تراكيز الكلور المتبقي في شبكة ماء جامعة تكريت

عفاف جدعان عبيد
مدرس مساعد / كلية الهندسة
جامعة تكريت

تاريخ الاستلام: ٢٠١٠/١٠/١٢ تاريخ قبول النشر: ٢٠١١/١/١٠

الخلاصة:

يعتبر الكلور من أهم المعقمات لتوفره بصورة واسعة وبكلفة معتدلة في اغلب مناطق العالم. ان وجود الكلور في مختلف مناطق شبكات الاسالة مهم جدا للتأكد من وجود التعقيم للمياه. يهدف البحث إلى إيجاد تركيز الكلور المتبقي في الماء الخارج من محطة إسالة ماء جامعة تكريت وبعض المناطق التابعة لها ضمن جامعة تكريت وملحقاتها.اختيرت هذه المناطق على مسافات مختلفة من المحطة وذلك لمعرفة وجود الكلور المتبقي في مياه الشرب ضمن الحدود المسموحة. تم قياس تركيز الكلور المتبقي وكذلك قيم بعض العوامل المؤثرة عليه مثل الدالة الحامضية pH ودرجة حرارة الماء والعكورة لستين عينة من ماء الشرب خلال فترة الدراسة التي امتدت بين شهري تشرين الثاني ٢٠٠٩ الى نيسان ٢٠١٠.

تم استعمال نماذج إحصائية لتحليل البيانات حيث بينت النتائج ان تركيز الكلور المتبقي تراوح بين ٠,٢ - ٤ ملغرام/ لتر. ان معظم تراكيز الكلور المتبقي كانت اعلى من القيم المسموح بها وفق المعايير القياسية لمياه الشرب العراقية. اما بالنسبة لقيم الدالة الحامضية pH فقد تراوحت بين ٧-٨,٢ واظهرت النتائج عدم وجود علاقة واضحة بين هذه القيم وتركيز الكلور المتبقي. كذلك اشارت النتائج ان هناك تناسبا عكسيا بين درجة الحرارة و تركيزالكلور المتبقي وكذلك تناسب تركيز الكلور عكسيا مع الكدرة. أما بالنسبة للتوصيلية الكهربائية والاملاح الذائبة الكلية فقد كانت ضمن حدود المواصفات القياسية العراقية.

الكلمات الدالة: مياه الشرب, التعقيم , الكلورة , نوعية المياه , الكلور المتبقي .

Concentration of Residual Chlorine in Tikrit University Water Supply Network

Abstract

Chlorine is considered as one of the most important disinfectants because of its availability in a wide form and in acceptable cost. Measurements of residual chlorine are very essential to assure the presence of disinfection at various locations of the water distribution system. The aim of the present work is to find the residual chlorine concentrations in potable water which leaves Tikrit University water supply plants. pH-, water temperature and water turbidity are also measured. Sixty samples of tap water are tested during November 2009 till April 2010. The results show that range of residual chlorine is 0.2-4mg/l) and most of the measured values are higher than the maximum permissible limit according to Iraqi standards(417/1974)

The data indicated that pH is within the range of (7-8.2) and there is no clear relationship between pH and residual chlorine concentration. It is found that there an inverse proportionality between residual chlorinean and temperature . Same trend is found between

residual chlorine and turbitiy. The Conductivity and total dissolved solid of drinking water was within the permitted level by the Iraqi standers .

Keywords: Drinking Water, Disinfection, Chlorination, Water Quality, Residual Chlorine.

المقدمة

من اهم المشكلات المرتبطة بمياه الشرب تلك المتعلقة بتلوث المياه السطحية والجوفية بالملوثات الكيميائية و البيولوجية، ولذلك حرص الباحثون في مجال علم المياه على إجراء الدراسات على المياه وأهم الملوثات التي تتعرض لها بالفعل الانشطة البشرية سواء كانت زراعية ام صناعية ام خاصة، ومن أهم التحديات التي تواجه العلماء و الباحثين في مجال معالجة المياه امكانية تخليص مياه الشرب من الاخطار الكامنة نتيجة التلوث الميكروبيولوجي والكيميائي بحيث لا تشكل مواصفات المياه بعد معالجتها خطرا على الصحة العامة.

يستخدم التعقيم بالكلور على نطاق واسع في العالم لتعقيم المياه وتخليصها من عوامل المرض البيولوجية، وذلك لتميز الكلور بانخفاض كلفته وسهولة تطبيقه وفعاليته الكبيرة وقدرته على الاحتفاظ بفعاليته على تعقيم المياه حتى وصولها الى المستهلك [14,12,9].

إلا إن الدراسات المتتابعة للمركبات المصاحبة لعملية التعقيم بينت في كثير من جوانبها وجود مخاطر حقيقية على الصحة العامة ناجمة عن عملية التعقيم بالكلور الأمر الذي خفف الحماس تجاه الكلور، فقد ثبت في العديد من الدراسات انه عند التعقيم بالكلور تتشكل المركبات المصاحبة لعملية المعالجة بالكلور ومن أهمها مركبات ثلاثي الهالوميثان المسببة لإمراض السرطان و اضطرابات الخصوبة والقدرة الانجابية ، ترتبط نسب تشكلها بعوامل مختلفة منها طريقة المعالجة ودرجة الحرارة وpH المياه وكمية المركبات العضوية الكلية في المياه وجرعة الكلور المضافة وزمن التفاعل والملوثات المختلفة الموجودة في المياه [16,13, 8,7]

للتخفيف من امكانية تشكل هذه المركبات الخطرة المصاحبة لعملية التعقيم اتجهت العديد من الدراسات للعمل على تخفيف جرعة الكلور المستخدمة بحيث تتم المحافظة على نسبة كلور متبقي في الشبكة ضمن الحدود الصغرى القادرة على المحافظة على مياه خالية من الجراثيم المسببة للامراض، كما اجريت العديد من الدراسات استهدفت تطوير عمليات التعقيم باستخدام عمليات اعادة الكلورة لتحقيق هذه الغاية [5 , 18] .

من هنا تأتي أهمية القيام بدراسة نسب الكلور الحر في شبكة توزيع مياه الشرب للوقوف على سلامتها وذلك من خلال اخذ نماذج لمياه الشرب من مشروع ماء جامعة تكريت ومن مسافات مختلفة منها وتحديد تركيز الكلور الحر للتأكد من بقاء تركيز الكلور الحر فيها ضمن الحدود المطلوبة لتجنب الخطر الكيميائي بسبب زيادة نسبة الكلور ,ويجب أن يكون أعلى من الحد الادنى اللازم لتجنب الخطر الجرثومي .

