تأثير وحدات الترشيح على وقت التماس اللازم في إزالة الأحياء المجهرية

علي عبدالله حسن*

تاريخ التقديم: ٢٠٠٤/٦/٩
تاريخ القبول: ٢٠٠٥/٣/١٦

الخلاصة

على مدار خمسة أشهر وخلال العام 2003- 2004، تم سحب مجموعة من النماذج المائية من محطة ماء الوثبة في مدينة بغداد وتحديدا قبل وبعد وحدة الترشيح اضافة الى نماذج من مأخذ المياه. أجريت مجموعة من الفحوصات الأحيائية على هذه النماذج، وبينت النتائج قابلية هذه المرشحات على ازالة البكتريا الكلية وبكتريا القولون وبنسب تصل الى 53% و57% على التوالي. كما بين البحث أيضا العلاقة الكبيرة التي تربط الكدرة المتبقية مع هذه الأحياء، والتي أكدتها نتائج التحاليل الأحصائية، إذ بلغت قيمة معامل الأيجاد R^2 0.964. واما فيما يخص وقت التماس اللازم للتخلص من بكتريا القولون فقد وصلت نسبة الأختصار فيه الى 64.12% للمياه المرشحة عن الخام، وهذا بالطبع سيؤدي الى فوائد صحية واقتصادية كبيرة.

Effect of Filtration Units on Contact Time Required for Removal of Microorganisms

Abstract:

Through five months in 2003-2004 many samples of water were drawn from Al-Wathba water treatment plant in Baghdad city, certinely from the intake and before and after filtration units. Biological analysis on these samples has been done and the results show the ability of filters in removal total bacteria and coliform bacteria with rate of 53% and 57% respectively. Also this research denote the statistical correlation between residual turbidity and microorganisms with coefficient of determination R^2 equal 0.964. The reducing in contact time required for removal of coliform bacteria was 64.12% for filtered water compaired with raw water, so this may gain health and economical benefits.

المقدمة:

تقع محطة تصفية ماء الوثبة على الضفة اليسرى من نهر دجلة في مدينة بغداد، وتبلغ طاقتها الإنتاجية من المياه 45600 م^3/يوم. تحتوي هذه المحطة على مرشحات تعمل بواسطة

*قسم الهندسة المدنية / كلية الهندسة / الجامعة المستنصرية

https://doi.org/10.30684/etj.24.5.11
University of Technology-Iraq, Baghdad, Iraq/2412-0758
This is an open access article under the CC BY 4.0 license http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

الجاذبية وهي من النوع السريع(Rapid Filters). ولايمكن القول أن وحدات الترشيح هي وحدها العمود الذي ترتكز عليه محطات تصفية الماء الخام، آلا أنها الأساسية، لقد عرف الترشيح منذ آلاف السنين في الهند ومنذ حوالي ألف سنة مضت في الصين[1]. آلا أن المرشحات الرملية السريعة عرفت بشكلها الحالي تقريبا في الولايات المتحدة الأمريكية خلال القرن التاسع عشر[2]، [3] ، إن قابلية وحدات الترشيح على إزالة الأحياء المجهرية(Microorganisms) هي مسالة غير قابلة للشك ذلك أنها مستقاة أساسا من ارتشاح المياه في التربة ومن ثم تكوين المياه الجوفية التي تكاد تكون خالية من هذه الأحياء[3]. إن كفاءة الإزالة لهذه الأحياء والشوائب الأخرى بواسطة المرشحات تعتمد في الأساس على مجموعة من الآليات[4]،[5]،[6]،[7]،[8] وهي آلية الحجز المصفاتي(Straining)، الية الأنتقال(Transport)، الية الأحتجاز والتثبيت(Attachment and Fixed)، والية الفصل(Detachment).

