

## دراسة وتحديد قيمة معامل تلاشي الكلور ( Bulk Chlorine Decay Coefficient ) ( $K_b$ ) في شبكة الإمداد بمياه الشرب في مدينة اللاذقية

- \* د. رائد جعفر  
\* د. هيثم جناد  
\* أ. د. عادل عوض  
\* م. مي الفريد ناصر

( تاريخ الإيداع 2022/6/21 . قَبِلَ للنشر في 2022/12/12 )

### □ ملخص □

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد قيمة معامل تلاشي الكلور في شبكة مياه الشرب في مدينة اللاذقية وهو البارامتر الرئيسي لنمذجة سلوك الكلور الحر المتبقي في شبكات مياه الشرب ، حيث تم اختيار ( 12 ) نقطة اعتيان موزعة على الخطوط الرئيسية لشبكة الإمداد بمياه الشرب في مدينة اللاذقية ، تم قطف عينات المياه من نقاط الاعتيان المحددة بمعدل مرة كل شهر ، حيث استمرت الدراسة لمدة سبعة أشهر من شهر حزيران ( 2021 ) حتى شهر كانون الأول ( 2021 ) ، وتم قياس تراكيز الكلور الحر المتبقي في كل نقطة اعتيان مع اعتماد الزمن الأولي للقياس هو زمن قطف العينة ، ثم قياس تراكيز الكلور الحر المتبقي بفارق زمني بمعدل ساعة بين كل قياس لكل نقطة اعتيان ، ومن ثم تم رسم المخطط البياني للعلاقة بين تراكيز الكلور الحر المتبقي مقابل زمن القياس على مدار ( 24 ) ساعة حتى تقترب قيمة تراكيز الكلور الحر المتبقي من الصفر ، ومن ثم إجراء تعديل أسّي للحصول على معامل التفاعل (  $K_b$  ) لكل عينة ، تم تحديد قيمة (  $K_b$  ) لجميع العينات خلال أشهر الدراسة ، حيث تشير الإشارة السلبية إلى انخفاض تركيز الكلور الحر المتبقي بمرور الزمن ، بلغت القيمة المتوسطة  $K_b=0.122h^{-1}$  للأشهر المدروسة وهي أعلى من القيمة التي أبلغ عنها العالم روسمان

$K_b = 0.0229 h^{-1}$  وهذا يعود إلى أن تفاعل الكلور مع الماء يعتمد على الظروف الخاصة بكل شبكة.

**الكلمات المفتاحية :** معامل تلاشي الكلور - تراكيز الكلور - نمذجة شبكات مياه الشرب - نقاط الاعتيان.

\*أستاذ مساعد - قسم الهندسة البيئية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين .

\*\*مدرس - قسم الهندسة البيئية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين .

\*\*\*أستاذ - قسم الهندسة البيئية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين .

\*\*\*\* طالبة دراسات عليا ( دكتوراه ) قسم الهندسة البيئية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين .

## Study and Determination of the value of the bulk chlorine decay Coefficient ( $K_b$ ) in the drinking water supply network in Lattakia city

Dr. Raed Jafar\*

Dr. Hytham Jnad\*\*

Dr. Adel Awad\*\*\*

Eng. Mai Alfred Naser\*\*\*\*

(Received 21/6/ 2022 . Accepted 12/12/ 2022)

### □ ABSTRACT

This study aimed to determine the value of the bulk chlorine decay coefficient in the drinking water network in Lattakia city, which is the main parameter for modeling the behavior of free residual chlorine in drinking water networks, which (12) sampling points were chosen distributed on the main lines of the drinking water supply network in Lattakia city. Water samples were collected from the specified sampling points at a rate of once a month, of the study lasted for seven months from June 2021 until December 2021, which the concentrations of free residual chlorine were measured at each sampling point, with the initial measurement time being the time of sample collecting. Then, the concentrations of free residual chlorine were measured with an hour difference between each measurement for each sampling point. Next, the graph was drawn for the relationship between the concentrations of free residual chlorine against a (24) hour time until the value of the concentrations of free residual chlorine approaches zero. After that Exponential adjustment was made to get the reaction coefficient ( $K_b$ ) for each sample, The value of ( $K_b$ ) was determined for all samples during the months of the study, which the negative sign indicates a decrease in the concentration of free residual chlorine over time. The average value for studied months was  $K_b=0.122h^{-1}$  and it is higher than the value reported by the scientist Rossman  $K_b = 0.0229 h^{-1}$ . This is due to the fact that the reaction of chlorine with water depends on the specific conditions of each network.

**Keywords:** Chlorine decay coefficient, chlorine concentrations, Modeling of drinking water networks, sampling points.

---

\*Assistant Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University.

\*\* Doctor, , Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University.

\*\*\* professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University.

\*\*\*\* Postgraduate Student (PhD), Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University.

## المقدمة :

تعتبر مركبات الكلور من أكثر المواد استخداماً في محطات معالجة المياه ، ومن خصائص الكلور إمكانية تطهيره المتبقي ، مما يحول دون نمو الكائنات الحية الدقيقة في جميع أنحاء الشبكة [ 1 ].

يمكن أن يعود تلاشي الكلور داخل نظام توزيع المياه إلى تفاعله مع المركبات العضوية في مياه المصدر ومع الأغشية الحيوية على أسطح الأنابيب ، وغالباً ما يوصف معدل تلاشي الكلور بتفاعل من الرتبة الأولى أو الثانية ولضمان التنبؤ بتركيزات الكلور اللحظية الدقيقة ، يتم إجراء التحليل الهيدروليكي وجودة المياه من أجل الحصول على معدل التدفق التابع للزمن داخل الشبكة ، بالإضافة إلى معدل التفاعل التابع أيضاً للزمن وتركيز الكلور المتبقي على الأنابيب [ 2 ]. هذه التفاعلات تستهلك بعض الكلور حيث كمية الكلور المضافة تسمى جرعة الكلور (Chlorine Dosage) وكمية الكلور المستهلكة تسمى الكلور المستهلك (Chlorine Demand) [ 3 ]. لضمان وجود الكلور المتبقي في شبكة توزيع مياه الشرب ، ابتكر العديد من الباحثين نموذجاً لتلاشي الكلور في مياه الشرب ، حيث يسمح هذا النموذج بتقييم مستويات الكلور في مياه الشرب والتنبؤ بتركيز الكلور المتبقي بمرور الوقت ( مع الأخذ في الاعتبار التركيز الأولي للكلور ( جرعة الكلور الأولية) في محطة معالجة المياه ) وأهم العوامل التي يجب مراعاتها لنموذج انحلال الكلور على طول مساره داخل شبكة التوزيع معدل تفاعل الكلور مع المياه (  $K_b$  ) ( التفاعلات الكيميائية للكلور مع المادة العضوية الطبيعية الموجودة في الماء ) و معدل تفاعل الكلور مع جدار خط الأنابيب التي تنتقل المياه (  $K_w$  ).