درس الباحث(LeChevllier et al. 1981 [11] كفاءة التعقيم في قتل بكتريا الكوليفورم للمياه السطحية الموزعة بدون ترشيح, وباستخدام نموذج رياضي وجد ان هناك علاقة عكسية لكفائة التعقيم مع الكدرة وان الزيادة في الكدرة (١-١٠) NTU يقلل كفاءة التعقيم ثمانية مرات, ولا يحدث هذا الا ضمن ضخ منتظم لجرع الكلور.

بين (Buckey , 1984)[6] ان محطات تصفية الماء تهدف الى انتاج ماء صالح للشرب وخال من الاحياء المجهرية وذي مذاق مقبول وعديم اللون والرائحة, قيمة العكورة تكون ضمن حدود المواصفة. ولقد ذكرت العديد من الاجراءات التي تساعد على تحقيق الاهداف اعلاه ومنها قياس تركيز الكلور الحر المتبقي في الماء المجهز من محطة المعالجة وتقدير كفاءة المعالجة عن طريق معرفة مستوى العكورة في بداية ونهاية المحطة وقياس الرقم الهيدروجيني للماء الناتج من محطات المعالجة .

توصل (Peirce et al. , 1998) [15] بأن كفاءة التعقيم تتناسب عكسيا مع العكورة وتتأثر بعدة عوامل منها فصول السنة ومتطلب الكلورين ومستوى الكوليفورم في الماء . توصي منظمة الصحة العالمية (WHO) بأن عكورة الماء الخارج من محطات التصفية يجب أن لا تزيد عن (5 NTU) ويفضل ان تكون(1NTU) لضمان فعالية التعقيم بالكلور .

فيما وجد العالم (Twortetal,١٩٩٤) [17] , العوامل التي تؤثر على كفاءة التعقيم بالكلور وهي: العكوره والمواد العضوية وامتصاص الكلور بواسطة المركبات المعدنية وإمتصاص الامونيا بواسطة مركبات الامونيا ودرجة الحرارة الواطئة تسبب تأخير عملية التعقيم وزمن التماس وان زيادة قيمة الدالة الحامضية للماء المعالج (pH) يؤدي الى تقليل فعالية الكلور.

درست الباحثة (Al-Qaisey, 2005)[2] تراكيز الكلور المتبقي في شبكات الماء لسبع محطات اسالة في مدينة بغداد. استمرت الدراسة بين شهري شباط الى تموز لسنة ٢٠٠٤ ,حيث شملت الدراسة تحليل بيانات الكلور المتبقي ودرجة الحرارة والدالة الحامضية (pH) لعينات الماء بعدها تم تحليل البيانات بشكل احصائي. اشارت النتائج الى ان تركيز الكلور المتبقي كان ضمن حدود المواصفات القياسية العراقية عدا بعض النقاط التي كان فيها تركيز الكلور

اعلى من الحد المسموح ويعود السبب في ذلك الى عدم السيطرة على ضخ جرع الكلور، اضافة الى ان بعض المناطق من الشبكة كانت فيها خزانات يضاف اليها جرع اضافية من الكلور. تراوحت قيم الدالة الحامضية بين(٧- ٨,٢) حيث اظهرت الدراسة بانه ليس هناك علاقة واضحة بين هذه القيم وقيم الكلور المتبقي نتيجة المدى المحدود. وبالنسبة للعلاقة بين درجة الحرارة والكلور المتبقي كانت العلاقة عكسية .

قام الخفاجي (Al-kafaji , 2006) [1] بتقييم اداء محطة تصفية ماء مدينة الحسين (ع) في مدينة كربلاء مع بقية محطات تصفية الماء الموجودة في المدينة. استمرت الدراسة من شهر كانون الاول الى شهر اب لسنة ٢٠٠٥ حيث شملت الدراسة تحليل بيانات العكورة للماء الخام وللمحطة. كذلك تمت دراسة عملية الكلورة وعملية تشغيل المحطة، بعدها تم تحليل البيانات بشكل احصائي. اشارت نتائج التقييم بان عملية التشغيل لكل من احواض الترسيب و الترشيح لازالة العكورة كانت سيئة .

درس الباحث (عليا تميم,٢٠٠٧) [20] تراكيز الكلور المتبقي في شبكة توزيع المياه في حي الرمل الشمالي في مدينه اللاذقية وا ظهرت الدراسة ان لمعظم قياسات الكلور المتبقي تركيزا اعلى من القيم المسموحة وفق المعايير القياسية السورية لمياه الشرب على الرغم من بعدها عن مصدر المياه المعالجة بالكلور باستثناء بعض النقاط التي كان فيها تركيز الكلور الحر المتبقي ضمن الحدود المسموحة وبعدها قامت بتحليل النتائج احصائيا حيث بينت النتائج ان هذا التفاوت بين القياسات بسبب ان عددا قليلا من المنازل يتم تغذيتها من الشبكة الجديدة وهذا ممكن ان يزيد زمن مكوث المياه ويمنع تجددها بنفس السرعة التي تتغير بها مياه الشبكة القديمه التي ما زالت بعض البيوت مرتبطة.

قام الباحث (al-mhamdi ,2007) [3] بتقييم اداء مشاريع تجهيز المياه بواسطة الوحدات المجمعة (مجمعي العبودي و العبور) في مدينة بغداد لبيان مدى قدرتها على تصفية المياه الخام من نهر دجلة و كذلك لتقييم ظروف التشغيل في المجمعين. اذ قام بفحص العينات فيزيائيا وكيميائيا وبايولوجيا واستمر العمل الحقلي من شهر تشرين الثاني ٢٠٠٥ لغاية شهر تموز ٢٠٠٦، بعدها قام بتحليل النتائج احصائيا. بينت النتائج المستحصلة بان نسبة قيم العكورة المتجاوزة للمواصفات العراقية كانت ٢٨% لمجمع العبيدي و٢٤% لمجمع العبور، و كان معدل قيم الكلورين المتبقي ١,٤٦٤ ملغرام/لتر لمجمع العبيدي و ١,١٥٦ ملغرام/لتر لمجمع العبور، اما الفحوصات البايولوجية لمياه الشرب فاظهرت انه لا توجد أي مؤثرات بايولوجية مع نسبة كلور متبقي اعلى من ١ملغرام/لتر لكلي المجمعين. كانت جميع مؤشرات نوعية الماء ضمن المواصفة القياسية العراقية ما عدا نتائج المواد الصلبة الذائبة.