كما تلعب وحدات المعالجة الأخرى من الترسيب ووحدات إضافة الشب دورا كبيرا في إزالة جزءا كبيرا من هذه الأحياء وباليات مختلفة، فالبكتريا تحمل شحنة سالبة عند رقم هيدروجين (2-4) ولهذا فان قابلية هيدروكسيدات الألمنيوم على الاتحاد بها وجذبها وتجميعها حالة حتمية[9]، [10]. وقد يتم اصطيادها بواسطة سلسلة الشبكات التي تتكون من حاصل تكوين مركبات هيدروكسيدات الألمنيوم المتعددة[11]. أيضا تم قياس مستوى الكربتوسبوريديوم (Cryptosporidium) وتجلى بانه يمكن أن يتراوح ما بين 2900 و 47000 خلية / مللتر ، للمياه المرجعة من أحواض الترسيب والترشيح بعد أجراء شيء من التركيد لها[12].

على هذا جاءت فكرة البحث في تحديد كفاءة وحدات الترشيح وهي الأبرز من بين وحدات المعالجة في اختصار وقت التماس وجرعة الكلور لتعيين هذه الكفاءة واظهار قابلية هذه الوحدات ومن ثم مطلبية بناء النماذج لتحديد محددات المعالجة قبل الشروع في بناء محطة المعالجة ذاتها.

منهاج العمل:

على مدار خمسة أشهر وتحديدا بين2003/11/2 و 2004/4/28 ، تم سحب مجموعة من نماذج المياه الداخلة في وحدات الترشيح الموجودة في محطة ماء الوثبة إضافة الى مأخذ المحطة. أخذت النماذج بعناية فائقة لتجنب حصول أية حالة تلوث خارجي ومن ثم اجري لها مجموعة من الفحوصات الأحيائية والفيزياوية[13] ولتقييم واقع حال المرشحات الرملية الموجودة في المحطة والتحقق واحتساب وقت التماس اللازم لقتل البكتريا، فمن الطبيعي أن تكون عملية السحب للنماذج قبل وبعد هذه الوحدة. أيضا تم اجراء تحليل إحصائي لنتائج

الفحوصات الأحيائية لأيجاد وتوثيق الرابط بين العوامل المؤثرة في عملية الأزالة[14].

مناقشة النتائج:

يلاحظ من الشكل رقم(1) والشكل رقم(2)، الأثر الأيجابي لوحدة الترشيح الموجودة في محطة التصفية في إزالة البكتريا. ويتبين مدى التوافق الموجود بين العدد الكلي للبكتريا (Total Bacterial Counting) وبكتيريا القولون(Coliform Bacteria). في حين يبين الشكل رقم (3) كفاءة وحدة الترشيح في إزالة الكدرة والتي لها علاقة وثيقة بالعدد الكلي للبكتريا ومن ثم ببكتريا القولون ، ذلك أن بقاء الكدرة معناه بقاء البكتريا التي تحتمي بسطوح المواد المسببة للكدرة ومن ثم وصولها الى وحدة التعقيم مسببة بذلك عبئا كبيرا على هذه الوحدة وقد وصلت نسبة الأزالة الى 53% و57% على التوالي، وهذا ما أكدته نتا ئج التحاليل الأحصائية، عند حدود ثقة 95%، حيث كانت قيمة معامل الأيجاد (Coefficient of Determination R^2) مساوية الى 0.964، لاحظ الشكل رقم(4) والشكل رقم(5)، ومنهما تم استنباط المعادلتين (1) و (2) قبل وبعد الترشيح على التوالي.

$y=5743+20101X$ ---------(1)

قبل الترشيح

$y=2827+16570X$ ---------(2)

بعد الترشيح

حيث ان:

y=العدد الكلي للبكتريا.

X=الكدرة.

ان الزيادة في تركيز الكلور المتبقي قد تعود باضرار مزعجة على المستهلك من ناحية الطعم والرائحة خاصة عند وجود الفينول وتكوين مركب كلوروفينول (Chlorophenols) ذو الطعم والرائحة غير المقبولين[15] ، ولكن الأمر الأكثر خطورة من هذا هو قابلية الكلور على تكوين مركبات مسرطنة(Carcinogenic) عند اتحاده مع المواد العضوية اذا ما وصل تركيزه الى التركيز الحرج(Critical Concentration) ظهر فعله في البدن عبر تكوين مركبات ثلاثي هاليد الميثان (Trihalomethanes,THMs) مثل مركب الكلوروفورم[16] .