حيث تتطلب النماذج الرياضية لتركيز الكلور في أنظمة توزيع المياه أن يتم قياس معامل  $K_b$  ، وهو البارامتر الرئيسي لنموذج سلوك الكلور المتبقي في أنظمة مياه الشرب ، يشير هذا إلى أن هذه النماذج يمكن أن تتنبأ بدقة بتركيز الكلور في أي جزء من شبكة التوزيع عندما يتم تحديد معدل الانحلال في الماء ( Bulk decay ) التابع لخطوط الإمداد [ 4 ]. كما تشير علامة معامل التفاعل إلى حدوث تفاعل تكوين ( إيجابي ( Positive ) ) و تفاعل تحلل ( سلبي ) ( Negative ) [ 5 ] .

نماذج نوعية المياه التي تحاكي تلاشي الكلور هي أدوات قيمة لإدارة الكلور المتبقي وتستخدم هذه النماذج حالياً لتحسين الجرعة وتحديد مواقع المعالجة بالكلور والتنبؤ بالمواقع الحرجة ، حيث قد يتحلل الكلور إلى مستويات غير فعالة [ 6 ] . ومن أهم برامج التحليل الهيدروليكي برنامج ( EPANET , WATERCAD ).

EPANET هو برنامج محاكاة يستخدم على نطاق واسع للتحليل الهيدروليكي وتحليل جودة المياه في أنظمة توزيع المياه [2]. يقوم برنامج EPANET بنموذج تلاشي الكلور من خلال قانون حركي من الرتبة الأولى [7]. WATERCAD يستخدم هذا البرنامج لإجراء تحليل هيدروليكي ثابت وممتد لشبكة توزيع المياه ، ويقوم أيضاً بإجراء محاكاة لجودة المياه لتحديد مصدر المياه وعمرها وتتبع نمو أو تحلل مكون كيميائي في جميع أنحاء الشبكة [ 8 ] .

يتم استخدام ثلاث بارامترات لنموذج الكلور في نظام التوزيع باستخدام برنامج EPANET هي جرعة الكلور الأولية ، ومعامل تلاشي الكلور (  $K_b$  ) ( Bulk Chlorine Decay Coefficient ) ومعامل تلاشي تفاعلات الجدار والأغشية الحيوية (  $K_w$  ) ( Wall Decay Coefficient ) كقيمة خاصة لكل أنبوب تعتمد على جودة المياه في Bulk Water وخصائص جدار الأنبوب ( نوع مادة جدار الأنبوب ، وعمر الأنبوب ، ونمو الغشاء الحيوي ) يتم تحديد (  $K_b$  ) من خلال اختبارات ( Bottle Tests ) [ 9 , 10 ] بينما يتم تقدير (  $K_w$  ) من خلال إجراء معايرة يتضمن مقارنة مخرجات الكلور المتبقي بين النموذج والقياسات الميدانية ، وباستخدام طريقة التجربة والخطأ [ 9 ] .

**أهمية البحث وأهدافه :****أهمية البحث :****تتلخص أهمية البحث فيما يلي :**

التوصل إلى قيمة معامل تلاشي الكلور في شبكة مياه الشرب في مدينة اللاذقية ، حيث يختلف من شبكة إلى أخرى ، وذلك بسبب تفاعل الكلور مع الماء والذي يعتمد على الظروف الخاصة لكل منطقة ، مثل درجة الحرارة ، ومحتوى المادة العضوية ، وتشغيل وصيانة شبكة التوزيع ، وهو البارامتر الرئيسي لنمذجة سلوك الكلور الحر المتبقي في أنظمة توزيع مياه الشرب ولتشغيل برامج التحليل الهيدروليكي لشبكات مياه الشرب (EPANET, WATERCAD).

**أهداف البحث :****يهدف البحث إلى :**

تحديد قيمة معامل تلاشي الكلور في شبكة مياه الشرب في مدينة اللاذقية.

**موقع منطقة البحث :****وصف شبكة مياه الشرب :**

يتم سحب المياه من بحيرة السن عبر مأخذ اللاذقية إلى محطات التنقية (القديمة و الجديدة) حيث تحتوي محطات التنقية القديمة على ( 24 ) مرشح ومحطة التنقية الجديدة على ( 12 ) مرشح ويتم سحب المياه من محطات التنقية ( القديمة و الجديدة ) عبر بيارات السحب إلى محطات الضخ ( القديمة و الجديدة ) حيث تحتوي محطة الضخ القديمة على سبع مضخات ثلاث مضخات بغزارة (  $Q = 350 \text{ l/sec}$  ) بضغوط (  $H = 92 \text{ m}$  ) و أربع مضخات بغزارة (  $Q = 300 \text{ l/sec}$  ) بضغوط (  $H = 92 \text{ m}$  ) ، حيث تضخ المضخات الثلاث بإنبوب ضخ بقطر (  $D = 700 \text{ mm}$  ) مصنوع من الفونت إلى خزان قرفيص الأول (  $T_1$  ) حجمه (  $V = 1000 \text{ m}^3$  ) ، وتضخ المضخات الأربع بإنبوب ضخ بقطر (  $D = 1000 \text{ mm}$  ) مصنوع من ( الفونت و الأترنيت ) إلى خزان قرفيص الثاني (  $T_2$  ) حجمه (  $V = 2000 \text{ m}^3$  ) وتحتوي محطة الضخ الجديدة على ست مضخات أربع مضخات بغزارة (  $Q = 350 \text{ l/sec}$  ) مضختان احتياط ، حيث تضخ المضخات الأربع بإنبوب ضخ بقطر (  $D = 1200 \text{ mm}$  ) مصنوع من الفونت إلى خزان قرفيص الثالث (  $T_3$  ) حجمه (  $V = 5000 \text{ m}^3$  ) و خزان قرفيص الرابع (  $T_4$  ) حجمه (  $V = 3000 \text{ m}^3$  ) . وبأربعة خطوط جر من خزانات قرفيص الأربعة يتم تغذية خزانات مدينة اللاذقية ( خزان المنتزه وخزان القلعة ) .