اهمية البحث واهدافة

يتطرق هذا البحث الى دراسة تركيز الكلور المتبقي في شبكة ماء الشرب لجامعة تكريت حيث يشتكي المستهلكون من وصول الاوساخ والطين والطحالب مع المياه. كما تتميز جامعة تكريت وملحقاتها و الحي السكني للاساتذة بتنوع في البناء بين بناء قديم وبناء حديث مما ينعكس على طبيعة شبكة مياه الشرب .

يهدف هذا البحث الى:

الوصول الى تقييم علمي منطقي لجودة تعقيم مياه الشرب من خلال اجراء قياسات ميدانية على عينات من الماء أخذت من مواقع مختلفة من شبكة التوزيع ومدى مطابقتها للمواصفات القياسية العراقية ٤١٧ لسنة ١٩٧٤ [19]

قياس بعض العوامل التي تؤثر على تركيز الكلور المتبقي مثل الدالة الحامضية pH ودرجة الحرارة والعكورة, وايجاد العلاقة التي تربط بينهم. اضافة الى قياس خصائص اخرى مهمة لمياه الشرب مثل التوصيلية الكهربائية(EC) والمواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS) .

الجانب العملي

المواد وطرق البحث

نبذة مختصرة عن مشروع ماء جامعة تكريت

يقع مشروع ماء جامعة تكريت شمال مدينة تكريت في محافظة صلاح الدين ويتزود هذا المشروع بالماء الخام من نهر دجلة . تاسس في عام ٢٠٠٢ وهو عبارة عن وحدة مجمعة (Backag Unit) وهي نوع من المحطات التي تستخدم في الحالات الطارئة. تم اختيار هذه المحطة كونها الوحيدة التي تزود جامعة تكريت والحي السكني للاساتذة بالماء الصالح للشرب لغرض تقييم كفاءة التعقيم.

تتم عملية التعقيم باضافة الكلور بواسطة مضخة تجريع (dosing pump) في جانبي حوض الترسيب في نقطة وصول الماء من النهر فقط وهي ما تعرف بالكلورة المسبقة. يتم اضافة هايبوكلورات الصوديوم في هذه العملية. يمثل الجدول (1) بعض المعلومات عن مشروع ماء جامعة تكريت.

مواقع اخذ العينات

جمعت العينات من مواقع عديدة تضمنت مشروع ماء جامعة تكريت ومواقع اخرى تبعد بمسافات عن المشروع وقد اخذت النماذج من المواقع التالية : الاقسام الداخلية للطالبات وتبعد بمسافة 660 مترعن المشروع وكلية الهندسة وتبعد بمسافة 685 متر عن المشروع وكلية الصيدلة وتبعد بمسافة 1015 متر عن المشروع وكلية طب الاسنان وتبعد بمسافة 1370 متر عن المشروع والحي السكني للاساتذة ويبعد بمسافة 1567 متر عن المشروع وكما موضحة في الجدول(٢) ويبين الشكل(١) موقع جامعة تكريت مؤشرا عليها مواقع اخذ عينات الدراسة .

طرق قياس العينات

الخواص التي تم قياسها لنماذج الماء تمثلت بالدالة الحامضية (pH) و درج الحرارة والكلور المتبقي والمواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS) والتوصيلية الكهربائية (ES). تم قياس الدالة الحامضية (pH) باستخدام قطب قياس الهيدروجيني المحمول (pH6.55) وباستخدام الثرموميتر الزئبقي تم قياس درجة الحرارة وتم قياس الكدرة باستخدام جهاز (2029 e\e) اما المواد الصلبة الذائبة الكلية فقد تم قياسها بواسطة جهاز (HI-9033) والتوصيلية الكهربائية (EC) تم قياسها بواسطة جهاز (PC510) .

في هذه الدراسة و في مشروع ماء جامعة تكريت ، الفحص الرئيسي المستخدم لقياس الكلور الحر المتبقي هو (DPD Colorimetric Method) لكون هذه الطريقة ملائمة لقياس الكلور المتبقي في المياه المعالجة بتراكيز بين (0.2-4) ملغم\التر، ويتم الفحص باستخدام قرص (LOVIBOND) مع كاشف (DPD) وهو عبارة عن مسحوق جاهز بعبوات خاصة تستعمل لكل فحص مجهز من الشركات المنتجة للمواد الكيمياوية. تتم عملية القياس حقليا باخذ (10مل) من عينة الماء ثم يضاف اليها عبوة من كاشف (DPD) نتيجة لذلك ينتج محلول وردي تفاوت درجة لونه حسب تركيز الكلور المتبقي في العينة. بعدها توضع الخلية في قرص (LOVIBOND) ويتم مقارنة لون عينة الفحص مع درجات اللون المثبتة على القرص الدوار.[10]

بعد اجراء الفحوصات المطلوبة تم دراسة وتحليل النتائج احصائيا باستخدام البرنامج الاحصائي (spss) (Statistical package for Social Science) والبرنامج الاحصائي (statistica) .

النتائج و المناقشة

خصائص نوعية المياه

شملت الفحوصات التي تم اجراؤها العديد من الخصائص الفيزياوية والكيمياوية لمياة الشرب لمشروع ماء جامعة تكريت ولنقاط عديدة تقع على مسافات مختلفة من المشروع ضمن فترة الدراسة للفترة من كانون الاول ٢٠٠٩ ولغاية نيسان ٢٠١٠ ،الجدول (2) يمثل الخصائص الاحصائية لهذه الفحوصات.

درجة الحرارة

تم قياس درجة الحرارة موقعيا في وقت جمع عينات الماء حيث تراوحت درجات الحرارة C0(١١-٢٥), ان قياس درجة حرارة الماء من القياسات المهمة لكونها العامل الحرج المتعلق بنمو الكائنات الحية المجهرية .

المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS)

تراوحت تراكيز المواد الصلبة الذائبة الكلية TDS للنماذج ضمن المدى (٢١٠-٤١٠) ملغم\التر، وحسب المواصفات القياسية العراقية لمياه الشرب التي حددت الحد الاعلى لـ (TDS) <٥٠٠ ملغم\التر، وبالاعتماد على هذه المواصفات تعتبرالتراكيز المقاسة ملائمة لاغراض الشرب

التوصيلية الكهربائية (EC)

تراوحت قيم التوصيلية الكهربائية (EC) بين (٣٠١-٢٠٠٠) µS/cm كما موضحة في الجدول (٢) . هناك علاقة قوية مباشرة بين (TDS) المواد الصلبة الكلية الذائبة والتوصيلية الكهربائية (EC) وكما هو واضح من النتائج التي حصلنا عليها حيث انه كلما تزداد المواد الصلبة الذائبة تزداد التوصيلية الكهربائية. درجة الحرارة أيضا تؤثر على التوصيلية الكهربائية حيث بزيادة درجة الحرارة تزداد ذوبا نية الايونات المختلفة.

الدالة الحامضية (pH)

القيم التي تم الحصول عليها لـ (pH) كانت ضمن مدى صغير (٧,٢-٨) وهذا هو المعدل الطبيعي لمياه الشرب

تراكيز الكلور المتبقي

يوضح الجدول (2) ان اوطأ قيمة لتركيز الكلور المتبقي كانت 0.2 ملغم/لتر بينما وصلت اعلى قيمة لتراكيز الكلور المتبقي ٤ ملغم/لتر. من هذه القيم نجد انه لا توجد مشكلة في الحد الادنى لنسبة الكلور الحر المطلوب توفره في مياه الشرب ولكن في المقابل نجد ان المتوسط اعلى من الحد الاعلى المسموح به لتعقيم مياه الشرب حسب المواصفات القياسية العراقية وهذا مما يسبب مشاكل صحية.

الكدرة

تعتبر الكدرة من الفحوصات المهمة نظرا لتاثيرها المباشرعلى نوعية المياه المايكروبرلوجية. تراوحت قيم الكدرة بين NTU (٢,٦-٣٤) كما موضح في الجدول رقم (2). لوحظ ان القيمة العليا كانت خارج محددات المواصفات القياسية العراقية والتي حددت قيم الكدرة بـ NTU (١٠) ويرجع السبب في هذا إلى عدم كفاءة المحطة في معالجة الماء و ذلك لتردي نوعية الشب المستخدم إضافة إلى زيادة طلب استهلاك الماء مما يؤدي إلى عدم وجود زمن تماس كافي لإجراء عملية التخثير مع عدم كفاءة المرشحات نظرا لقدم عمر محطة معالجة ماء الشرب وعدم إجراء الصيانة المستمرة لها .

تحليل نتائج العوامل التي تؤثر على تركيز الكلور المتبقي

تحليل نتائج الكلور المتبقي لمياه الشرب الخارجة من مشروع ماء جامعة تكريت

أجريت عمليات قياس ميدانية لتحديد نسبة الكلور الحر في مشروع ماء جامعة تكريت وذلك بعد إضافة الكلور مباشرة قبل إجراء أي قياس لتحديد نسبة الكلور في مصدر مياه الشرب الذي يغذي جامعة تكريت.

جدول(٣) يتضمن نتائج تحليل مياه الشرب الخارجة من مشروع ماء جامعة تكريت٠ نلاحظ ان تركيز الكلور كان قليلا (٠,٦) ملغم/لتر في الايام (١٧/٣- ١٨/٣) بينما في الأيام (2/25-1-17/2-28/1-18/1) فكان تركيز الكلور عالي (٤, 2.5 ,3,2,٥) ملغم/لتر على التتابع.لا يمكن تفسير هذا التفاوت في تراكيز الكلور الخارج من مشروع ماء جامعة تكريت سوى عدم وجود سيطرة على ضخ جرعة الكلور وعدم اعتماد سياقات علمية صحيحة من قبل مشغلي المحطة في عملية الضخ.

علاقة تركيز الكلور المتبقي - المسافة

الشكل (٢) يوضح العلاقة بين معدل تركيز الكلور المتبقي والمسافة من مشروع الماء لمناطق الدراسة. وجد ان هناك تذبذبا كبيرا في تراكيز الكلور المتبقي في هذا المشروع حيث ان تراكيز الكلور لم تتسم بالانسيابية والتدرج بحيث تعطي فكرة عن حركة المياه في منطقة الدراسة , فمن المعروف ان نسبة الكلور الحر تنخفض بالبعد عن مصدر المياه (مكان المعالجة بالكلور) حيث لوحظ ان تراكيز عالية للكلور الحر المتبقي في الحي السكني وكلية طب الاسنان و الصيدلة والهندسة التي تبعد مسافة,(١٥٦٧متر ١٣٧٠متر, ١٠١٥متر, ٦٨٥متر على التوالي من مشروع ماء جامعة تكريت, على الرغم من بعدها عن المحطة , هذا التذبذب ربما يعود الى:

١. الجرع العالية لتراكيز الكلور المضافة تلافيا لحدوث أي امراض ولضمان تعقيم فعال للمياة ولكن هذا يقودنا الى احتمال تشكل اخطار ناتجة عن التاثير السلبي لوجود كميات كبيرة من الكلور في مياه الشرب(الامراض السرطانية) .
٢. وقت قياس النماذج كان مختلفا نتيجة لتباعد هذه المواقع عن بعضها.
٣. ان مشغلي المحطة غير ملتزمين بالسياقات العلمية الصحيحة حيث يضخون الكلور بناء على التقديرات الشخصية وباوقات تكون متقاربة في مرة ومتباعدة مرة اخرى مما يؤدي الى تراكم تركيز الكلور في اوقات معينة مما يؤدي الى هذه القراءات الغير مطابقة للسياقات العلمية الصحيحة .
٤. اختلافات طبيعة الانابيب التي تنقل الماء الى المجمعات المختلفة فقسم منها قديم والاخر حديث وكذلك اختلاف اقطارها مما يؤدي الى اختلاف الزمن المستغرق للوصول للمجمع السكني. وهذا يتوافق مع ما جاء به الباحث(تميم عليا , ٢٠٠٧).[20]

تحليل بيانات الدالة الحامضية – وتراكيز الكلور المتبقي

القيم التي تم الحصول عليها ل (pH)كانت ضمن مدى صغير (7-8.2) وهذا هو المعدل الطبيعي لمياه الشرب لذلك ليس هناك علاقة واضحة بين قيم الدالة الحامضية (pH) وتركيز الكلور المتبقي للمشروع ومنطقة الدراسة . الشكل(٣) يوضح هذه العلاقة .