لهذا فان معرفة قابلية المرشحات على ازالة الأحياء المجهرية يمكن ان تعطي فكرة عن كمية الكلور التي تستخدم في تحقيق التعقيم. وعلى هذا فان اضافة الكلور في محطات تصفية الماء لاتكون على أساس تركيز –إذا ما صح التعبير– الأحياء المجهرية المقاسة عند مدخل المحطة وانما على اساس العدد الكلي بعد وحدة الترشيح. وللوصول الى الوقت اللازم لقتل هذه البكتريا، يمكن استخدام المعادلة التالية[17].

$$N_t/N_o = e^{-kt} \quad \text{----------} \quad (3)$$

حيث ان:

t=الزمن الذي عنده يتم قياس أعداد البكتريا، وبسبب تغاير الأحياء المجهرية فأن حيدان في تأثيرها يمكن أن يحصل، ولهذا فأن الجزء المتبقي منها ينسب الى t^2 وليس الى t [16]، [17].

k=ثابت وقيمته عند وجود الكلورين الحر المتبقي 1.6×10^{-2} / s، لبكتريا القولون وفي حالتن كانت /s 2.06×10^{-2}.

N_o= العدد الأولي للأحياء المجهرية.

N_t=العدد النهائي عند الزمن t.

هنالك علاقة واضحة يمكن ادراجها هنا، تعطي صيغة الترابط بين تركيز الكلورين ووقت التماس وهي:

$$C^n \propto \frac{1}{t} \quad \text{----------} \quad (4)$$

حيث ان:

c=تركيز الكلورين المضاف.

n=معامل التخفيف.

وعلى أفتراض، وهذا هو الحاصل، ان ازالة البكتريا لاتكون بنسبة كلية وانما تصل الى 99.9%، فأن وقت التماس اللازم للتخلص من بكتريا القولون عند حدود الرقم الهيدروجيني الطبيعية هو 31.1 مربع دقيقة عند تركيز 0.14 ملغم/لتر [18]. واذا ماقمنا باجراء الحسابات اللازمة للحصول على المتبقي من بكتريا القولون عند هذه الظروف فيلاحظ من الجدول رقم(1) والجدول رقم(2) ان العدد المتبقي لبكتريا القولون قليل جدا قد يصل الى ثلاثة في المللتر الواحد من المياه المرشحة بالمقارنة مع المياه الخام الذي من الممكن ان يصل الى المئات. واذا اردنا الوصول الى نفس العدد المتبقي من بكتريا القولون وعند نفس تركيز الكلور السابق الذكر فان وقت التماس في هذه الحالة سيكون للمياه الخام أكبر(فيما لو لم تمر خلال المرشحات) وهذا ماأوضحته النتائج المبينة في الجدول رقم(3).

الأستنتاجات:

1-قابلية المرشحات في محطة ماء الوثبة، على ازالة البكتريا الكلية وبكتريا القولون وبنسب تصل الى 53% و57% على التوالي.

2-وجود علاقة طردية وثيقة بين الكدرة والأحياء المجهرية وهذا ما أكدته نتائج التحليل الأحصائي حيث وصلت قيمة معامل الأيجاد R^2 الى 0.964.

3-معرفة قابلية المرشحات التي يتم تصميمها على شكل نموذج مختبري(Bench Scale) أو ريادي (Pilot Plant)، يساعد وبدرجة كبيرة في معرفة اعداد الأحياء المجهرية التي يمكن التخلص منها ومن ثم بناء المعادلة الخاصة بتحديد وقت التماس والجرعة(جرعة الكلور).

