

## دراسة نوعية لمياه الشرب المجهز للحى السكنى فى جامعة تكريت- العراق

عباس هادى عباس، سماهر جاسم محمد، محمد خلف على  
قسم هندسة البيئة- كلية الهندسة - جامعة تكريت - الشركة العامة لصناعة الأدوية| سامراء

استلام: ٣٠ أغسطس، ٢٠١٢ قبول: ٩ أكتوبر ٢٠١٢

## الخلاصة

تم فى هذا البحث دراسة الخواص الكيماوية والفيزيائية والإحيائية لمياه الشرب المجهز للحى السكنى فى جامعة تكريت. تم اختيار ٥ مواقع فى الحى وتم الفحص لمدة ثلاثة أشهر للفترة من ٢٠١١/١٢/١ ولغاية ٢٠١٢/٢/٢٦ حيث تم اخذ خمسة مرات للفحص خلال هذه الفترة. أظهرت النتائج ارتفاع عالى لبعض الخواص مثل الكدرة حيث سجل فى احد المواقع ١٩٢ NTU وكذلك وجود تلوث بايولوجى فى احد المواقع بمقدار ١٠٩ MPN/100 ml فيما سجل انخفاض فى الكلور المتبقى فى كل المواقع الخمسة اقل من المسموح به وهو 0.1 ملغم/لتر. بينت النتائج أيضا أن الماء المجهز لكل المواقع هو شديد العسرة. تم إجراء تحليل إحصائى وبينت النتائج وجود ترابط عالى مقداره  $R^2=1$  بين المتغير المعتمد MPN والمتغيرات المستقلة درجة الحرارة والكدرة والرقم الهيدروجينى والأملاح الذائبة الكلية. تم حساب مؤشر التآكل LSI وقد أظهرت النتائج أن هذا المؤشر له قيمة سالبة مما يدل على حدوث تآكل فى الأجزاء والأنابيب المعدنية فى منظومة التوزيع.

**الكلمات الدالة:** ماء الشرب، تكريت، مؤشر LSI، الكدرة، الكلور المتبقى.

## المقدمة

$$pHs=(9.3+A+B)-(C+D)$$

حيث أن:

$$A=(\log(TDS)-1)/10$$

$$B=-13.12 \times \log(^{\circ}C+273)+34.55$$

$$C=\log(Ca+ as \text{caco}_3)-0.4$$

$$D=\log(\text{Alkalinity as } CaCO_3)$$

عندما يكون LSI سالبا يكون هنالك احتمال للتآكل وعندما يكون LSI موجبا يكون الترسب لكرتونات الكالسيوم التى تمنع التآكل أما حينما يكون LSI صفرا فليس هنالك تآكل أو ترسب. يتحلل الكلور بعد ضخه مباشرة فى محطة إسالة الماء وحتى وصوله إلى المستهلك، ويكون التحلل طبقا للمعادلة التالية:

$$C=C_0 \exp(-K_b \cdot t) \quad (2)$$

$C$  = تركيز الكلور المتبقى ملغم/لتر (عند وصوله إلى المستهلك)

$C_0$  = التركيز الأولى للكلور عند محطة الإسالة ملغم/لتر  
 $K_b$  = ثابت التحلل للكلور /يوم  
 $T$  = الزمن بالأيام اللازم لوصول الماء المكور من محطة الإسالة إلى المستهلك

فى دراسة قام بها Jie-Chunglae و Hau (2007) حول تقييم نوعية ماء الشرب لمنظومة توزيع ماء الشرب فى مدينة Kaohsiung فى تايوان. فقد تم إجراء مسح ميدانى لمنظومة التوزيع وتم إجراء فحوصات بايولوجية وكيماوية وفيزيائية لماء الشرب المجهز وذلك ل ١٦٨ نموذج جمعت من تشرين الثانى (أكتوبر) إلى كانون الأول (سبتمبر) ٢٠٠٤. كان هدف الرسالة هو هل أن منظومة التوزيع قادرة على إدامة تجهيز نوعية عالية من ماء الشرب واصله إلى المستهلك النهائى. بينت نتائج الدراسة إلى أن المنظومة قادرة على تجهيز ماء صالح للشرب فى كل الخصائص فيما عدا تركيز الكلور المتبقى. حيث تم رسم خرائط كتنورية لبيان المناطق التى لوحظ فيها انخفاض تركيز الكلور المتبقى. كذلك تم

إن كمية ونوعية الماء المتوفر للاستخدامات المختلفة تمثل أساسا لمستوى تطور الشعوب وبالتالي تساهم فى تحسين مستوى المعيشة. فى السابق كان التركيز فى البحوث المتعلقة بنوعية ماء الشرب فى منظومات التوزيع على حماية مصدر تجهيز الماء وعلى عمليات أو وحدات معاملة أو إسالة المياه وعلى الرغم من ذلك فقد تم التركيز فيما بعد أكثر فأكثر على نظم التوزيع ومرافق الخزن التى تلعب دورا حاسما فى نوعية ماء الشرب. هنالك عوامل عديدة تؤثر على نوعية ماء الشرب المجهز منها حجم ومادة أنابيب التوزيع والمسافة بين مشروع ماء الشرب والأحياء المجهزة بالماء إضافة إلى أسلوب معاملة المياه فى مشروع الإسالة الذى يرتبط بعوامل عديدة منها نوعية الماء المجهز من المصدر والطلب على تجهيز ماء الشرب ومهارة العاملين فى مشروع ماء الشرب (Jie-Chung Lou & Jia-Yun Han, 2007).