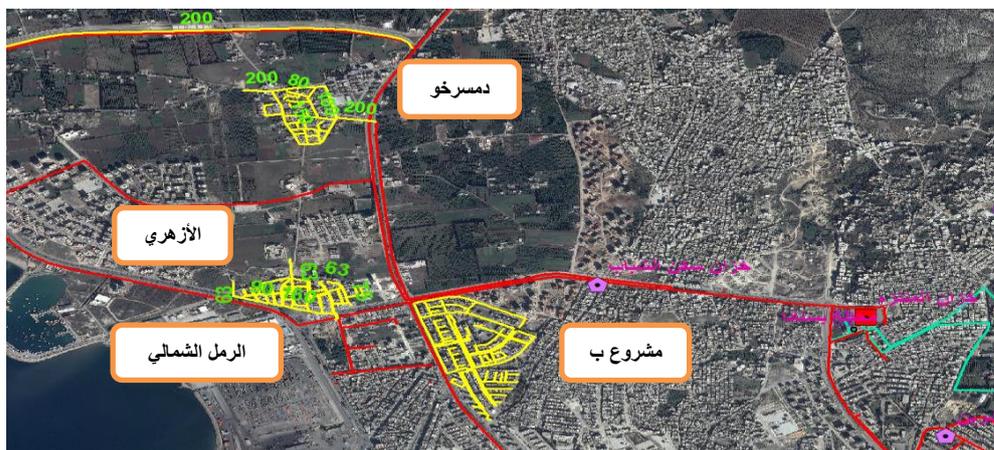
**حالة الدراسة :**

شبكة مياه الشرب التي تغذي أحياء ( مشروع ب - الرمل الشمالي - الأزهرى - دمسرخو ) .

حيث يوضح الشكل رقم ( 1 ) شبكة مياه الشرب للأحياء السكنية المدروسة.

### آلية تزويد الأحياء المدروسة بمياه الشرب في محافظة اللاذقية :

يتم تغذية الأحياء السكنية المدروسة من خزان المنتزه حجمه (  $50000 \text{ m}^3$  ) الذي يتم تغذيته من خط الجر الثالث بطول (  $L=42 \text{ km}$  ) وقطر (  $D=1000 \text{ mm}$  ) من خزان قرفيص الثالث حجمه (  $5000 \text{ m}^3$  ). يخرج من خزان المنتزه خط إسالة بقطر (  $D=600 \text{ mm}$  ) لتغذية الأحياء السكنية المدروسة .  
الشكل رقم ( 1 ): موقع منطقة الدراسة ( الأحياء السكنية المدروسة ).



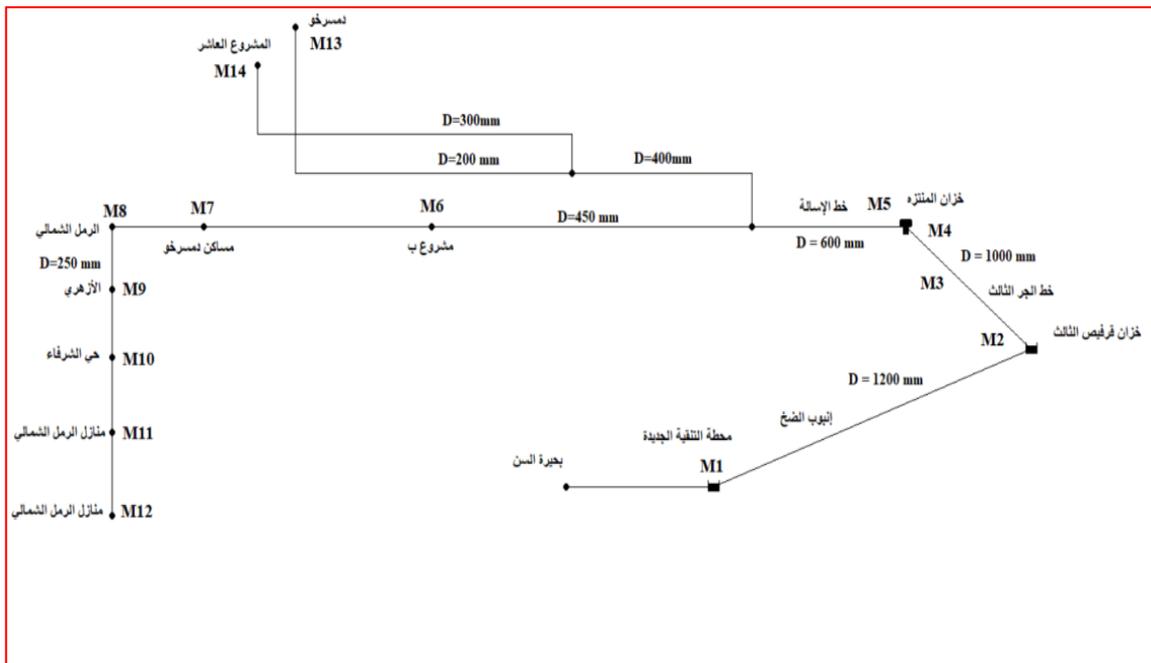
### طرائق البحث ومواده :

تناولت الدراسة الحقلية والمخبرية تحديد مجموعة نقاط اعتيان موزعة على شبكة مياه الشرب في مدينة اللاذقية موضحة في الجدول رقم ( 1 ) ، بلغ عدد نقاط الاعتيان المحددة ( 14 ) نقطة كما في الشكل ( 2 ) ( نقاط على الخطوط الرئيسية - نقطة قبل خزان المنتزه - نقطة بعد خزان المنتزه - نقاط على الخطوط التي تغذي الأحياء السكنية المدروسة ) وذلك لقياس تراكيز الكلور الحر المتبقي كل ساعة.  
تم اختيار جزء من شبكة مياه الشرب في مدينة اللاذقية حيث تم اختيار النقاط التي تبدأ من نقطة عند مدخل مدينة اللاذقية ( الهادي ) (  $M_3$  ) حتى نقطة تغذية حي المشروع العاشر (  $M_{14}$  ) .

