مجلة تكريت للعلوم الهندسية/المجلد 17/العدد 1/آذار 2010، (32-37)

إزالة المواد العضوية والعالقة من مياه فضلات مجمع المستشفيات في الموصل بطريقة مفاعلات الجرعة المتتابعة SBR

فخري ياسين محمود، استاذ مساعد وعد محمد علي عباس، مدرس مساعد
كلية الهندسة – جامعة الموصل

الخلاصة

استخدم في هذا البحث أسلوب المعالجة بأحواض الجريان بالجرعة المتتابعة (Sequencing Batch Reactors)، الذي يمتاز بكلفة إنشاء أولية وتشغيل منخفضتين نسبيا، في معالجة نماذج مأخوذة من مياه فضلات مجمع المستشفيات الحكومية بالموصل. استخدمت في الدراسة أزمان دورة مختلفة تراوحت بين 6-24 ساعة وعلى مدى ستة أشهر. تبين من الدراسة إن كفاءة إزالة المواد العضوية والعالقة تزداد مع زيادة زمن الدورة وقد كانت ضمن المديات 82-96 % و100-95% على التوالي، مع بقاء قيمة الرقم الهيدروجيني (pH) قريبة من التعادل 7.05-7.5.

كانت تراكيز BOD_5 و SS للمياه المعالجة ضمن الحدود المسموح بها حسب المحددات العراقية لطرحها في الأنهار، حيث كانت:30:40 ملغم/لتر على التوالي. وعليه يمكن استخدام هذا الأسلوب في معالجة مياه فضلات المعامل الصغيرة نسبيا أو بعض المجمعات السكنية قبل طرحها إلى النهر فضلا عن إمكانية استخدامه في معالجة مياه فضلات المستشفيات وفي حالات تذبذب معدلات التصريف.

الكلمات الدالة: إزالة المواد العضوية، مياه الفضلات، مفاعلات الجرعة المتتابعة ، إزالة المواد العالقة، معالجة مياه الفضلات.

Organics and Suspended Solids Removal from Hospital Wastewater in Mosul City by SBR Method

Abstract

The Sequencing Batch Reactor (SBR) method is used for treating samples of waste water taken from hospitals in Mosul. Many run periods are used (6-24) hours for 6 months. It is found that the organics and suspended solids removal increase with increasing the period of run, it is in the range (82-96)% and (95-100)% respectively, while the pH values are nearly neutral (7.05 to 7.5).

BOD_5 and SS concentrations of the effluent are within the limits of Iraqi standards, 40:30 mg/l respectively. Hence, SBR method could be used for treating hospitals, small factories and some residential sectors waste waters.

Key words: Organics, Wastewater, Sequence batch reactors, Suspended solids, removal, Wastewater treatment.

مقدمة

لا توجد في مدينة الموصل لحد الآن شبكة مجاري صحية نظامية إنما توجه مياه المرافق الصحية إلى خزانات تعفين خاصة بكل بناية أو دار وبقية المياه المستعملة مع فائض خزانات التعفين تسيح إلى سواقي وقنوات المدينة لتأخذ طريقها إلى الوديان الطبيعية ومنها إلى نهر دجلة الذي يخترق المدينة من الشمال إلى الجنوب.

يقع مجمع المستشفيات الحكومية على ضفة نهر دجلة الغربية عند منتصف المسافة تقريبا بين

مجلة تكريت للعلوم الهندسية/المجلد 17/العدد 1/آذار 2010، (32-37)

شمال المدينة وجنوبها، وهو اكبر مجمع للمستشفيات في المدينة ويتسع لأكثر من 450 سرير. توجد أنابيب مجاري تأخذ مياه القساطل (خزانات التعفين) ومياه بقية أقسام المستشفيات إلى محطة معالجة تعمل بأسلوب الجريان المستمر ثم تصب مطروحاتها في نهر دجلة[1]. نظرا لقلة كفاءة محطة المعالجة هذه وتذبذب أداءها، فان مياهها قد تشكل خطورة على نهر دجلة من ناحية التلوث [2].