إن ماء الشرب المجهز يجب أن يكون خاليا من أية مكونات يؤثر تواجدها سلبا على صحة المستهلكين من البشر. تشمل هذه المكونات الخصائص الفيزيائية والكيماوية والإحيائية لماء الشرب. إن حدوث أى خلل فى تركيز هذه المكونات لا يتطابق مع حدود المواصفات المقررة لصلاحية ماء الشرب للاستهلاك البشرى لآى سبب كان يقود بالتأكد إلى حدوث الأمراض والأوبئة المنقولة بالمياه خصوصا إذا تم حصول تلوث أحيائى تساهم أنابيب شبكة توزيع الماء الصالح للشرب فى نقل الماء من مصدر التجهيز (محطة الإسالة) إلى المستهلك. فى شبكات توزيع الماء فان الأنابيب الناقلة للمياه تكون إما مصنوعة من البلاستيك PVC أو من حديد الصب (Cast Iron) لمقاومة الضغوط العالية والأخيرة تتعرض للتآكل حيث يتم حساب معيار التآكل باستخدام LSI (Langelier Saturation Index) من خلال المعادلات التالية: (Abbas, 2001)

$$LSI=pH-pHs$$

$$\dots\dots\dots (1)$$

\* Corresponding author:  
Dr. Abbas Hadi Abbas  
✉ [envabbas@yahoo.com](mailto:envabbas@yahoo.com)

إحيائيين هما (العدد الكلي لبكتريا الكوليفورم total coliform) و(عدد بكتريا الكوليفورم البرازية faecal coliform) وتم المقارنة مع دليل منظمة الصحة العالمية (WHO) بينت النتائج إن الخصائص الفيزيائية والكيميائية في شبكة التوزيع كانت مقبولة بينما (50-62.5) % من النماذج كانت تحتوي على ملوثات بايولوجية قبل الرياح الموسمية و75% من النماذج ملوثة بعد الرياح الموسمية. الأسباب المحتملة للتلوث كانت بسبب النضوحات في شبكة الأنابيب واحتمال تسرب الملوثات من أنابيب شبكة الصرف الصحي وتم التوصية بالكورة الإلزامية التي تديم بقاء كلور بنسبة معقولة للسيطرة على التلوث الإحيائي.

#### الجانب العملي:

1. منطقة الدراسة: تمثلت بالحي السكني ل 200 وحدة سكنية يقطنها حوالي (1000) شخص. ويقع الحي السكني على بعد 1567 متر عن مشروع إسالة ماء الجامعة كما مبين بالشكل (1). ويتغذى الحي السكني من أنبوب رئيسي (PVC) بقطر (250) ملم وتتكون شبكة التوزيع لهذا الحي من أنابيب فرعية تنتهي بالوحدات السكنية بأنابيب مغلونة 1/2 إنج. تحتوي كل وحدة سكنية على خزان ماء للشرب بحجم 1 م<sup>3</sup> يقوم بخزن الماء القادم من مشروع الإسالة لفترة معينة لحين الاستهلاك.



شكل رقم (1). جانب من الحي السكني موضوع الدراسة.

2. اختيار نقاط أخذ العينات:- تم اختيار خمسة مواقع لأخذ العينات وهذه المواقع الخمسة تغطي حوالي 80% من شبكة توزيع ماء الشرب. استمرت الدراسة لمدة 3 أشهر وأخذت العينات بالتواريخ 1/12/2011 و 18/12/2011 و 5/1/2012 و 9/2/2012 و 26/2/2012
3. فحص الخصائص النوعية وطرق الفحص: تم في البحث فحص مجموعة من الخصائص الرئيسية المهمة لماء الشرب في الحي السكني للجامعة لغرض التقييم النوعي وتمثلت بالخصائص الفيزيائية والكيميائية والإحيائية. الجدول رقم (1) يبين هذه الخصائص وطرق فحصها والأجهزة المستخدمة للفحص ووحدة القياس. لقد تم القياس حسب الطرق القياسية لفحص مياه الشرب ومياه الفضلات.

حساب مؤشر تآكل الأنابيب LSI. بينت النتائج وجود تباين لل LSI تراوحت من -1 إلى 1.

درس عليا (2006) تركيز الكلور الحر المتبقي في شبكة مياه الشرب في منطقة الرمل الشمالي في اللاذقية- سوريا. وقد تطرق البحث إلى دراسة الكلور المتبقي في هذا الحي كونه يتغذى من شبكتين: شبكة جديدة تم تمديدتها منذ حوالي 4 سنوات ولكنها لم تدخل مجال الاستخدام بشكل فعلي إما الشبكة القديمة التي تغذي الحي فهي مختلفة وغير معروفة أو محددة تماما بسبب فقدان كل المخططات لها. تعاني هذه الشبكة من مشاكل عديدة حيث يشتهي المستهلكون من وصول الأوساخ والطين والديدان والطحالب مع الماء. توصل الباحث إن معظم قياسات الكلور المتبقي اعلى من القيم المسموح بها وفق المعايير السورية لماء الشرب باستثناء بعض النقاط التي أظهرت نتائج مقبولة. حيث تم فحص عدة خصائص تمثلت بتركيز الكلور الحر المتبقي ودرجة حرارة الماء ودرجة حرارة الهواء، كما تم تسجيل العوامل الأخرى التي يمكن أن تؤثر على نسبة الكلور الحر في مياه الشرب وهي طبيعة مكان أخذ العينة وارتفاع الطابق وتاريخ أخذ العينة وذلك بهدف دراسة تأثير هذه العوامل على نسبة الكلور الحر في مياه الشرب. أيام أخذ العينات كانت في شباط (2006). وقت أخذ النماذج (9.17-10.05am), تراوحت القيم بالنسبة للكلور الحر المتبقي (0.48-1.0) ملغم/لتر ودرجة حرارة المياه (15-17.5) م° ودرجة حرارة الهواء (13-18) م°.