الجدول رقم ( 1 ) : نقاط الاعتيان المحددة على شبكة مياه الشرب المدروسة

موقع نقطة الاعتيان	نقطة الاعتيان
نقطة من خزان التجميع عند إضافة جرعة الكلور الأولية في محطة السن.	$M_1$
نقطة دخول المياه إلى خزان قرفيص الثالث ( $T_3$ ) (نهاية إنبوب الضخ من محطة التنقية إلى خزان قرفيص الثالث ( $T_3$ )).	$M_2$
نقطة عند مدخل مدينة اللاذقية ( الهادي ) ( نقطة على خط الجر الثالث على أوتستراد اللاذقية - دمشق تبعد حوالي ( 6 km ) عن خزان المنتزه )	$M_3$
نقطة قبل دخول المياه إلى خزان المنتزه ( من خط الجر الثالث مباشرة ).	$M_4$
نقطة خروج المياه من خزان المنتزه ( بداية خط الإسالة ( $600 \text{ mm}$ ) ).	$M_5$

نقطة تغذية حي مشروع ب	M <sub>6</sub>
نقطة تغذية حي مساكن دمسرخو	M <sub>7</sub>
نقطة تغذية حي الرمل الشمالي	M <sub>8</sub>
نقطة تغذية حي الأزهرى	M <sub>9</sub>
نقطة تغذية حي الشرفاء	M <sub>10</sub>
نقطة تغذية منازل الرمل الشمالي	M <sub>11</sub>
نقطة تغذية منازل الرمل الشمالي	M <sub>12</sub>
نقطة تغذية حي دمسرخو	M <sub>13</sub>
نقطة تغذية حي المشروع العاشر	M <sub>14</sub>



الشكل رقم ( 2 ) : مواقع نقاط الاعتيان المحددة.

### طريقة جمع العينات :

تم أخذ العينات من نقاط الاعتيان المحددة على طول شبكة الإمداد بمياه الشرب في مدينة اللاذقية بمعدل مرة واحدة في الشهر لقياس تركيز الكلور الحر المتبقي اعتباراً من شهر حزيران ( 2021 ) حتى شهر كانون الأول ( 2021 ) ، حيث تم جمع العينات في عبوات زجاجية سعة ( 1000 ml ) حتى لا تتغير العينات ليتم تحليلها لاحقاً ، قمنا بترك الماء يجري لمدة دقيقتين لتجنب تجميع المياه التي لم يتم استخدامها لفترة طويلة ، وتخزين العينات في حاضنة لإبقائها في درجة حرارة ثابتة.

### جهاز قياس الكلور :

يقيس الجهاز محتوى الكلور الحر والكلبي في عينات الماء ، حيث يستخدم الجهاز كاشف ( DPD ) الذي يتفاعل مع العينة ، حيث يتفاعل الكلور الموجود في العينة على شكل ( حمض هيبوكلوروس HOCL ) ( أو أيون هيبوكلوريت ( OCL ) ) ( الكلور الحر أو الكلور المتبقي ) مباشرة مع مؤشر ( DPD ) لتكوين لون

أرجواني يتناسب مع تركيز الكلور ، تتضمن هذه التقنية إضافة كاشف إلى عينة ماء سعة ( 10 ml ) . حيث يظهر الشكل ( 3 ) جهاز قياس الكلور الحر المتبقي وكواشف ( DPD ) .  
تم استخدام جهاز قياس الكلور الحر المتبقي ( Milwaukee MI 404 ) في مخبر الهندسة البيئية في كلية الهندسة المدنية في جامعة تشرين



الشكل رقم ( 3 ) جهاز قياس الكلور الحر المتبقي ( Milwaukee MI 404 ) وكواشف ( DPD ) .

طريقة تحديد معامل تلاشي الكلور (  $K_b$  ) :

للحصول على معامل تلاشي الكلور مع الماء ، تم تنفيذ الخطوات التالية:

- تحدد قيمة معامل (  $K_b$  ) باستخدام معادل تلاشي الكلور من الرتبة الأولى [ 9,10 ]:

$$C = C_0 * e^{-K_b * t}$$

$C$  : تركيز الكلور في كل نقطة اعتيان (  $mg / l$  ) .

$C_0$  : تركيز الكلور الأولي (  $mg / l$  ) .

$K_b$  : معامل تلاشي الكلور في الماء (  $hour^{-1}$  ) .

$t$  : زمن القياس ( hour ) .

- تحدد قيمة المعامل (  $K_b$  ) باستخدام طريقة اختبار الزجاجاة ( Bottle Tests ) .

