع ما اشار اليه الباحثين (4 , 10 ,21) الذين اكدوا على تغيرتراكيز المركبات العرضية لعملية التطهير بالكلور موسمياً ويكون اعلى تركيز لها في فصل الصيف وبداية الخريف .

من خلال النتائج التي تم التوصل اليها يتضح ان مشروع الوثبة ومنطقة باب المعظم قد سجلا اعلى معدلات تراكيز للكلوروفورم مقارنة بباقي المشاريع والمناطق السكنية خلال اشهر الدراسة, جدول (1) وقد يعزى ذلك الى قدم المشروع واستخدام الكلور كمطهر اولي او اضافة الكلور بكميات اعلى من الحد المسموح به (20) او نتيجة قرب المشروع من مدينة الطب والتي بدورها تؤدي الى زيادة تلوث الماء(25) وبالتالي تزيد من تفاعل الكلور مع المواد العضوية وانتاج الكلوروفورم بتراكيز عالية وهذا يتفق مع بحوث (8,3) الذين اكدوا ان الكلور اثناء عملية تعقيم الماء يتفاعل مع المواد العضوية الموجودة في الماء وبالتالي يؤدي الى تكوين نواتج عرضية واهمها الكلوروفورم اما منطقة باب المعظم التي تفوقت على باقي المناطق فقد يكون سبب ذلك الى ان مشروع الوثبة الذي يغذي هذه المنطقة قد سجل اعلى تركيز وهذا ما اكدتها نتائج الدراسة الحالية جدول (1) لذلك فان الماء المجهز لهذه المنطقة يحتوي على اعلى تركيز من الكلوروفورم لذلك تفوقت هذه المنطقة على المناطق الاخرى.

ومن خلال الشكلين (2,1) يتبين وجود علاقة طردية مهمة جداً من الناحية الاحصائية والعملية بين انخفاض تركيز الكلوروفورم وانخفاض درجات الحرارة في كافة المشاريع والمناطق السكنية حيث سجلت قيمة R^2 (0.999 , 0.998) على التوالي والسبب يعود الى ان

سرعة تكون الكلوروفورم تنخفض بانخفاض درجات الحرارة اضافة الى قلة الحاجة للكلور المستخدم للتطهير لقلة انتشار الاوبئة عند انخفاض درجات الحرارة وهذا يتفق مع ما جاء به الباحثان (10,9) الذين اشاروا الى ان سرعة تكون النواتج العرضية تزداد بازدياد درجة الحرارة وكذلك تزداد الحاجة الى الكلور في الصيف بسب الارتفاع في درجة الحرارة الذي يساعد على ظهور الامراض مما يستلزم استخدام جرعات اعلى للمحافظة على التطهير.

المصادر

1- Gouveia, C.; Nicolau, R.; Ferreira, F. and Camara . (2007) . Collaborative monitoring of chlorine flavours in drinking water . Water Sci. Technol55:77 – 84.

2- Meier, J.R. (1988) . Genotoxic activity of organic chemicals in drinking water . Mutat. Res. 196: 211 – 245 .

3- Rand, J.I.; Hofmann, R.; Alam, M.Z.B.; Chauret, C.; Cantwell, R.; Andrwell, R.C.; Andrews, R.C. and Gagnon, G.A. (2007) .Afield study evaluation for mitigating biofouling with chlorine dioxide or chlorine integrated with UV disinfection. Water Res. 41: 1939 – 1948 .

4- Guzzella, L.; Caterino, F.D.; Monarca, S.; zani, C.; Feretti, D.; Zebini, I.; Nardi, G.; Buschini, A.; Poli, P. and Rossi, C. (2006) . Detection of mutagens in water – distribution system after disinfection . Mutat. Res. 608: 72-81.

5- Rook, J.J. (1974). "Formation of Haloforms during Chlorination of Natural Water.J." Water Treatment and Examination. 23(2): 234-243.

6- Cantor, K.P.; Lynch, C.F.; Hildesheim, M.E.; Dosemeci, M.; Lubin, J.; Alavanja, M. and Craun, G. (1999) . Drinking water source and chlorination by- products in Iowa. III.Risk of brain cancer. Am. J. Epidemiol. 150: 552 – 560.