تحليل بيانات تراكيز الكلور المتبقي_ درجة الحرارة

وجد ان درجة حرارة الماء العامل الاكثر تاثيرا لمستوى تراكيز الكلور المتبقي حيث تبين ان هناك علاقة واضحة بين درجة الحرارة وتركيز الكلور المتبقي وهي علاقة عكسية. الشكل (٤) يوضح العلاقة بين درجة الحرارة وتركيز الكلور المتبقي.

وباستخدام رسم الصندوق, شكل(5)يمثل تراكيز الكلور المتبقي مع درجة الحرارة الماء,حيث وزعت درجات الحرارة ضمن ثلاث مديات, A=(11-15)Co B=(16-19)Co, C =(20-24)Co, وجد ان معدل تراكيز الكلور المتبقي تقل بانخفاض درجة الحرارة ويبين الشكل ان القيمة العليا لتراكيز الكلور المتبقي ضمن المدى C لدرجات الحرارة كانت (١) ملغرام/لتر وكانت القيمة العليا لتراكيز الكلور المتبقي للمدى A لدرجات الحرارة تساوي (٤) ملغرام/لتر.

هنالك علاقة قوية تربط بين المتغيرات الثلاثة (تركيز الكلور المتبقي , الدالة الحامضية ودرجة الحرارة) ,الشكل (6) يوضح العلاقة , حيث وجد ان تراكيز الكلور المتبقي تتناقص عند قيم الدالة الحامضية (7.2-7.8) في حين تقل تراكيز الكلور المتبقي بارتفاع درجة الحرارة. وهذا يتوافق مع ما جاءت به الباحثة (Al-Qaisey ,Rana.Jawad, 2005) [2].

تحليل بيانات تراكيز الكلور المتبقي – الكدرة:-

اختلفت متوسط قيم الكلور في ماء الشرب بتغير كدرة الماء , الجدول (٤) يعطي درجة العلاقة الخطية بين خصائص مياه الشرب قيد الدراسة وذلك من خلال ايجاد معامل الارتباط (correlation) فيما بينها ,اوضحت النتائج وجود علاقة عكسية تربط بين الكدرة وتراكيز الكلور المتبقي وهذا يتوافق مع ما اثبته الباحث LeChevllier et al ,1981). [10] لكن هذه العلاقة كانت ضعيفة جدا (r 2 = - 0.02), ويمكن تفسير هذا الى عدم انتظام ضخ جرع الكلور و تذبذبها لليوم الواحد في مشروع ماء جامعة تكريت وعدم اتباع اسس علمية صحيحة في عملية ضخ الكلور.

تحليل تراكم تراكيز الكلور المتبقي

الأشكال(٧ - ١٢) تمثل التردد التراكمي لتراكيز الكلور المتبقي لمشروع ماء جامعة تكريت ومناطق الدراسة.

شكل(7) يشير الى ان% ٨٠ من القيم كانت ضمن الحد المسموح (١,٥-٢)ملغرام/لتر فما دون لتراكيز الكلور المتبقي لمياه الشرب المعالجة الخارجة من مشروع ماء جامعة تكريت.

ان الاشكال(٨) و(٩) و(١١) و(١٢) توضح التردد التراكمي لتراكيز الكلور المتبقي لكل من الاقسام الداخلية وكلية الهندسة وكلية طب الاسنان والحي السكني والتي تبعد بمسافات ٦٦٠متر و٦٨٥ متر و1370 متر و1567متر على التتابع من مشروع ماء جامعة تكريت, الاشكال تعطي احتمالية ٠,٥ وهذا يشير الى ان ٥٠% من القيم كانت ضمن الحدود المسموحة (٠,٢-٠,٥) ملغرام/لتر.

شكل(١٠) يشير الى ان ٤٠% من قيم تراكيز الكلور المتبقي كانت ضمن الحدود المسموحة في كلية الصيدلة والتي تبعد بمسافة (1051متر) عن مشروع الماء ,أي ان من بين كل عشرة نماذج كانت اربعة نماذج ضمن الحد المسموح (٠,٢-٠,٥) ملغرام/لتر .

الاستنتاجات

١. وجد ان جرعة الكلور المستخدمة لتعقيم المياه في مشروع ماء جامعة تكريت متذبذبة, وان عملية ضخ جرعة الكلور لم تتم وفق اس علمية صحيحة.

٢. وجد ان تراكيز الكلور المتبقي متذبذبه وهي على عكس القيم التي من المفترض ان نحصل عليها نظريا . حيث وجد ان تركيز الكلور المتبقي يزداد كلما ابتعدنا عن محطة الضخ . ,فقد كانت قيمته في الحي السكني وقسم من المجمعات السكنية اكبر من قيمته في الاقسام الداخلية .

٣. قيمة المعدل الحسابي للكلور في مشروع الماء كانت اكبر من (1)ملغرام/لتر. هذة القيمة جيدة بسبب التلوث الكبير لمياة النهر . لكن يجب التاكد من وصول تراكيز الكلور للماء المعالج للمستهلك ضمن الحد المسموح (0.2-0.5)ملغرام/لتر.

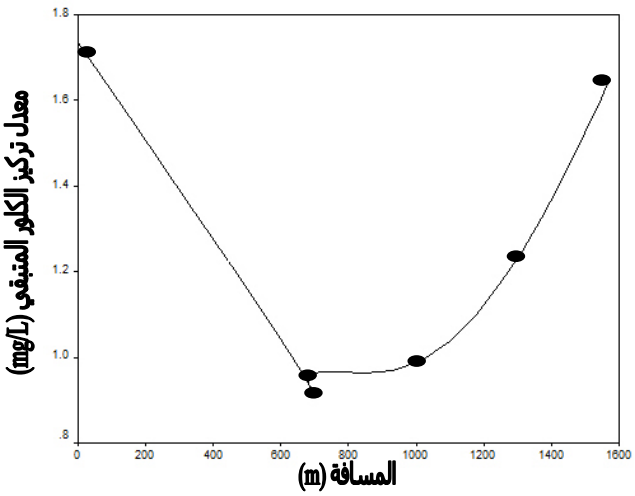
٤. لا يوجد اتجاه واضح لتباين التراكيز مع قيم الدالة الحامضية ضمن المدى (7-8.2).

٥. كان لدرجة الحرارة تاثير واضح على تركيز الكلور المتبقي .حيث ينخفض تركيز الكلور المتبقي بزيادة درجة الحرارة.