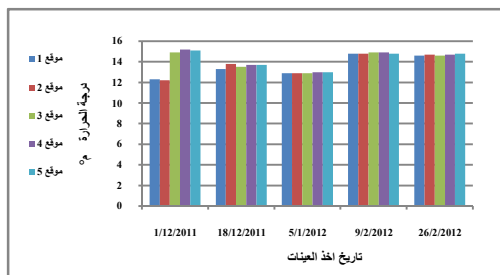
في دراسة قام بها (Abbas, 2011) حول الكلور المتبقي في شبكة توزيع ماء الشرب في مدينة سامراء العراق. فقد قام بدراسة بعض المعايير لماء الشرب للفترة من تموز ولغاية كانون الأول 2010 حيث تم قياس تلك الخصائص لعشرة مناطق في المدينة وبواقع نموذج لكل شهر تمثلت تلك الخصائص بالكلور المتبقي ودرجة الحرارة والعكورة والرقم الهيدروجيني pH وقد تراوحت مدايتها (0.1-0.3) ملغم/لتر و(11.6-30) م° و(6-15.5) NTU و(7-8.8) على التعاقب. بينت الدراسة انخفاض الكلور المتبقي في بعض المناطق وخاصة البعيدة عن مصدر التجهيز. كذلك بينت الدراسة من خلال تحليل إحصائي وجود ترابط قوي بين المتغير المعتمد الكلور المتبقي والمتغيرات المستقلة درجة الحرارة والعكورة والرقم الهيدروجيني بمقدار  $R^2=0.918$ . كما بينت الدراسة أن LSI كانت سالبة مما يشير إلى تآكل الأنابيب الحديدية في شبكة الماء القديمة في المدينة.

في دراسة قام بها (S. Hydar) وآخرون (2009) لتقييم نوعية ماء الشرب في المناطق الحضرية في باكستان - حالة دراسية في جنوب لاهور. فقد تم تحديد ثمانية مواقع لأخذ النماذج في هذه المدينة. واستنادا إلى دليل منظمة الصحة العالمية (WHO) فقد تم أخذ مجموعتين من الخصائص قبل وبعد الرياح الموسمية (monsoon) لكل محطة حيث تم فحص عدة خصائص فيزيائية وكيميائية تمثلت ب(الرقم الهيدروجيني و pH، الكدرة والعسرة والمواد الصلبة الكلية (TDS) كما تم فحص معياريين

| ت  | الخاصية                                     | الوحدة    | اسم الطريقة والجهاز                                       | ملاحظات   |
|----|---|-----------|---|-----------|
| ١  | الكدرة                                      | NtU       | Turbidity meter (HANNA HI 93703)                          | فحص موقعي |
| ٢  | درجة الحرارة                                | °م        | Temperature meter   | فحص موقعي |
| ٣  | الرقم الهيدروجيني pH                        | بلا وحدات | pH meter  | فحص موقعي |
| ٤  | المواد الذائبة الكلية TDS                   | ملغم/لتر  | TDS meter   |           |
| ٥  | التوصيلية الكهربائية                        | Ms/cm     | Conductivity meter(HANNA HI 9033)                         |           |
| ٦  | العسرة الكلية على شكل CaCo3                 | ملغم/لتر  | التسحيح باستخدام Na2EDTA وكاشف Eriochromeblack T          |           |
| ٧  | الكالسيوم                                   | ملغم/لتر  | التسحيح باستخدام Na2EDTA وكاشف الميروكسيد Murexide        |           |
| ٨  | المغنيسيوم                                  | ملغم/لتر  | الطريقة الحسابية  |           |
| ٩  | الكلوريد                                    | ملغم/لتر  | التسحيح باستخدام نترات الفضة وكاشف كرومات البوتاسيوم      |           |
| ١٠ | الكبريتات                                   | ملغم/لتر  | Sulphate meter(HANNA HI 93751)                            |           |
| ١١ | الكلور المتبقي                              | ملغم/لتر  | Chlorine meter, (Lovibond-DPD)                            |           |
| ١٢ | عدد البكتريا الأكثر احتمالا لبكتريا القولون | MPN/100ml | أنابيب التطعيم والتخمير                                   |           |
| ١٣ | القاعدية الكلية                             | ملغم/لتر  | التسحيح باستخدام الكبريتيك(0.02N) وصبغة الميثيل البرتقالي |           |

جدول رقم (١). الخواص وطرق الفحص.

العوائل تعتمد على خزان صغير معرض لدرجة حرارة الجو التي تكون خارج حدود المواصفات العراقية القياسية. إن زيادة درجة الحرارة يعزز لتحلل الكلور المتبقي وتقليل زمن بقاءه حيث إن ذلك يساهم في زيادة نمو البكتريا القولونية.



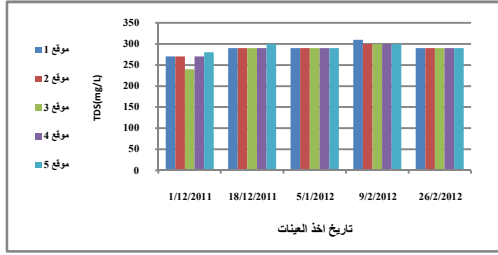
شكل رقم (٢). يبين درجة الحرارة مع الزمن.

### النتائج والمناقشة:

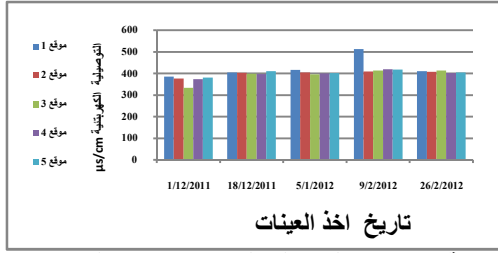
درجة الحرارة:- من خلال الشكل رقم (٢) نلاحظ إن أدنى درجة حرارة هي ١٢.٢°م وسجلت في موقع رقم ٢ في تاريخ ٢٠١١/١٢/١ وأعلى درجة حرارة سجلت ٢٠.١٥°م في موقع رقم ٤ في تاريخ ٢٠١١/١٢/١ وعلى العموم فإن درجات الحرارة تميل إلى الارتفاع في الأشهر اللاحقة (كانون الثاني، شباط) وبسبب الارتفاع النسبي الطفيف لدرجات الحرارة وبالمقارنة مع المواصفات العراقية رقم ٤١٧ لسنة ٢٠٠١ في جدول رقم (٢) نلاحظ إن درجات الحرارة لكل المواقع والتواريخ هي أعلى من الحدود المرغوبة رغم إن معظمها يقع ضمن أقصى حد مسموح به وهو ١٥°م مع ملاحظة إن القياس لدرجة الحرارة كان موقعا ووقت تاريخ أخذ العينات كان يقع بين الساعة ٩.٠٠ صباحا إلى ١١.٠٠ قبل الظهر. وعليه فإننا نتوقع ارتفاع عالي لدرجات الحرارة في أوقات الصيف وضمن اليوم الواحد خلال ساعات النهار (الظهيرة) طالما إن أغلب