4-حصول اختصار في وقت التماس اللازم في التخلص من الأحياء المجهرية للمياه المرشحة بنسبة

وصلت الى 64.12% مقارنة بالمياه الخام عند نفس تركيز الكلورين، والية التوصل الى هذه النسبة هي الجذر التربيعي للوقت المستخرج في تحقيق التعثيم والذي تم ذكره سابق وهو 31.1 مربع دقيقة بعد تحويله الى ثانية وذلك بضربه في ٣٦٠٠ مقسما على اكبر وقت نحتاجه في تحقيق الأزالة وهي القيمة521.88 ثانية.

5-الأختصار في وقت التماس يعني امكانية استخدام نفس وقت التماس الأولي ولكن سيكون الطلب على الكلور اقل والأختصار في جرعة الكلور مع تحقيق ازالة للأحياء المجهرية يعني تقليل القيمة الأقتصادية.

المصادر:

١-أمين، أحلام زكي، "استخدام طريقتي الترشيح المباشر والترشيح بالمسار في معالجة العكورة القليلة في مياه الشرب"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة الموصل، العراق،1998.

2-Camp, T.R.; "Hydraulics of Filtration", Jour. Of ASCE, pp1, August 1964.

3-Fair, G.M.; Geyer, J.C. and Okun, D.A., "Water Purification and Wastewater Treatment and Disposal", John Wiley and Sons, Inc., New York.

4-Amirtharajah, A.; "Some Theoretical and Conceptual Views of Filtration", Jour.of AWWA, Vol.80, No.12, 1988.

5-Letterman, R.D.; "AnOver View of Filtration", Jour.of AWWA.Vol.79, No.12, 1987.

6-Casey, T.J.; "Unit Treatment Process In Water and Wastewater Engineering", John Wiley and Sons.

7-Degremont; "Water Treatment and Book", Degremont, France, 1977.

8-النجار، قحطان عدنان علي،"دراسة امكانية استخدام صخور النيفايت المحلية في تصفية مياه الشرب"،رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة الموصل،2000.

9-James; M.M., Consulting Engineers, "Water Treatment Principles and Design", John Wiley& Sons, New York, 1985.

10-Bernhardt; H. & Clasen; J., "Flocculation of Microorganisms", Jour. Of Water SRT-Aqua, Vol. 40, No. 2, 1991.

11-الراوي، ساطع و علي عبد الله حسن،"دراسة وتحليل عمليتي التخثير والتلبيد"، مجلة المهندس الأردني، العدد 61، السنة 33، شباط،عمان،الأردن، 1997.

12-Cornwell; D.A. & Lee; R.G., "Waste Stream Recycling: Its Effects on Water Quality", Jour.of AWWA, Vol.86, No.l 1,1994.

13-APHA, AWWA, WPCF, "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater",16th,1985.

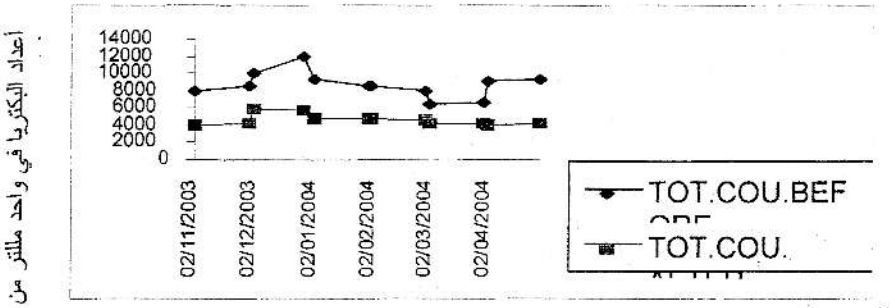
14-Chatfield; C., "Statistics For Technology", Chapman and Hall, 2nd Edition, 1979

15-The Open University; " Environmental Control And Management, V. K, Halstan and CO. Ltd . Amersham , Bucks .Unit7, 1992 .

16-Trieff, " Environment and Health ", Ann Arbor Science, Mich.