يحقق اسلوب المعالجة بالجرعة المتتابعة (SBR) زمن مكوث هيدروليكي بنسبة 100% للمياه المعالجة، بينما في أسلوب الجريان المستمر 39% تقريبا" من المياه الداخلة تغادر حوض المعالجة بزمن مكوث يقل عن نصف وقت المكوث النظري. كما أن نسبة 13% من المياه تمكث وقتا أطول من ضعف مدة المكوث النظري و يؤدي هذا إلى تذبذب في كفاءة المعالجة وهدرا" للوقت [3].

أجريت هذه الدراسة لاختبار كفاءة هذه الطريقة وفعاليتها في إزالة المواد العضوية من مياه فضلات مجمع المستشفيات في الموصل. استخدمت في الدراسة أزمان دورة مختلفة تراوحت بين 6 – 24 ساعة. تم حساب كفاءة إزالة المواد العضوية والمواد الصلبة العالقة و كانت النتائج مشجعة ولما كان النظام المستخدم في الدراسة، أي نظام الجرعة المتتابعة (SBR) يمتاز بكلفة إنشاء أولية و تشغيلية منخفضتين فان هذا يشجع على استخدامه في معالجة مياه الفضلات المتخلفة عن أنشطة أخرى مثل المعامل الصغيرة و بعض المجمعات السكنية وخاصة تلك التي تتصف مطروحاتها بتذبذب أو تقطع الجريان. ويذكر أن استخدام حوض واحد في نظام (SBR) لمعالجة المطروحات البلدية والصناعية في المناطق الريفية هو الاختيار الأمثل لأنه يمنع نمو الطحالب الشائعة في أنظمة البرك ويحقق إزالة ممتازة لكل من BOD_5 و SS[4].

تتغاير المطروحات السائلة للمستشفيات كما ونوعا من وقت لآخر حيث تتراوح مابين 300-1000 لتر/مريض/ يوم[5]. وتوصي بعض المصادر بان لا تتجاوز تراكيز المواد العضوية والعالقة في مياه مطروحات المستشفيات 10 ملغم/ لتر مع ضرورة تعقيمها قبل طرحها إلى الأنهار والأجسام المائية الطبيعية [6] .

إن الاختلاف بين المعالجة بطريقة الحمأة المنشطة التقليدية والمعالجة بطريقة مفاعلات الجرعة المتتابعة (SBR) هو كون الجريان مستمر في التقليدية وتنجز كل خطوات المعالجة في نفس الوقت بأحواض متتابعة بينما تتم المعالجة بطريقة (SBR) في حوض واحد خلال مراحل متعاقبة. وتتألف المعالجة بطريقة (SBR) من تتابع العمليات الآتية: الملئ والتهوية والتفاعل و الترسيب وسحب السائل المعالج وفترة توقف وسحب الحمأة[7]. يطلق على هذه العمليات الخمسة الدورة الكاملة التي يتراوح وقتها الكلي بين 4 و48 ساعة[5] . ولاستخدام نظام (SBR) في معالجة مياه المطروحات ينبغي أن يتوافر على الأقل حوض للخزن وحوض مفاعل، أو حوضين مفاعلين لتوفيق الجريان، احدهما في حالة الملئ والتفاعل والآخر في حالة الترسيب والتصريف. وأحيانا حوض أخر للاحتياط، وتربط هذه الأحواض على التوازي[6].

حسب تعليمات دائرة البيئة فان المياه المعالجة تعتبر مقبولة لطرحها في مياه نهر دجلة اذا لم تتجاوز تراكيز BOD و SS 40 و30 ملغم/لتر على التوالي.

أسلوب العمل و الفحوصات

أخذت نماذج من مياه فضلات المستشفيات الحكومية وأجريت عليها التجارب المختبرية بمعالجتها هوائيا" و لا هوائيا" باستخدام نظام الحمأة المنشطة ذات الجرعة المتتابعة و باعتماد الجريان بالجرعة (Batch flow) و سميت بالمتتابعة لتتابع عمليات المعالجة في الحوض نفسه. يبين الشكل (1)الجهاز ألمختبري الذي تمت بواسطته الدراسة و تراوح زمن الدورة بين 6 – 24 ساعة وعند درجة حرارة المختبر التي تراوحت بين 14 – 25 °م.