| الخاصية                   | الوحدة        | الحدود المقبولة والمرغوب بها | الحدود القصوى المسموح بها |
|---------------------------|---------------|------------------------------|---------------------------|
| الكدرة                    | NTU           | ٥                            | ٢٥                        |
| اللون                     | كوبلت بلاتيني | ٥ وحدة لونية                 | ٥٠ وحدة لونية             |
| الرائحة                   |               | عديم الرائحة                 | عديم الرائحة              |
| الطعم                     |               | عديم الطعم                   | عديم الطعم                |
| المواد الذائبة الكلية TDS | ملغم/لتر      | ٥٠٠                          | ١٥٠٠                      |
| درجة الحرارة              | درجة مئوية    | ٤-١٠                         | ١٥                        |
| pH                        | بلا وحدات     | ٧-٨.٥                        | ٩.٢-٦.٥                   |
| القاعدية                  | ملغم/لتر      | ٥-١٢٥                        | ٢٠٠                       |
| العسرة الكلية             | ملغم/لتر      | ٨٠-١٥٠                       | ٥٠٠                       |
| الكالسيوم                 | ملغم/لتر      | ٧٥                           | ٢٠٠                       |
| المغنيسيوم                | ملغم/لتر      | ٥٠                           | ١٥٠                       |
| الصوديوم                  | ملغم/لتر      |                              | ٢٠٠                       |
| الكلوريدات                | ملغم/لتر      | ٢٠٠                          | ٦٠٠                       |
| الكبريتات                 | ملغم/لتر      | ٢٠٠                          | ٤٠٠                       |
| النترات                   | ملغم/لتر      | ٠.١-٠.٠٥                     | ٤٠                        |
| الحديد                    | ملغم/لتر      | ٠.٣                          | ١.٠                       |
| الكلور المتبقي            | ملغم/لتر      | ٠.٣                          | ١.٠                       |
| الفلوريد                  | ملغم/لتر      | ٠.٥                          | ١.٥                       |
| الرصاص                    | ملغم/لتر      | Nil                          | ٠.٠٥                      |
| النحاس                    | ملغم/لتر      | ١                            | ١.٥                       |

جدول رقم (٢). المواصفة العراقية لماء الشرب رقم ٤١٧ لسنة ٢٠٠١.

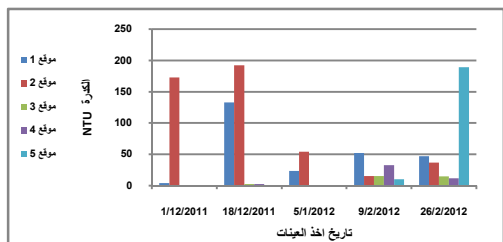


شكل رقم (٤). يبين المواد الذائبة الكلية TDS مع الزمن.



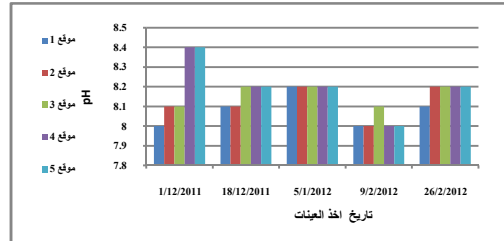
شكل رقم (٥). يبين التوصيلية الكهربائية Ec مع الزمن.

٣. الكدرة:- تعتبر الكدرة من أهم المعايير التي تحدد صلاحية الماء للشرب. من الشكل (٦) نلاحظ وجود تباين شديد جدا بين موقع وآخر وفترة وأخرى. تراوحت القيم بين 0 NTU في موقع رقم ٣ بتاريخ ٢٠١٢/١/٥ وموقع رقم ٥ بتاريخ ٢٠١١/١٢/١٨ وأعلى قيمة 192 NTU في موقع رقم 2 بتاريخ 18/12/2011. قد تصل الكدرة إلى الصفر عند إجراءات معالجة دقيقة في محطات الإزالة خاصة إذا صادف ضخ الماء في بداية عمل المرشح (بعد الغسل) إما القراءات العالية الكدرة فيعزى إلى عدم معالجة الماء أو ضخه مباشرة دون اخذ فترة قياسية للترسيب والترشيح سيما وأنه قد صادف وجود عكورة عالية في ماء المأخذ الأمر الذي ظهر جليا في العينات. تؤثر العكورة بصورة مباشرة على التعقيم للإحياء المجهرية حيث تلجأ الفيروسات والإحياء المجهرية للاختباء داخل المواد المسببة للعكورة كالأطيان وتكون بمنأى عن الكلور مما يسبب قلة كفاءة التعقيم بالمقارنة مع المواصفات نلاحظ كثير من القراءات بعيدة تماما عن المواصفة العراقية وان العكورة الظاهرة للعينات تكون سببا منفرا لاستخدام الماء لإغراض الشرب. أسباب العكورة الأطيان والمواد الغرينية والبكتريا. وتسبب العكورة صعوبة تنظيف الملابس إذا استخدم الماء للغسل أو الاستحمام أو الشرب المباشر أو حتى غسل الأواني وحتى غسل الأراضي أي جميع الاستخدامات المنزلية.



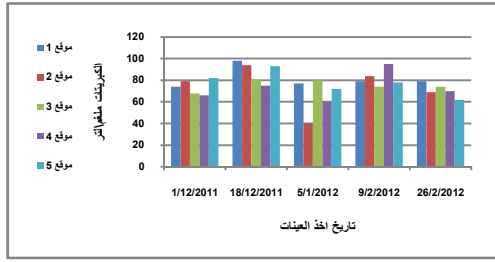
شكل رقم (6). يبين الكدرة مع الزمن.