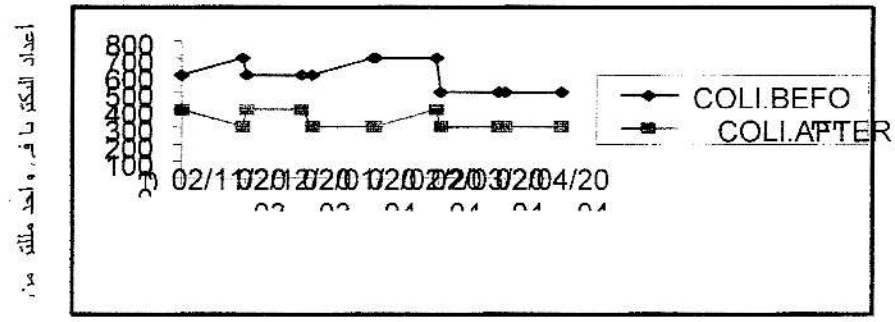
17-Tebbutt ; T . H . Y . , " Principles of Water Quality Control" Linacre House, Jordan Hill, Oxford, Fifth Edt. , 1998.

18-Eckenfelder, Jr.;"Principles of Water Quality Management", CBI Publishing Company, Inc., 1980.



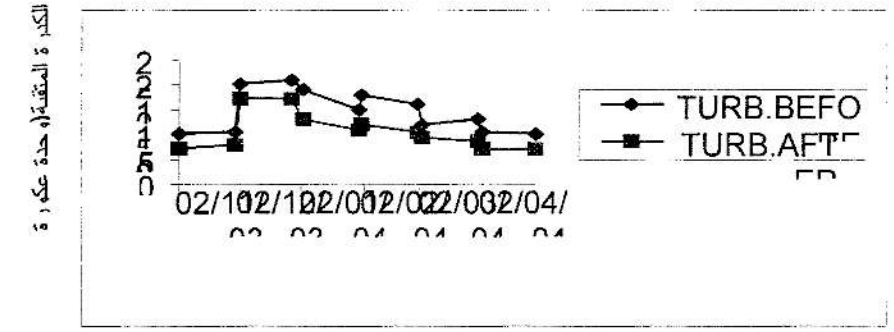
تاريخ اخذ

الشكل رقم(1): أعداد البكتريا الكلية في واحد مللتر من المياه قبل وبعد مرورها في وحدة الترشيح.



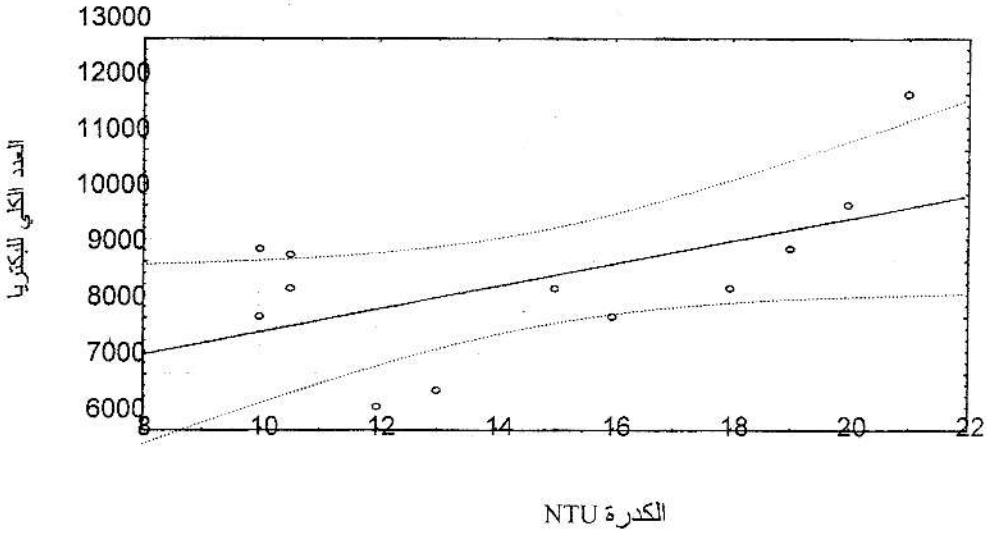
تاريخ اخذ

الشكل رقم(2): أعداد بكتريا القولون في واحد مللتر من المياه قبل وبعد مرورها في وحدة الترشيح.