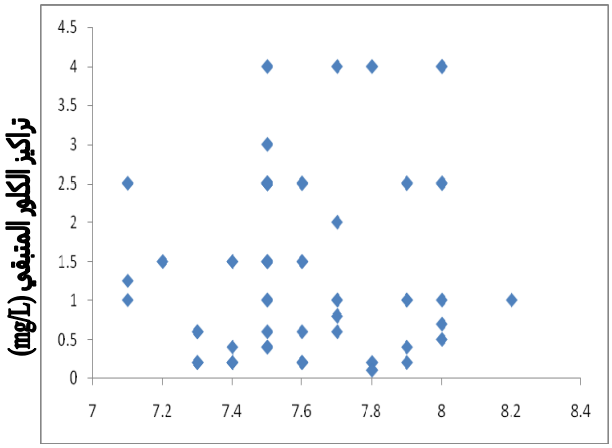
٦. تناسبت العكورة عكسيا مع كفائة التعقيم ,حيث بزيادة العكورة ينخفض تركيز الكلور المتبقي .

٧. قيم التوصيلية الكهربائية وقيم الاملاح الذائبة الكلية لمياه الشرب في مشروع ماء جامعة تكريت كانت ضمن حدود المواصفات القياسية العراقية.

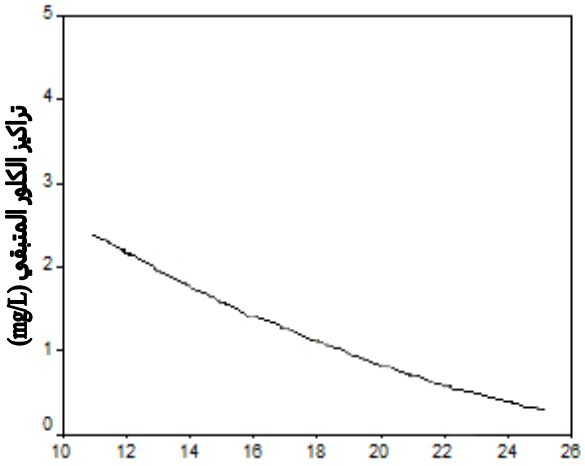
شكل (1) جامعة تكريت مؤشر عليها مواقع اخذ العينات



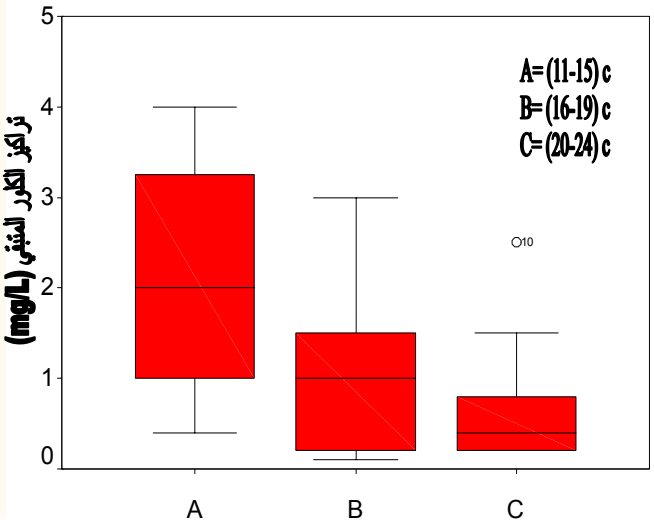
شكل (2) علاقة معدل تركيز الكلور المتبقي – المسافة لمشروع ماء جامعة تكريت ومنطقة الدراسة



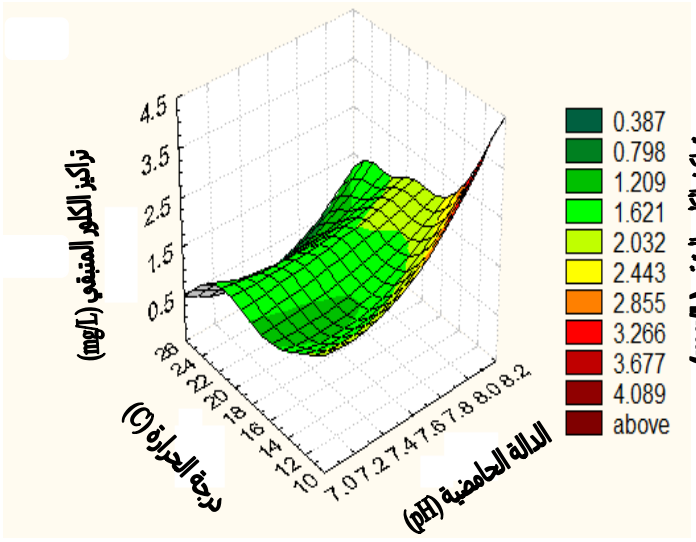
شكل(3): العلاقة بين الدالة الحامضية وتركيز الكلور المتبقي لمشروع ماء جامعة تكريت ومنطقة الدراسة



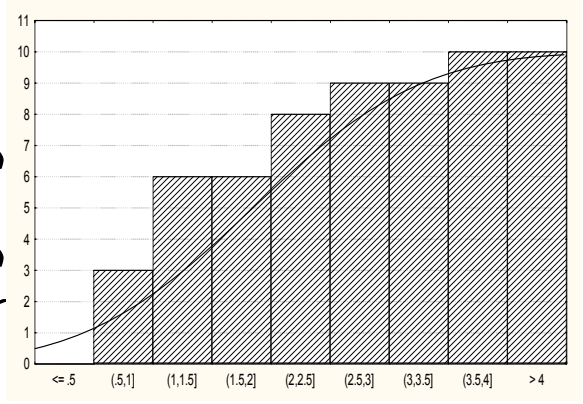
شكل(4): العلاقة بين درجة الحرارة وتراكيز الكلور المتبقي لمشروع ماء جامعة تكريت ومنطقة الدراسة



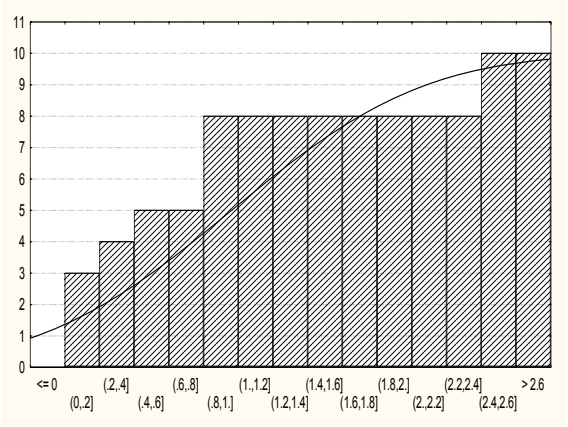
شكل(5) العلاقة بين معدل درجات الحرارة و تراكيز الكلور المتبقي لمشروع ماء تكريت ومنطقة الدراسة