١. الرقم الهيدروجيني pH:- من خلال الشكل رقم (٣) نلاحظ تباين في الرقم الهيدروجيني وكان المدى لكل القراءات هو (8- 8.4) والملاحظ من خلال هذه القراءات إن pH يميل إلى القاعدية الطفيفة (أكبر من 7.0) وبالمقارنة مع المواصفات العراقية القياسية المبينة في الجدول (٢) فإنه يقع ضمن الحدود المرغوب بها. ويبدو إن هذه الفترة الشتائية في الفحص والتي تتميز بارتفاع نسبي لمستوى ماء النهر الذي يجرف التربة القاعدية والتي تعادل أي حموضة ممكنة وربما يكون هذا هو السبب الرئيسي لقاعدية الماء وعلى العموم فإن إضافة الشب في محطة الإزالة العشوائي وإضافة الكلور أيضا العشوائي يسبب انخفاض pH إلى مستوى حامضي لأن الكلور يسبب حامض الهيوكلوروز HOCl وقد يلجأ مشغلو محطة الإزالة إلى معادلة هذه الحامضية بإضافة CaO والذي يؤدي إلى رفع pH إلى مستويات قاعدية لذا يساهم pH في تحديد إضافة الكلور. إن نسبة pH المفضلة بالنسبة لإضافة الكلور يجب إن يكون أقل من 8 لأفضل تعقيم فعال (Abbas,2011). وعليه فمن ملاحظة قيم pH المستحصلة نلاحظ أنها أعلى من 8 كما ذكرنا أعلاه وعليه نتوقع قلة فعالية التعقيم بالكلور كما إننا يجب إن نذكر إن انخفاض pH إلى مستويات حامضية قد يساهم في تآكل الأجزاء المعدنية في محطة الإزالة والأنابيب المعدنية الناقلة لماء الشرب.



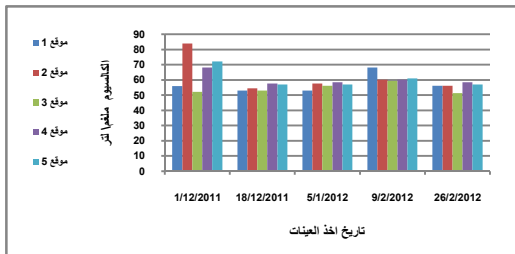
شكل رقم (٣). يبين الدالة الحامضية pH مع الزمن.

٢. الأملاح الذائبة الكلية TDS والتوصيلية الكهربائية Ec:- من خلال الشكلين (٤) و(٥) نلاحظ إن مدى إل TDS للمواقع الخمسة ولفترات القياس الموضحة في الشكلين تراوحت بين (240-310) ملغم/لتر كما نلاحظ إن التوصيلية قد تراوحت بين (334-513) مايكروموز/سم. كذلك نلاحظ إن هنالك علاقة طردية بين إل TDS والتوصيلية وان نسبة ((TDS av. mg/l)/(Ec av. µS/cm)) هي (0.56). وهذا متوافق مع ماجاءت به (سعاد عباوي). نلاحظ إن هنالك ثبات نسبي ولا يوجد تباين شديد في إل TDS. يؤثر إل TDS العالي على طعم المياه. علي العموم نلاحظ أن إل TDS للمياه يقع ضمن الحد المرغوب لماء الشرب (أقل من ٥٠٠ ملغم/لتر). يمثل إل TDS مجموع الايونات الموجبة والسالبة وقد ينحرف المحسوب عن المقاس بنسبة تتراوح (20-25)%.



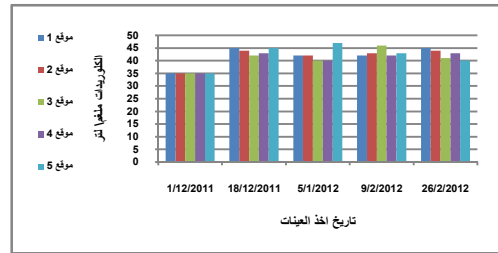
شكل رقم (8). تركيز الكلوريدات مع الزمن.

٦. الكالسيوم:- يعتبر الكالسيوم من الايونات الموجبة والسائدة في المياه والتي تعتبر احد العناصر المسببة للعسرة إن زادت عن الحد المسموح لها ويوضح الشكل (٩) القراءات التي تم الحصول عليها والتي كانت ضمن المدى (٨٤-٣.٥١) ملغم/ لتر وقد وجد أنها تقع ضمن المواصفة العراقية القياسية رقم ٤١٧ لسنة ٢٠٠١ لإقراءة واحدة خرجت وهي ٨٤ ملغم/ لتر لموقع رقم ٢ بتاريخ ٢٠١١/٢/١ إن زيادة الكالسيوم الذي يكون على شكل كربونات وبيكاربونات وكبريتات وكلوريدات في الماء يسبب العسرة المؤقتة حيث تكون قليلة الذوبان أو غير ذائبة في الماء فقد تسبب نتيجة ذلك انسداد الأنابيب وكذلك يسبب عدم تكوين رغوة للصابون وهذا يسبب كثرة استهلاك المنظفات وبالتالي زيادة في كلفة استهلاك المنظفات. ويترسب الكالسيوم داخل أنابيب المياه ويحميها من التآكل إذا كانت الأنابيب معدنية. ويوجد الكالسيوم في جميع مصادر المياه نتيجة مرور المياه على طبقات من الحجر الجيري والدولوميت وكبريتات الكالسيوم. والكالسيوم مهم لصحة الإنسان ونمو العظام وخصوصا الأطفال في طور النمو كما انه مهم لنشاط الإنسان حيث إن قلته تسبب الإتهاك والتعب. وكما تم ذكره فان الكالسيوم يعتبر مسببا أساسيا للعسرة في الماء مع المغنيسيوم فان كان على شكل كربونات الكالسيوم سبب العسرة المؤقتة أما إذا كان على شكل كبريتات أو كلوريدات الكالسيوم سبب العسرة الدائمة.



الشكل رقم(9). بيين تركيز الكالسيوم مع الزمن.