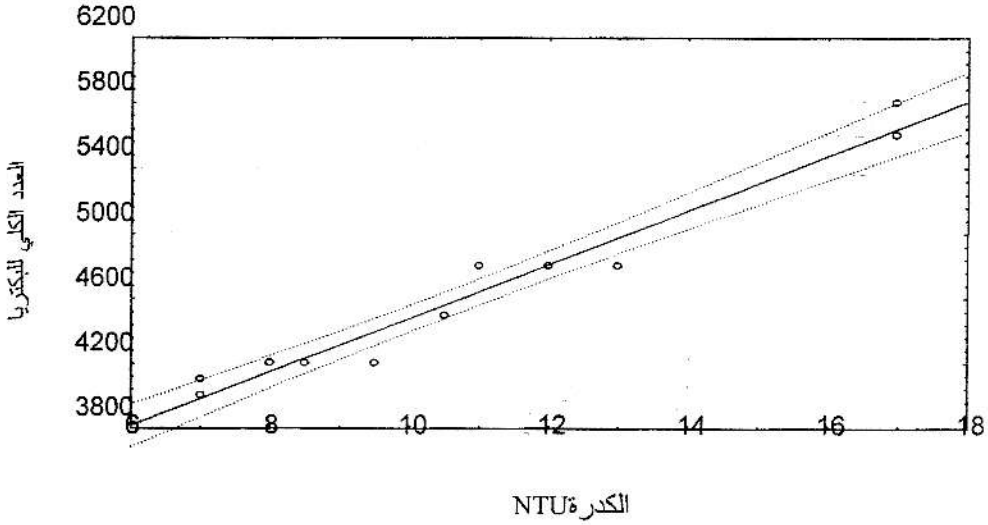


تأريخ اخذ النموذج

الشكل رقم(3): الكدرة المتبقية قبل وبعد مرور المياه في وحدة الترشيح.



الشكل رقم(4): العلاقة بين العدد الكلي للبكتريا والكدرة قبل الترشيح.



الشكل رقم(5): العلاقة بين العدد الكلي للبكتريا والكدرة بعد

الجدول رقم(1): اعداد بكتريا القولون الداخلة الى المحطة والموجودة في المـــاء الخام في واحد مللتر من الماء مع المتبقي منها عند ازالـــة بـــالكلور مقـــدارها 99.9%.

النموذج	العدد الأولي	العدد المتبقي
1	80000	80
2	70000	70
3	85000	85
4	100000	100
5	110000	110
6	100000	100
7	140000	140
8	120000	120
9	135000	135
10	110000	110
11	120000	120
12	100000	100

الجدول رقم(2): أعداد بكتريا القولون النافذة من وحدات الترشيح في واحد مللتر من الماء مع المتبقي منها عند ازالة بالكلور مقدارها 99.9%.

النموذج	العدد الأولي	العدد المتبقي
1	4000	4
2	3000	3
3	4000	4
4	4000	4
5	3000	3
6	3000	3
7	3000	3
8	4000	4
9	3000	3
10	3000	3
11	3000	3
12	3000	3

الجدول رقم(3): أوقات التماس اللازمة للوصول الى نفس العـدد المتبقـي مـن بكتريا القولون للمياه الخام.

النموذج	العدد الأولي	العدد المتبقي	وقت التماس(ثانية)
1	80000	4	480.75
2	70000	3	488.23
3	85000	4	483.69
4	100000	4	491.58
5	110000	3	510.17
6	100000	3	505.55
7	140000	3	521.88
8	120000	4	500.43
9	135000	3	520.12
10	110000	3	510.17
11	120000	3	514.4
12	100000	3	505.55