النتائج و المناقشة

يبين الجدول (1) خصائص مياه الفضلات لمجمع المستشفيات الحكومي في الموصل خلال فترة الدراسة أما الجدول (2) فيبين الخصائص المناظرة بعد عملية المعالجة.

من ملاحظة الجدول (3) نجد انه عندما يكون زمن الدورة قصيرا" (6 ساعات) فان كفاءة إزالة COD تزداد مع زيادة نسبة F/M ، ولا تتأثر الكفاءة بهذه النسبة عند فترات المكوث الطويلة نظرا لحدوث الأكسدة التامة. ونلاحظ من الشكل (2) ازدياد كفاءة إزالة المواد العضوية، المقاسة على شكل COD، مع زيادة زمن الدورة بسبب إتمام أكسدة المواد العضوية صعبة التحلل نسبيا.

ويلاحظ أيضا من الشكل (2) إن أعلى كفاءة تتحقق عند زمن دورة مقداره 24 ساعة وتقل بعد ذلك. السبب في ذلك هو أنه بعد حوالي 24 ساعة تبدأ التجمعات البكتيرية بالانفصال والتكسر مما يؤدي إلى تناقص إمكانية الترسيب. وهذا يتطابق مع ما ذكره (إدواردز)[8] و(آرفن)[9].

ويبين الشكل (3) تناقص استهلاك الاوكسيجين مع الزمن في حوض (SBR) من بدء التهوية إلى انتهائها ويدل هذا على وجود البكتيريا الهوائية عند الانتقال من الظروف اللاوكسجينية (anoxic) إلى الظروف الهوائية مع حصول استهلاك للاوكسيجين حيث انه في البداية تنتفع الأحياء المجهرية من المواد الغذائية الداخلة فيزداد معدل اخذ الاوكسيجين وفي النهاية تحلل الأحياء المجهرية الغذاء المخزون داخل الخلايا فيكون معدل أخذ الأوكسجين عند أوطأ قيمة له[7].

يبين الشكلان (4 و 5) قيم ثابت معدل التفاعل (k) عند درجة حرارة 25 و 20 درجة مئوية على التوالي. ويمكن الاستفادة من قيمة k في تخمين تركيز (COD) في المفاعل في نهاية فترة الملئ.

في نهاية فترة التفاعل ونظرا لان المواد العضوية الكاربونية (CBOD) قد تأكسدت قبل المواد العضوية النتروجينية (NBOD) ، فأنه قد تحدث مشكلة صعود الحمأة المترسبة إلى الأعلى بفعل غاز النتروجين المتولد من عملية نزعه بمعدل عالي ولتلافي ذلك تتم تهوية المفاعل لمدة 10–15 دقيقة عند نهاية فترة التفاعل لطرد غاز النتروجين المتولد[10].

تشير النتائج في الجدول (4) إلى تفوق طريقة المعالجة المستخدمة في البحث على المعالجة بالمحطة القائمة في مجمع ألمستشفيات والتي تعتمد طريقة الجريان المستمر حيث إن نسب الإزالة للمواد العضوية والعالقة زادت بنسبة 26.5% و 86.6% على التوالي.

من ملاحظة الأشكال (6 و7 و8) يتبين تراكم (COD) خلال فترة الملئ ابتداء من بداية الفترة ويتصاعد ليبلغ أعلى قيمة له عند نهاية الفترة، أي عند إكمال امتلاء الحوض وهذه الفترة اللاوكسيجينية (anoxic) تبلغ حوالي (1 و4 و4) ساعة عندما زمن الدورة (6 و16 و24) ساعة على التوالي.

وبعد هذه الفترة ومباشرة حين البدء بالتهوية تبدأ المواد العضوية ممثلة بـ (COD) بالتناقص لتصل إلى تركيز (7 و28 و30) ملغم/لتر عند نهاية زمن الدورة البالغ (24 و16 و6) ساعة على التوالي.