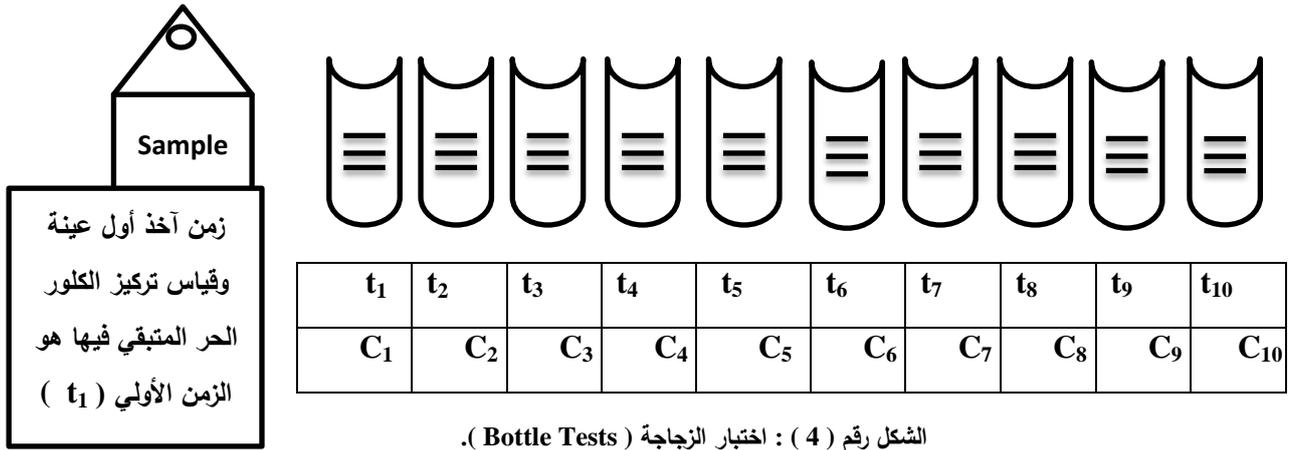
طريقة اختبار الزجاجاة ( Bottle Tests ) :

تتضمن الخطوات التالية :

- 1- نحدد نقاط الاعتيان .
- 2- نجمع عينات المياه عن طريق تخزينها في عبوات نظيفة سعة ( 1 ) لتر ويرجع هذا الحجم إلى العدد الكبير من القياسات لتركيز الكلور الحر المتبقي في نقاط الاعتيان المحددة .

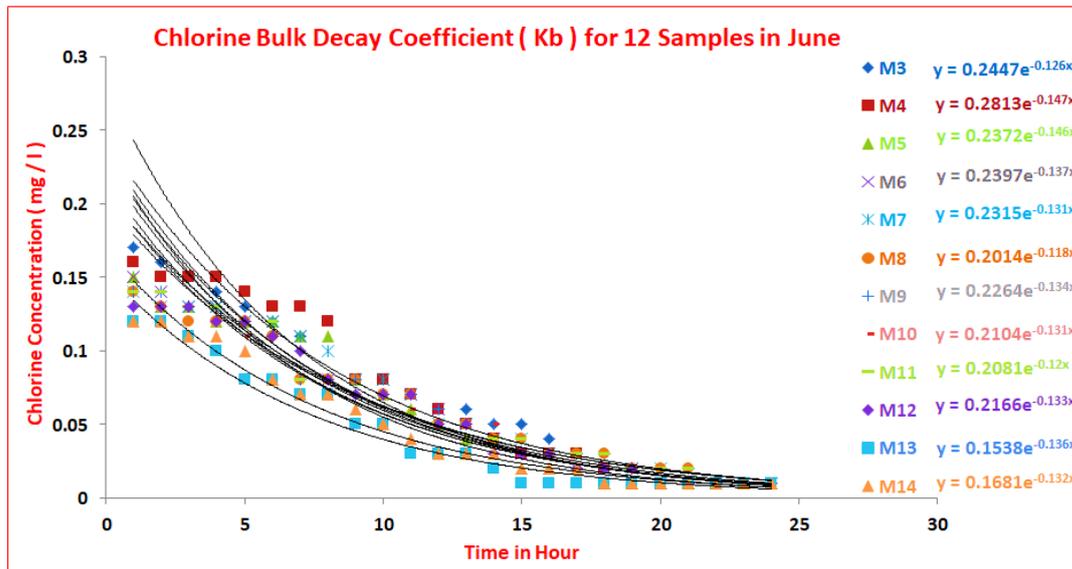
3- قياس تركيز الكلور الحر المتبقي في أول عينة واعتبار زمن القياس لأول عينة هو الزمن الأولي (  $t_1$  ) .

4- قياس تركيز الكلور الحر المتبقي في باقي العينات بعد مرور ساعة عن زمن قياس العينة الأولى حتى تقترب قيمة تركيز الكلور الحر من الصفر ( فرق ساعة بين كل عينة عن العينة السابقة ) [ 9,10 ] .



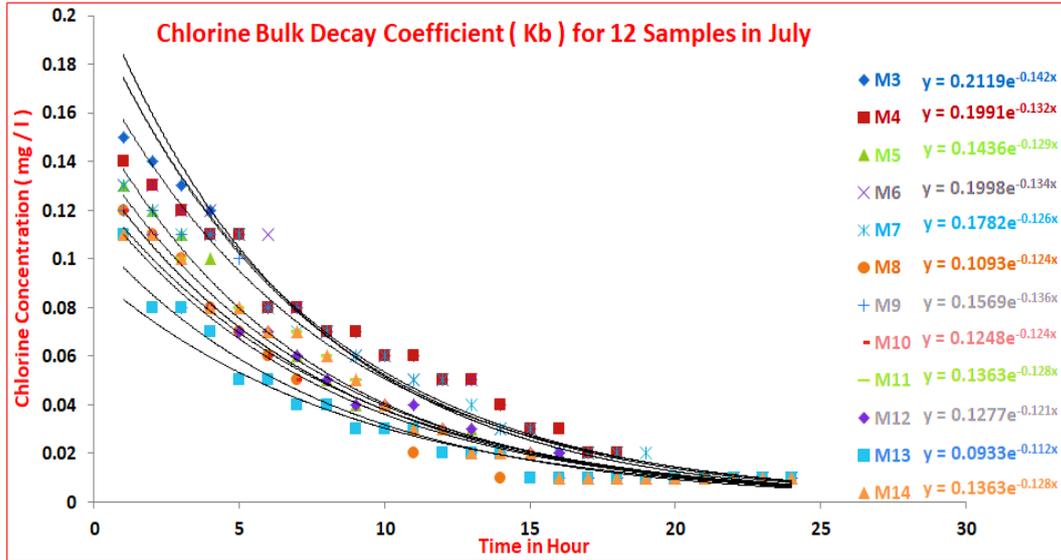
### النتائج والمناقشة :

لتحديد قيمة (  $K_b$  ) تم تمثيل نتائج القياسات لتراكيز الكلور الحر المتبقي مقابل الزمن على عينات المياه المأخوذة من نقاط الاعتيان المحددة خلال الأشهر المدروسة وفق مخططات بيانية ، حيث يبين الشكل رقم ( 5 ) تمثيل نتائج القياسات لشهر حزيران .