7- Singer, P.C.(2004). Alternative Oxidant and Disinfectant Treatment Strategies for Controlling THM Formation. EPA 600/S2-88/044. October

8 - Backer, L.C.; Ashley, D.L.; Bonin, M.A.; Cardinali, F.L.; Kieszak, S.M. and Wooten, J.V. (2004). Household exposures to drinking water disinfection by-products: whole blood trihalomethane levels. J. Expo Anal Environ Epidemiol 10:321-326.

9- Cameron, G.N.; Symons, J.M.; Bushek, D.; and Kulkarni, R. (2006). "Effect of Temperature and pH on the Toxicity of Monochloramine to the Asiatic Clam." J. AWWA. 81(10):63-71.

10- Egorov, A.I.; Andrei, A.; Tereschenko, A.; M.Altshul, L.; Vartiainen, T.; Samosonov, D.; Labrecque, B.; Paakkanen, J.M.; Drizhd, N.L. and Ford, T.E. (2003) . Exposures to drinking water chlorination by – products in a Russian city . Interna. J. Hyg. Environ. 206: 539 – 551.

11- Singer, P.C. and Chang, S.D. (2003). "Correlations Between Trihalomethanes and Total Organic Halides Formed During Water Treatment." J. AWWA. 81(8):61-65.

12 – Oliver, B.G. and Shindler, D.B. (2007)."Trihalomethanes From Chlorination of Aquatic Algae." Env. Sci. Tech. 14(12):1502.

13- Jorgenson, T.A.; Meierhenry, E.F.; Rushbrook, C.J.;Bull, R.J. and Robinson, M. (1985).Carcinogenicity of chloroform in drinking water to male Osborne-Mendel rats and female B6C3F1 mice. Fund. Appl. Toxicol. 5:760-769.

14- Constan, A.A.; Wong, B.A.; Everitt, J.I. and Butterworth, B.E.(2002). Chloroform inhalation exposure conditions necessary to initiate liver toxicity in female B6C3F1 mice. Toxicological Sciences 66:201-208.

15- King, W.D.; Marrett, L.D. and Woolcott, C.G. (1992). Case-control study of colon and rectal cancers and chlorination by-products in treated water. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 9: 813-818.

16- King, W.D. and Marrett, L.D. (1996). Case-control study of bladder cancer and chlorination by-products in treated water (Ontario, Canada). *Cancer Causes Control*;7:596-604.

17- Seigo Yamamoto and Tatsuya Kasai.(2007). Carcinogenicity and Chronic Toxicity in Rats and Mice Exposed to Chloroform by Inhalation. Journal of Occupational,Health.44:283-293.

18- Savitz, D.A.; Andrews, K.W. and Pastore, L.M.(1995). Drinking water and pregnancy outcome in central North Carolina: source, amount and trihalomethane levels. Environ Health Perspect .103:592-6.

19- SPSS.(2008).statical package for social science : user's Guides Statistics for personal computer, version, 16, Stanford, U.S.A.

20- حمودي، لمياء سلمان (2008). دراسة بعض العوامل المؤثرة على كفاءة الكلور التطهيرية المستخدم في تطهير ماء الشرب في محطات تصفية مياه الشرب لمدينة بغداد / الرصافة, رسالة ماجستير, كلية الطب البيطري, جامعة بغداد.

21- Krewski, D.; Balbus, J.; Butler-Jones, D.; Haas, C.; Isaac-Renton, J.; and Roberts, K.(2007). Managing health risks from drinking water: a report to the Walkerton Inquiry. J Toxicol Environ Health 65:1635-1823.

22- Connell, G.F.(2005). The Chlorination/Chloramination Handbook. American Water Works Association. Denver, CO.

23- Masschlein, W.J. (2006). "Unit Processes in Drinking Water Treatment." Marcel Decker D.C., New York, Brussels, Hong Kong.

24- Proulx, F.; Rodriguez, M.J.; Serodes, J. and Bouchard, C. (2007). A methodology for identifying vulnerable locations to taste and odour problems in a drinking water system .Water Sci. Technol.55:177– 183 .

25- الشرقي، جلنار (2008). لقاء شخصي. مديرة قسم المختبرات – دائرة ماء بغداد – امانة بغداد.