٤. الكلوريدات:- بيين الشكل (٧) إن الكلوريدات تراوحت ضمن المدى (46.985-34.989) ملغم/لتر والذي يقع ضمن المواصفات العراقية القياسية رقم 417 لسنة 2001 الموضحة في الجدول (٢) أي ضمن الحد المرغوب فيه. تصنف الكلوريدات إلى مجموعة الهالوجينات التي تسببها الأملاح المعدنية الموجودة في الماء ويمكن إن تكون مركبات معقدة مع بعض العناصر المائية ويكن تمييز طعم الكلوريدات في الماء بواسطة اللسان عند حدود ٢٥٠ ملغم/لتر خاصة عند ارتباطها مع ايونات موجبة مثل الصوديوم. وان الكلوريدات عادة تسبب تأكل جدران الأنابيب المعدنية إن وجدت وتؤثر على نوعية الإحياء المائية الموجودة في مياه المصدر المائي. كما تؤثر أيضا على طعم المياه المستخدمة لأغراض الشرب إن خرجت عن الحدود المسموح بها وبذلك تؤثر على الضغط الأوزموزي للكائن الحي وتساعد أيضا في ذوبان المعادن ومن ثم زيادة نسبتها في المياه. إن زيادة الكلوريدات عن الحدود المسموح بها قد يكون سببه أيضا معالجة المياه بالكلور.

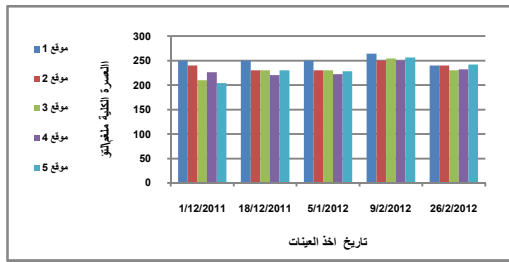


الشكل رقم (7). بيين الكلوريدات مع الزمن.

٥. الكبريتات:- يلاحظ من الشكل (٨) إن أعلى قيمة للكبريتات سجلت هي 98 ملغم/لتر ذلك في موقع رقم 1 بتاريخ 18/12/2011 إما أدنى قيمة فكانت 4ملغم/لتر في موقع رقم 2 بتاريخ 9/2/2012 وبالمقارنة مع المواصفات العراقية في الملحق فقد تبين إن جميع القراءات تقع ضمن الحدود المرغوب بها والمقبولة. تستعمل الكبريتات كمادة مخثرة في مشاريع المياه مثل كبريتات الألمنيوم (مادة الشب) وكبريتات ألحديدك والحديدوز وهذه المواد المتعادلة والقاعدية تكون كبريتات الصوديوم والمغنيسيوم والكالسيوم التي هي مواد جيلاتينية راسبة معقدة التركيب وبالتالي من المحتمل إن تسبب العسرة. هذه الأملاح (كبريتات الصوديوم والمغنيسيوم) قليلة السمية للإنسان وإذا كانت بنسبة ٢٥٠ ملغم/لتر لكنها تسبب الإسهال لذا فإنها تستخدم كملين في حالات الإمساك إما إذا كانت بنسبة ٦٠٠ ملغم/لتر فإنها تسبب الإسهال الشديد الذي يؤدي إلى الجفاف.



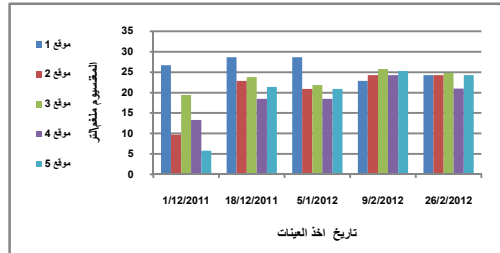
موقع رقم ٥ بتاريخ ٢٠١١/١٢/١ وأعلى قيمة سجلت في موقع رقم ١ بتاريخ ٢٠١٢/٢/٩ كما موضح في الشكل رقم (١٢) وحسب المواصفات العراقية القياسية الموضحة في الجدول (٢) فإنها كانت جميعها تقع خارج الحدود المقبولة والمسموح بها وهذا يجعل طعم الماء غير مستساغ كما يجعل الماء غير كفوء لعملية التنظيف باستعمال الصابون. سبب العسرة هو ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم وايونات أخرى متعددة التكافؤ كالحديد والألمنيوم والقصدير والخراسين. وتكون أملاح العسرة في الماء على شكل كربونات وبيكاربونات وكلوريدات وكبريتات ونترات وتوجد على نوعين عسرة كربونية أو ما تسمى بالعسرة المؤقتة تترسب بالغليان وعسرة دائمية لا تترسب بالغليان كما يوجد نوع أخر يسمى بالعسرة الوهمية ولكنها لا تعد من العسرة للماء لأنها بسبب ايون الصوديوم. يعد قياس العسرة مهما في تصميم وحدات تحليه الماء يمكن اعتبار المياه في هذه الدراسة شديدة العسرة لأنها أكثر من ١٨٠ ملغم/لتر حسب التصنيف المذكور بالجدول (٤).



شكل رقم (12). يبين العسرة الكلية مع الزمن

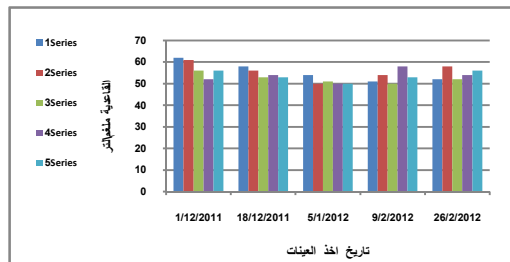
١٠. الملوثات البيولوجية:- العوامل البايولوجية هي التي تؤثر على الصحة بسبب شرب المياه ملوثة بأحياء مجهرية ممرضة. الشكل (١٣) يوضح التلوث البايولوجي في عينات الحي السكني حيث تراوحت القراءات التي حصلنا عليها ضمن المدى (6-109) MPN/100ml وحسب المواصفات الموضحة في الجدول (٣) لإحياء القولون والتي تحددها بأقل من 10 خلايا لكل 100 ml من النموذج مع عدم تكرار تواجد الإحياء القولونية في نموذجين متتاليين فان القراءات التي حصلنا عليها خرجت عن الحدود المسموح بها. وأيضاً خرجت عن النسبة المسموح بها وهي إن تكون ٩٥% من النماذج خالية من إحياء القولون. إن مواصفات ماء الشرب تنص على إن تكون نتائج النماذج خالية من العصيات المعوية E. Coli و عادة لكل 100 ml من النموذج ومن خلال النتائج التي حصلنا عليها الموضحة في الشكل (١٣) نجد أنها قد خرجت عن الحدود المسموح بها. هذا النوع من الإحياء يسبب عدة أمراض قد تكون مميتة منها الإسهال الصيفي الذي يصيب الأطفال كما قد تسبب التهاب الزائدة الدودية والكيس الصفراء والتهاب المثانة وحوض الكلية كما يمكن إن