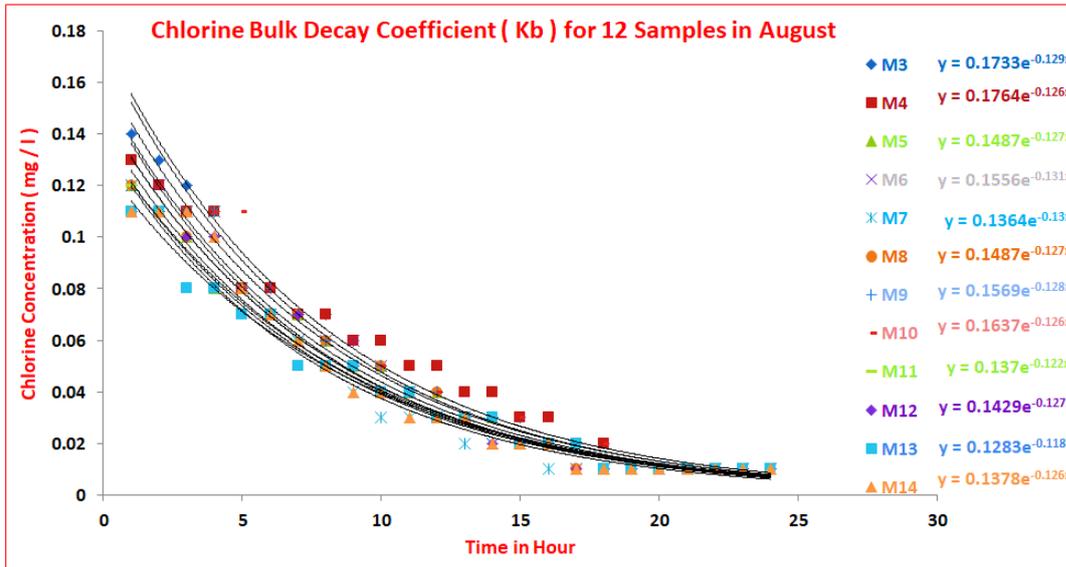
الشكل رقم ( 5 ) : قيم (  $K_b$  ) للعينات خلال شهر حزيران

يوضح الشكل ( 5 ) المخطط البياني لتراكيز الكلور الحر المتبقي مقابل زمن القياس لكل نقطة اعتيان من النقاط المحددة خلال شهر حزيران حيث بلغت قيمة معامل ( $K_b$ ) ضمن المجال  $h^{-1} [-0.118-0.147]$  حيث بلغت القيمة المتوسطة لقيمة معامل تلاشي الكلور ( $K_b = -0.133 h^{-1}$ ) خلال شهر حزيران.



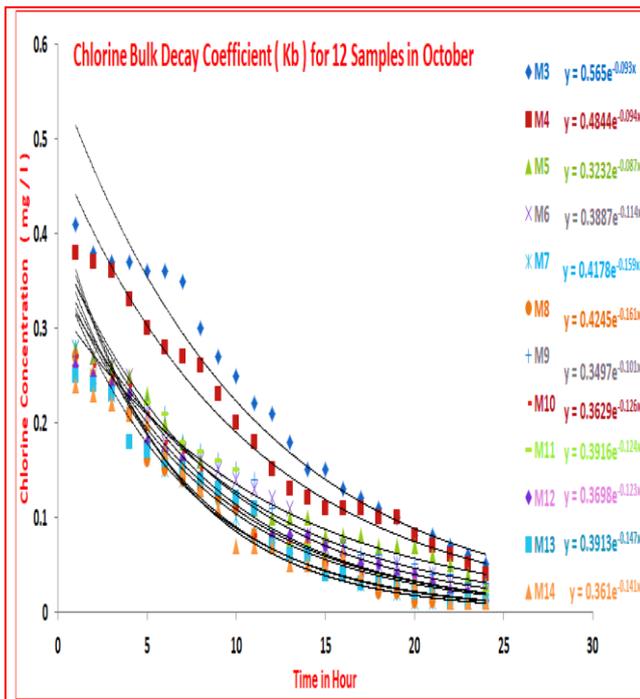
الشكل رقم ( 6 ) : قيم ( $K_b$ ) للعينات خلال شهر تموز

نلاحظ بالنسبة للشكل ( 6 ) إن قيم معامل  $K_b$  لعينات المياه المأخوذة من نقاط الاعتيان المحددة تراوحت ضمن المجال  $h^{-1} [-0.112-0.142]$  خلال شهر تموز حيث بلغت القيمة المتوسطة لمعامل تلاشي الكلور ( $K_b = -0.128 h^{-1}$ ).

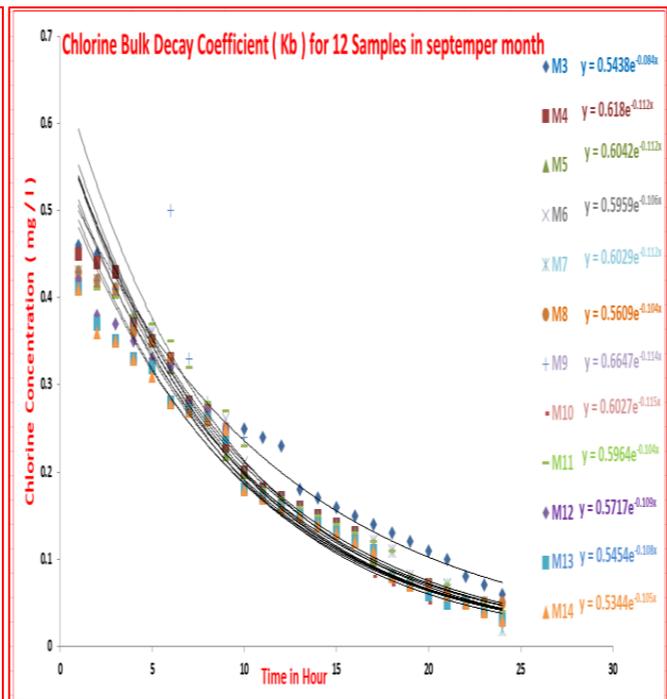


الشكل رقم ( 7 ) : قيم ( $K_b$ ) للعينات خلال شهر آب.