وحسب ما ورد في المصدر (11) فان تراكيز المواد العضوية في (SBR) تتزايد خلال فترة الملئ بتأثير الظروف الاوكسجينية، ومع بداية التهوية فان قيمة (COD) تنخفض خلال فترة قصيرة نسبيا وان الغرض من الظروف الاوكسجينية في البداية هو لإنجاح تفاعلات التخمر اللاهوائية لتنتج المواد الايضية القابلة للتحلل باستعداد أكثر وعليه فان زمن الملئ يفضل ألا يقل عن 4 ساعات. وقد ذكر في المصدر (5) بأنه تحدث خسارة في الكتلة الداخلية (Endogenous mass loss) إذ إن بعض الأحياء المجهرية تتغذى على مخزونها من المواد الغذائية والخلايا الميتة، وهذا التحطم أو التحلل الداخلي مستمر وبمعدل ثابت نسبيا (حوالي 10% إلى 20%) يوميا.

الاستنتاجات

1- تزال المواد العضوية الذائبة خلال فترة قصيرة نسبيا"، و يزداد معدل إزالة المواد العضوية الكلية مع زيادة زمن الدورة إلى حد 16ساعة و يثبت بعدها تقريبا".

2- يزداد معامل سرعة التفاعل الخاص بالظروف اللاأوكسيجينية خلال فترة الملئ بزيادة درجات الحرارة.

3- أفضل زمن دورة لإزالة المواد العضوية هو:

أ- ملئ لا أو كسجيني لمدة 4 ساعات، يليه

ب- تهوية لمدة 6 ساعات، يليه

ج- ترسيب لمدة حوالي 0.5 ساعة، يليه

د- سحب وتوقف لمدة ساعة واحدة

المجموع حوالي 11.5 ساعة.

4- تقل الحمأة المتخلفة مع زيادة زمن الدورة. عند زمن دورة قدره 24 ساعة فان حجم الحمأة الناتجة لا يذكر و قد لوحظ ذلك من خلال تراكيز المواد الصلبة في السائل (mixed liquor SS) MLSS و تراكيز المواد المتطايرة MLVSS.

المصادر

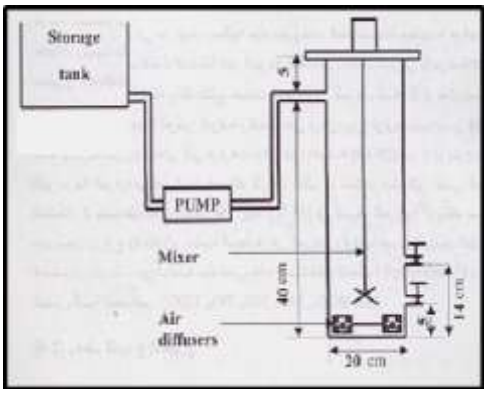
1. وعد محمد علي عباس "معالجة مياه فضلات المستشفيات بطريقة الجرعة المتتابعة SBR"، 2002، أطروحة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة الموصل.
2. Al-Rawi, S. M.and AL-Tayar ,T.A., 1993, "Evaluation of Biological Treatment in Removing Various Wastewater Pollutants", J. Env. Science and Health, A28, No. 3, pp. 2199-2213.
3. Metcalf and Eddy, Inc., 1979, "Wastewater Engineering", 2nd Ed., McGraw –Hill, Inc., N.Y., USA.
4. Irvine ,R. L. , Miller, G. and Bharmarah, A. S., 1979, "Sequencing Batch Treatment of Waste Water in Rural Areas " J.WPCF, Vol.51, No.2, PP.244-254.
5. Kiley, Gerard, 1997, "Environmental Engineering", McGraw –Hill, England.
6. Pruss, A. and Townend, W. K. 1998, "Teacher's Guide: Management of Waste from Health-care Activities", WHO, Geneva.
7. Kerri, K.D., 1998, " Operation of Waste Treatment Plants", Vol. II, 5th Ed., Office of Programs, California State University, Sacramento, USA.
8. Edwards, G.L. and Sherrard, J.H., 1982, "Measurement and Validity of Oxygen Uptake as an Activated

Sludge Process Control Parameter ", J.WPCF, Vol. 54, No.12, PP.1546-1552.