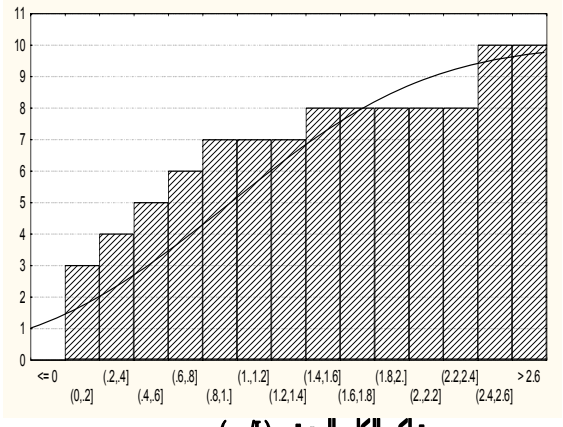
شكل(6) العلاقة بين درجة الحرارة ، تراكيز الكلور المتبقي و الدالة الحامضية (pH) لمشروع ماء تكريت ومنطقة الدراسة



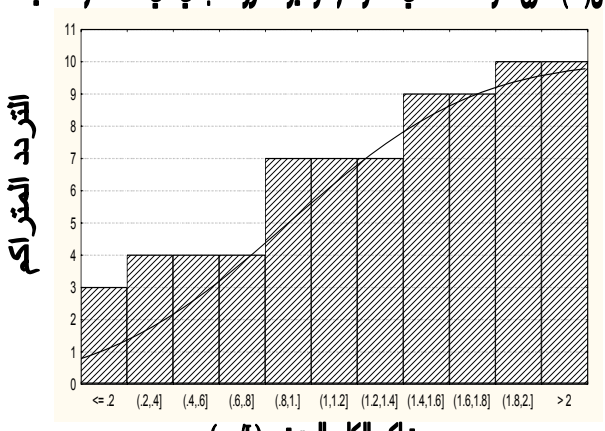
شكل(7) مدرج التردد الاحصائي المتراكم لتراكيز الكلور المتبقي في مشروع ماء جامعة تكريت



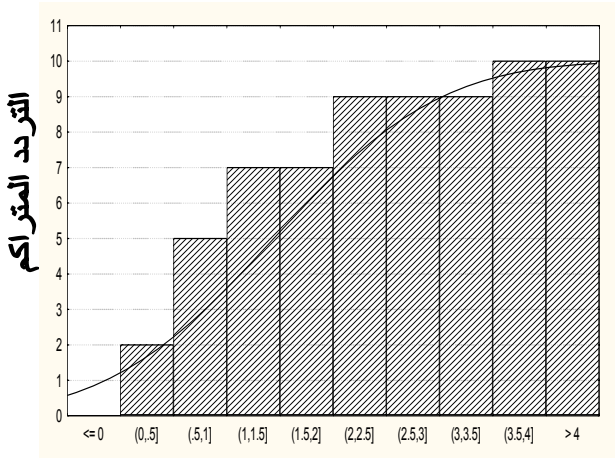
شكل(8) مدرج التردد الاحصائي المتراكم لتراكيز الكلور المتبقي في الاقسام الداخلية



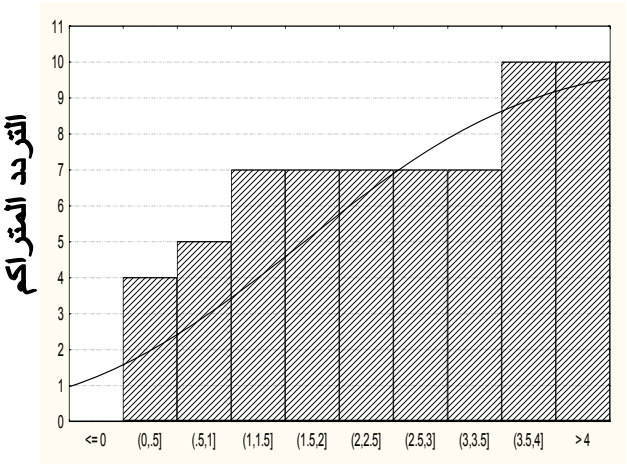
شكل(9) مدرج التردد الاحصائي المتراكم لتراكيز الكلور المتبقي في كلية الهندسة



شكل(10) مدرج التردد الاحصائي المتراكم لتراكيز الكلور المتبقي في كلية الصيدلة



شكل(11) مدرج التردد الاحصائي المتراكم لتراكيز الكلور المتبقي في كلية طب الاسنان



شكل (12) مدرج التردد الاحصائي المتراكم لتراكيز الكلور المتبقي في المجمع السكني

جدول(١) : معلومات لمشروع إسالة ماء جامعة تكريت

اسم المشروع	المدينة	مصدر الماء	الطاقة التصميمية m3/hr	الإنتاج المخطط m3/hr	الإنتاج الفعلي m3/hr	عدد السكان (نسمة)
مشروع ماء جامعة تكريت	تكريت	نهر دجلة	250	200	150	2500
	الموقع	عدد الوحدات			المضخات	
		المأخذ	الترسيب	الترشيح	أنواعها	أعدادها
	جامعة تكريت	1	٢	٢	سحب	5
					دفع	6

جدول(٢): خصائص احصائية لفحوصات مياه الشرب لمنطقة الدراسة, وبعد مناطق الدراسة عن مشروع ماء جامعة تكريت

فحوصات الماء		مناطق الدراسة و بعدها عن المشروع					
		مشروع ماء جامعة تكريت (0)m	الاقسام الداخلية (٦٦٠)m	كلية الهندسة (٦٨٥)m	كلية الصيدلة (١٠١٥)m	كلية طب الاسنان (١٣٧٠)m	الحي السكني (١٥٦٧)m
الدالة الحامضية (pH)	Max	8.00	7.90	8.00	7.90	0٠8.	٢٠8.
	Min	7.10	7.10	7.30	7.00	7.30	7.30
	Mean	7.53	7.4600	7.6100	7.5400	7.5500	7.6400
تركيز الكلور المتبقي mg/l	Max	4.00	2.50	4.00	2.00	4.00	4.00
	Min	.60	.20	.20	.20	.20	.20
	Mean	1.845	.9600	1.2975	.9000	1.4400	1.6700
درجة الحرارة C0	Max	20.00	22.00	25.00	24.00	26.00	24.00
	Min	11.00	12.00	14.00	12.00	13.00	13.00
	Mean	16.3	17.2000	18.5000	16.5000	18.2000	17.5000