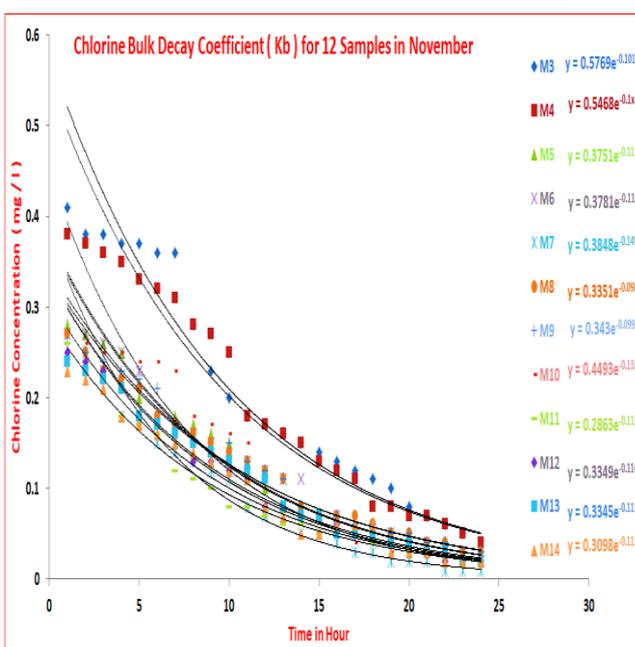
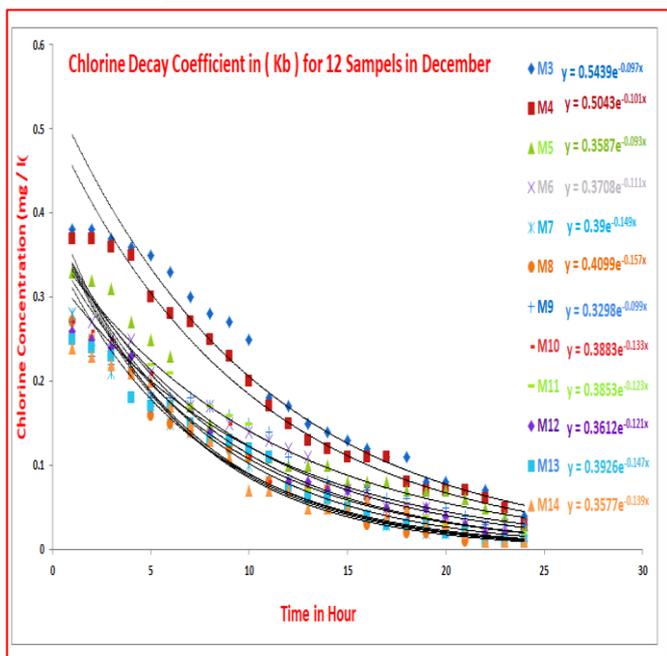
يوضح الشكل ( 7 ) قيمة معامل تلاشي الكلور في الماء للعينات المأخوذة من نقاط الاعتيان المحددة حيث تراوحت ضمن المجال  $K_b = [-0.118-0.131] h^{-1}$  حيث بلغة قيمته المتوسطة (  $K_b = -0.127h^{-1}$  ). وتوضح الأشكال ( 8 , 9 , 10 , 11 ) قيمة معامل تلاشي الكلور (  $K_b$  ) للأشهر أيلول وتشيرين الأول وتشيرين الثاني وكانون الأول على التوالي.



الشكل رقم ( 9 ) : قيم (  $K_b$  ) للعينات خلال شهر تشيرين الأول



الشكل رقم ( 8 ) : قيم (  $K_b$  ) للعينات خلال شهر أيلول



الشكل رقم ( 11 ) : قيم (  $K_b$  ) للعينات خلال شهر كانون الأول

الشكل رقم ( 10 ) : قيم (  $K_b$  ) للعينات خلال شهر تشرين الثاني

نلاحظ من الأشكال السابقة إن قيمة معامل تلاشي الكلور للماء في العينات المأخوذة من نقاط الاعتيان المحددة خلال شهر أيلول ، في الشكل ( 8 ) ، تراوحت ضمن المجال  $K_b = [-0.084 - 0.115] h^{-1}$  ، حيث بلغت القيمة المتوسطة للمعامل (  $K_b = -0.107 h^{-1}$  ) ، بينما تراوحت قيمته ضمن المجال  $K_b = [-0.087 - 0.161] h^{-1}$  خلال شهر تشرين الأول ، في حين كانت قيمته المتوسطة (  $K_b = -0.123 h^{-1}$  ) ، كما في الشكل ( 9 ) ، بينما تراوحت قيمته ضمن المجال  $K_b = [-0.098 - 0.149] h^{-1}$  وقيمته المتوسطة (  $K_b = -0.113 h^{-1}$  ) خلال شهر تشرين الثاني ، كما في الشكل ( 10 ) ، بينما يوضح الشكل ( 11 ) أن قيمة معامل تلاشي الكلور للماء في العينات  $K_b = [-0.09 - 0.157] h^{-1}$  وقيمته المتوسطة (  $K_b = -0.123 h^{-1}$  ) خلال شهر كانون الأول. ويوضح الجدول رقم ( 2 ) قيم معامل تلاشي الكلور خلال فترة الدراسة المحددة من حزيران إلى كانون الأول لعام 2021.

الجدول رقم ( 2 ) : قيم معامل تلاشي الكلور للعينات المأخوذة من نقاط الاعتيان خلال الأشهر المدروسة.