٧. المغنسيوم:- يوضح الشكل رقم (10) قيم المغنيسيوم وتقع في المدى (5.832-28.68) ملغم/ لتر وهي تقع ضمن المواصفات العراقية الموضحة في الجدول (٢). يعتبر المغنيسيوم أيضاً احد الأيونات الموجبة السائدة في المياه ويوجد على شكل بيكاربونات وكبريتات وكاربونات وكلوريدات المغنيسيوم والتي تسبب العسرة إذا زاد عن حده المسموح به. يكون المغنيسيوم السائل على شكل  $Mg.H_2O$  في الماء ويعتبر المغنيسيوم كعامل مختزل لسمية بعض العناصر الثقيلة كالرصاص والزنك. عادة يكون تركيز المغنيسيوم أقل من تركيز الكالسيوم في مصادر المياه غير المعرضة للتلوث الصناعي والمخلفات البشرية.



الشكل رقم (١٠). يبين تركيز المغنيسيوم مع الزمن.

٨. القاعدية:- الشكل رقم (11) يبين إن التفاوت قليل في قيم القاعدية وتقع جميعها ضمن المواصفات القياسية العراقية حيث كانت تتراوح بين (50-62) ملغم/ لتر تكون القاعدية في المياه على الأغلب على شكل البيكاربونات في مياه الشرب. يمكن تأثير القاعدية في أنها تنظم تركيز ايون الهيدروجين pH في المياه تؤثر القاعدية أيضاً في حالة ترسبها بشكل كربونات الكالسيوم الغير ذائبة على سطح الأنابيب. تساعد القاعدية في زيادة كفاءة عملية إضافة الشب في محطات الإسالة كما انه عند إضافة الكلورين إلى المياه المجهزة في محطات إسالة المياه. يلاحظ انخفاض القاعدية نتيجة تكون حامض الهايوكلوروز HOCl والذي بدوره يتفاعل مع القاعدية مسببا انخفاضها ويسمح لهذا الانخفاض الحاصل بشرط إن يتم ضمن الحدود المسموح بها. قد تزيل القاعدية سمية بعض المواد السامة المطروحة إلى النهر وذلك بتفاعلها معها.



شكل رقم (١١). يبين تركيز القاعدية مع الزمن.

٩. العسرة الكلية:- وتراوحت ضمن المدى ٢٠٤- (٢٦٤) ملغم/لتر حيث سجلت أدنى قيمة في

كما إن فعالية الكلور تقل عند PH اكبر من 8. أما بالنسبة لدرجة الحرارة فإنها تساهم بشكل جدي في النمو البكتيري وعلى ما يبدو إن درجة الحرارة كانت مناسبة لنمو الإحياء المجهرية ويلاحظ إن أعلى تركيز للإحياء المجهرية كان في درجة الحرارة الأعلى (109 MPN/100ml) في درجة حرارة °C (13.8) إما بالنسبة للعكورة فإنها تساهم في منع وصول الكلور إلى الإحياء المجهرية ولذلك نتوقع عدم قتل البكتيريا في حالة وجود عكورة عالية وهذا ما يقوي الترابط بين العكورة والبكتيريا. إما ترابط إل TDS مع النمو الإحيائي المرضي فإنه قد يعزى إلى وجود بعض الأملاح التي تستفيد منها البكتيريا في نموها

#### مؤشر التآكل LSI

من خلال النتائج وحساب قيمة مؤشر التآكل من المعادلة رقم 1 تبين لنا أن قيمة  $LSI = -0.78$ . إن هذه القيمة السالبة تدل على احتمال لتآكل الأنابيب والأجزاء المعدنية في شبكة التوزيع. يؤدي التآكل إلى انتقال المواد المتآكلة إلى المستهلك أثناء شرب الماء كما يؤدي إلى حدوث تلف في الأنابيب ونضوح وخسائر في الضغط كما يسبب تكهفات في التربة الجبسية التي تمتاز بها منطقة تكريت نتيجة تسرب الماء وهذه التكهفات تسبب مشاكل في الطرق والأبنية

#### الاستنتاجات:

1. لوحظ أن درجة الحرارة وال pH والكلوريدات والكبريتات و TDS والكالسيوم والمغنسيوم تقع جميعها ضمن الحدود المقبولة لماء الشرب رغم إن أغلبها أعلى من الحد المرغوب
2. ارتفاع عالي جدا للكدر سجل في موقع رقم 2 بمقدار 192 NTU بتاريخ 18/12/2011
3. تركيز الكلور المتبقي 0.1 ملغم/لتر وهو أقل من الحد المسموح به
4. ماء الشرب في كل المواقع صنف على أنه شديد العسرة
5. لوحظ حدوث تلوث إحيائي في جميع مواقع الدراسة
6. هنالك ترابط شديد بين المتغير المعتمد MPN والمتغيرات المستقلة الرقم الهيدروجيني والحرارة والكدر وال TDS
7. أظهرت النتائج أن مؤشر التآكل LSI سالب مما قد يشير لاحتمال تآكل الأنابيب المعدنية

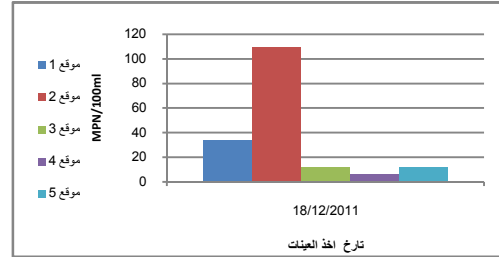
#### التوصيات:

1. ضخ الكلور بكميات وافية في محطة الإسالة بشكل يضمن بقاء النسبة المقبولة والتوعية باستخدام حبوب الكلور في حالات ثبوت عدم وجود كلور متبقي كبديل ناجح
2. إجراء الدراسات النوعية للخواص التي لم يتم فحصها في هذه الدراسة كالمعادن الثقيلة ونواتج العرضية للكورة

#### المصادر:

Jie-Chung, Lou & Jia-Yun, Han (2007). "Assessing water quality of drinking water distribution system in the South Taiwan" Environ Monit Assess (2007) 134:343-354

تسبب وباء الإسهال للرضع وحديثي الولادة ويكون شديد ومميت وذلك باستمرار الإسهال والتقي وألم في المعدة كما إن هذا المرض يصيب الكبار أيضا.

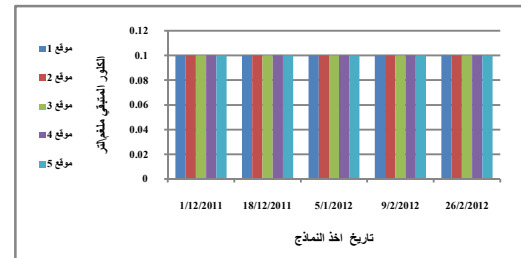


الشكل رقم (13). بيّن الملوثات البايولوجية حسب الموقع.

|   |
|---|
| 1- ما لا يقل عن 95% من النماذج (حجم 100 مللتر) يجب إن تكون خالية من بكتيريا الكوليفورم (خلال سنة كاملة) |
| 2- خالية من مجموعة البكتيريا E.Coli   |
| 3- يجب إن لا يزيد عدد بكتيريا الكوليفورم في (100 مللتر) عن 10 خلايا                                     |
| 4- يجب إن تظهر بكتيريا الكوليفورم في نموذجين متعاقبين   |

جدول رقم (3). المواصفات البكتيولوجية لماء الشرب (طارق 1988).

11. الكلور المتبقي :- لم يلاحظ وجود تغير في تركيز الكلور المتبقي في جميع فترات الدراسة ولجميع المواقع حيث كانت القراءة هي 0.1 ملغم/لتر كما مبين بالشكل (14) وبالمقارنة مع المواصفات العراقية لماء الشرب يلاحظ أن تركيز الكلور المتبقي أقل من المسموح وهذا يعود لأسباب عديدة منها تحلل الكلور خلال نقلهم محطة التجهيز إلى المستهلك أو عدم إضافة الكلور في محطة الإسالة بشكل صحيح لعدم كفاءة المشغلين



شكل رقم (14). تركيز الكلور المتبقي مع الزمن.

#### التحليل الإحصائي:

من خلال التحليل الإحصائي باستخدام برنامج SPSS 17 ظهرت لدينا المعادلة التالية:

$$MPN = -5407.921 + 375.184pH + 159.098Temperature + 0.262Turbidity + 0.671TDS$$

وهذا يشير وجود ترابط كبير جدا  $R^2 = 1$  بين المتغير المعتمد (MPN/100) تركيز الكائنات الحية مع المتغيرات المستقلة هي PH (بلا وحدات) Temp. (درجة مئوية)، العكورة (NTU) وال TDS (ملغم/لتر). إن pH يؤثر بصورة شديدة على نمو الكائنات الحية وحيث إن PH للماء كان أكبر من 8.0 قليلا فإن ذلك ساهم في نمو البكتيريا حيث أحامضي هو الذي يساهم في قتل البكتيريا

- S. Haydar, M. Arshad and J.A. Aziz (2009). "Evaluation of Drinking Water Quality in Urban Areas of Pakistan" Pak. J. Engg. & Appl. Sci. Vol. 5, July 2009 (p. 16-23)
- AWWA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1998).
- سعاد عباوي ومحمد سليمان" الهندسة العملية للبيئة- فحوصات الماء" جامعة الموصل ١٩٩٢
- طارق احمد محمود " علم وتكنولوجيا البيئة" جامعة الموصل ١٩٨٨.
- علياء، تميم، (٢٠٠٧). دراسة تراكيز الكلور الحر المتبقي في شبكة مياه الشرب (حالة دراسية: حي الرمل الشمالي - مدينة اللاذقية)، مجلة تشرين للدراسات والبحوث العلمية – سلسلة العلوم الهندسية، المجلد (٢٩) العدد (٢).
- Abbas Hadi Abbas (2011). "Studying of Residual Chlorine concentration within Water Supply Distribution System in Samarra City – Iraq" International Review of Chemical Engineering (IRECHE) Vol.3 No.5

## **Studying of drinking water quality that is supplied to the housing section in Tikrit university- Iraq**

Abbas Hadi Abbas, Samahir Jasim Muhammed, Muhammed Khalf Ali

Dept. of Env.Engg. University Of Tikrit –Iraq Samarra Drugs company.

In this research paper, the physical, chemical, and biological characteristics of drinking water which is supplied to the housing complex in Tikrit University –Iraq were studied. Five sites were selected in the housing complex and have been testing within three months for the period from 1/12/2011 to 26/2/2012 with five tours or runs during this period. The results showed high concentrations of some quality characteristics in supplied drinking water such as turbidity which was 192NTU in one of these sites as well as the presence of biological contamination is recorded a high concentration of pathogenic bacteria which was 109 MPN/100 ml in another site. Also the results showed that the concentration of residual chlorine was less than accepted limited which was 0.1 mg/l. Besides the results showed that the drinking water is very hard. Statistical analysis was conducted and the results showed high correlation  $R^2=1$  between the dependant variable (MPN) and independent variables temperature, pH, turbidity, and TDS). The results showed that the calculated Langelier Saturation Index, LSI was negative and thus corrosion of iron pipes and metal parts in the water distribution system may occur.