الكدرة NTU	Max 40.00	34.20	34.70	37.80	37.00	14.30
	Main 2.62	8.30	8.45	5.50	6.19	3.90
	Mean 23.782	17.6500	18.2250	18.1100	17.1630	8.5150
المواد الصلبة الذائبة الكلية mg/l	Max 300.00	290.00	290.00	280.00	410.00	270.00
	Main 210.00	220.00	210.00	220.00	225.00	230.00
	Mean 247.5	245.5000	242.5000	247.0000	268.5000	253.0000
التوصيلية S/cm µ	Max 2000.00	2000.00	2000.00	2000.00	2000.00	2000.00
	Main 301.00	310.00	325.00	330.00	316.00	337.00
	Mean 518.3000	510.1000	515.9000	521.7000	526.3000	526.7000

جدول(٣): نتائج تحليل مياه الشرب الخارجة من مشروع ماء جامعة تكريت

الدالة الحامضية (pH)	درجة الحرارة (C0)	الكلور الحر (mg/L)	التاريخ
8	16	1	23-11-2009
7.4	19	3	18-1-2010
7	14	2.5	28-1-2010
7.7	19	1.5	11-2-2010
8	14	2.5	17-2-2010
7.7	11	4	25-2-2010
7.6	14	0.6	17-3-2010
7.7	19	0.6	18-3-2010
8	17	1.25	25-3-2010
7.2	20	1.5	3-4-2010

جدول(٤): درجة العلاقة الخطية بين خصائص مياه الشرب ذات العلاقة مع تركيز الكلور المتبقي

	الدالة الحامضية	تركيز الكلورالمتبقي	درجة الحرارة	الكدرة
الدالة الحامضية	١			
تركيز الكلورالمتبقي	.261	١		
درجة الحرارة	.151	-.566	١	
الكدرة	.218	-.020	-.021	١

المصادر

1. Al - Kafaji, Talib Abud Zebala (2006), " An Evaluation of the Performance of Al - Hussain City Water Treatment Plant at Karbala " , M.Sc. Thesis , University of Technology , Iraq .
2. Al– Qaisey, Rana Jawad (2005), "Residual Chlorine Concentration in Baghdad water supplies ",MSC Thesis, University of Technology, Iraq.
3. Al - Mhamdi, Khalid Majeed Jaid (2007) , " Evaluation of Water Supply Project Using Compacted Units Case Study : for Al - Ubaidi and Al - Aobor Complex in Baghdad " , M.Sc. Thesis , University of Technology , Iraq .
4. Anon(2009) ," Water quality control division 5" CCR 1003-1. State board of health , primary drinking water regulations, Colorado department of public health and environment USA,2005, 247. http://www.cdphe.state.co.us/regulations/waterqualitycontroldivision/100301primarydrinkingwater.pdf.
5. Buckey, C.B (1984) ," Potato Water Cost : Effective Treatment and Control " , Journal of Institute Water Engineering Science , No.3 Vol.38.
6. Clark R.M.;and Sivaganesan, prediding(1998), "chlorine.residuals and formation of THMs in drinking water" . j.Envir . Engineering .,No.124 Vol.(12) . pp. 1203-1210.
7. Gang, D.; Clevenger, T.E.; and Banerji, S.K (2003), "Relationship of chlorine decay and THMs formation to NOM size". Journal of Hazardous Materials, No.A Vol.96 PP. 1-12.
8. Gorchev, H.G (1996) ," Chlorine in water disinfection" .Pure & App. Chemistry .No.68 Vol.9 PP. 1731-1735.
9. Hofkes , E.H., (1981), "Small Community Water Supplies Technology of Small Water Supply Systems in Developing Countries".
10. LeChevallier , M .W.,Evans, T.M., & Seidler, R. J.(1981),"Effectof turbidity on chlorination efficieny and bacterial persistence in drinking water Applied and Environmental Microbiology.
11. Nrton ,C.D.;and LE Chevallier, M.W.Apilot (2000), " Study of Bacteriological Population Changes through Potable Water Treatment and Distribution", Applied and Environmental Microbiology ,No.66 Vol.1 PP. 268-276.

12. Nikolaou ,A .D.; Lekkas, T.D.; and Golfinopoulos, S.K (2004)," Kinetics of the formation and decomposition of chlorination by –products in surface waters" .chemical Engineering journal,No100 Vol. 5 PP. 139-148.

13. Payment (1999)," Poor efficiency of residual chlorine disinfectant in drinking water to inactivate water borne pathogens in distribution systems" . Canadian Journal of Microbiology ,Canada, No. 45 Vol. 8 PP.709-715.

14. Peirce, J.J. : Weiner , R.F. and Vesilind , P.A.(1998), " Environmental Pollution and Control " , 4th ed. , Butterworth - Heinemann , USA .

15. Pedro, M.S.M.; JOAQUIM, C.G.; Silva, E.; and A ntunes , M.C.Factorial analysis of the Thrihalomethanes Formation in Water disinfection using chlorine. Analytic Chimical Acta , (Article in press).

16. Twort, A.C.; Law, F.M.; Crowley, F.W.; and Ratnayaka, D.D., (1994),"Water Supply", 4th edition, Edward Arnold Ltd., published in Great Britain.

17. Zhang,S.y.; Shahabian,H.; Moffatt, M.; Glus,p.; Oncioiu , A.; Freud,S.; and Lul(2007), " A practical approach to determine chlorine decay rate from naturally occurring tracer in distribution systems" . World water congress , Orlando , florida,USA. No. 15 Vol. 3 .

٨. عباوي ,سعاد . حسن, سلمان (1990) ، الهندسة العملية للبيئة / فحوصات الماء,جامعة الموصل . وزارة التعليم العالي.

٩. عليا , تميم ,(2007) دراسة تراكيز الكلور الحر المتبقي في شبكة مياة الشرب (حالة دراسية : حي الرمل الشمالي _ مدينة اللاذقية) ، مجلة تشرين للدراسات والبحوث العلمية – سلسلة العلوم الهندسية ، المجلد (٢٩) العدد (٢).