M $K_b$	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>5</sub>	M <sub>6</sub>	M <sub>7</sub>	M <sub>8</sub>
حزيران	-0.126	-0.147	-0.146	-0.137	-0.131	-0.118
تموز	-0.142	-0.132	-0.129	-0.134	-0.126	-0.124
آب	-0.129	-0.126	-0.127	-0.131	-0.13	-0.127
أيلول	-0.084	-0.112	-0.112	-0.106	-0.112	-0.104
تشرين الأول	-0.093	-0.094	-0.087	-0.114	-0.159	-0.161
تشرين الثاني	-0.101	-0.1	0.111	-0.11	-0.149	-0.098
كانون الأول	-0.097	-0.101	-0.093	-0.111	-0.149	-0.157

M K <sub>b</sub>	M <sub>9</sub>	M <sub>10</sub>	M <sub>11</sub>	M <sub>12</sub>	M <sub>13</sub>	M <sub>14</sub>
حزيران	-0.134	-0.131	-0.12	-0.133	-0.136	-0.132
تموز	-0.136	-0.124	-0.128	-0.121	-0.112	-0.128
آب	-0.128	-0.126	-0.122	-0.127	-0.118	-0.126
أيلول	-0.114	-0.115	-0.104	-0.109	-0.108	-0.105
تشرين الأول	-0.101	-0.126	-0.124	-0.123	-0.147	-0.141
تشرين الثاني	-0.099	-0.132	-0.112	-0.114	-0.111	-0.113
كانون الأول	-0.099	-0.133	-0.123	-0.121	-0.147	-0.139

ويوضح الجدول رقم ( 3 ) القيم المتوسطة لمعامل تلاشي الكلور خلال فترة الدراسة.

الجدول رقم ( 3 ) : القيم المتوسطة لمعامل تلاشي الكلور للعينات المأخوذة من نقاط الاعتيان خلال الأشهر المدروسة.

	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول
K <sub>b</sub> ( h <sup>-1</sup> )	-0.133	-0.128	-0.127	-0.107	-0.123	-0.113	-0.123

بلغت القيمة المتوسطة لمعامل تلاشي الكلور ( K<sub>b</sub>=0.122h<sup>-1</sup> ) للأشهر المدروسة.

### الاستنتاجات والتوصيات :

#### الاستنتاجات :

#### تم التوصل إلى مايلي :

1- تم تحديد قيمة ( K<sub>b</sub> ) لجميع العينات خلال أشهر الدراسة ، حيث تشير الإشارة السلبية إلى انخفاض تركيز الكلور الحر المتبقي بمرور الزمن ، حيث بلغت القيمة المتوسطة ( K<sub>b</sub>=0.122h<sup>-1</sup> ) للأشهر المدروسة.

2- إن القيمة التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة لمعامل تلاشي الكلور تساوي ( K<sub>b</sub>=0.122h<sup>-1</sup> ) وهي أعلى من القيمة التي أبلغ عنها العالم روسمان ( K<sub>b</sub> = 0.0229 h<sup>-1</sup> ) وهذا يعود إلى أن تفاعل الكلور مع الماء يعتمد على الظروف الخاصة بكل شبكة [9,10].

#### التوصيات :

1- ضرورة تحديد قيمة معامل تلاشي الكلور قبل البدء بنمذجة شبكات مياه الشرب وذلك لاختلاف قيمته من شبكة إلى أخرى .

2- يمكن استخدام القيمة الناتجة لمعامل تلاشي الكلور ( K<sub>b</sub> ) في برامج التحليل الهيدروليكي عند نمذجة شبكات مياه الشرب في مدينة اللاذقية.

3- دراسة العلاقة بين درجة الحرارة ومعامل تلاشي الكلور.

## المراجع

- 1- Helena M. Ramos . D. Loureiro · A. Lopes .C. Fernandes .D. Covas . L. F. Reis . M. C. Cunha.2010, *Evaluation of Chlorine Decay in Drinking Water Systems for Different Flow Conditions: From Theory to Practice, Water Resour Manage* , 24,815–834.
- 2- Mugar,A. –Carmen,M. ,2012,*Chlorine Concentration Decay in The Water Distribution System Of A Town With 50000 Inhabitants*,74, 1454-2358.
- 3- Shamrukh,M. Hassan,Y.2005,*Chlorination and Optimal Chlorine Dosage For Nile Water,Firdt AIN Ahams University International Convergence on Enviromental Engineering*, Egypt,644-654.
- 4- García-Ávila,F.Sánchez-Alvarracín,C.Cadme-Galabay,M.Conchado-Martínez,J.García Mera,G.Zhindón-Arévalo,C.2020,*Relationship between chlorine decay and temperature in the drinking water, Elsevier B.V* , 126, 13–20.
- 5- Kahil,M.A.2016, *Application of First Order Kinetics for Modeling Chlorine Decay in Water Networks, International Journal of Scientific & Engineering Research*,7,331-336.
- 6- Monteiro,L. Figueiredo,D. Dias,S. Freitas,R. Covas,D. Menaia,J. Coelho,S.T. 2014, *Modeling of chlorine decay in drinking water supply systems using EPANET MSX, 12th International Conference on Computing and Control for the Water Industry*, 1192 – 1200.
- 7- Castro,P. Neves,M.2003,*Chlorine Decay in Water Distribution Systems Case Study – Lousada Network,Electronic Jpurnal of Environmental Agricultural and Food Chemistry*,2,261-266.
- 8- Hamdy, D. Moustafa, M.A.E. Elbakri, W.2014,*Free Residual Chlorine Calibration by WaterCAD at El-Nozha Water Network in Alexandria Governorate, Egypt, Journal of Environmental Protection*, 5, 845-861.
- 9- Tiruneh,A.T.DeBessai,T.A.Bwembya,G.C.Nkambule,S.J.Zwane1,L.2019, *Variable Chlorine Decay Rate Modeling of the Matsapha Town Water Network Using EPANET Program, Journal of Water Resource and Protection*, 11, 37-52.
- 10- Nagatani,T. Yasuhara,K.Murata,K.Takeda,M.Nakamura,T. Fuchigami,T. Terashima,K.2008,*Residual Chlorine Decay Simulation in Water Distribution System, The 7th International Symposium on Water Supply Technology*,1-11.