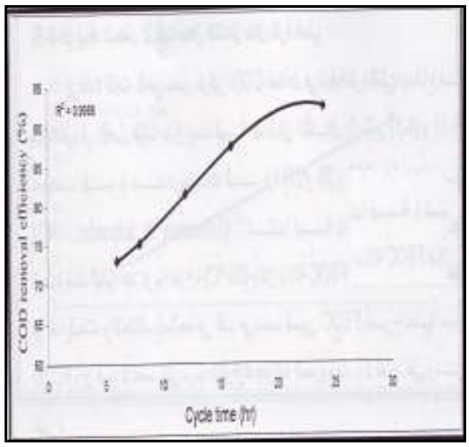
9. Irvine, R.L.; Fox, T.P. and Richter, R.O., 1977 " Investigation of Fill and Batch Periods of Sequencing Batch Biological Reactors", J. of Water Researches, Vol. 11, PP. 713 – 717.

10. Abufayad, A. A. and Schroeder, E.D. 1986, "Performance of SBR/ Denitrification with a Primary Sludge Carbon Source, "J.WPCF, Vol.58, No.5, PP. 387-397.

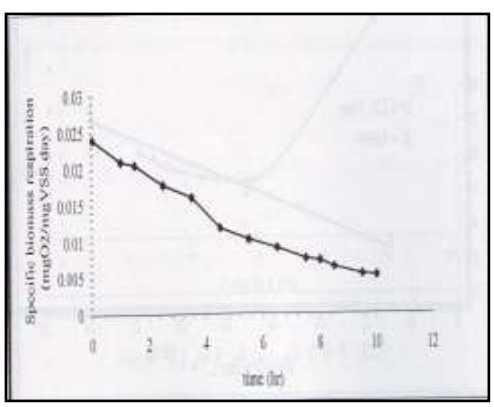
11. Jones, W. L., Wilderer, P. A., and Schoreoder, E. D. 1990, "Operation of Three-Stage SBR System for Nitrogen Removal from Wastewater ,"JWPCF, Vol.62, No.3, PP.268-274.



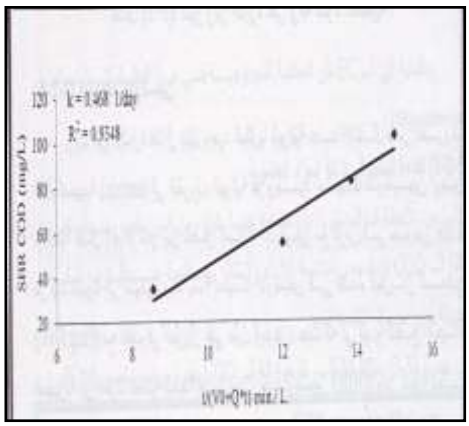
شكل (1):مخطط الجهاز



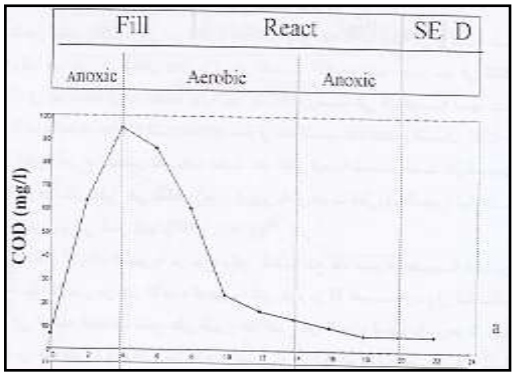
شكل (2): تأثير زمن الدورة على إزالة المواد العضوية

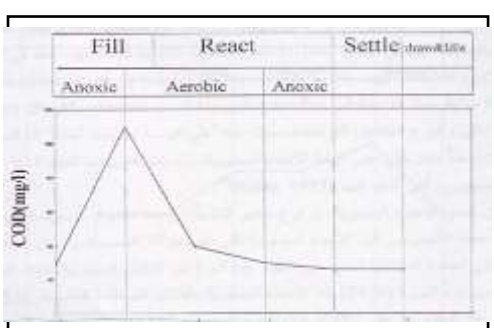


شكل (3): تغاير تنفس الأحياء المجهرية خلال تشغيل نظام SBR

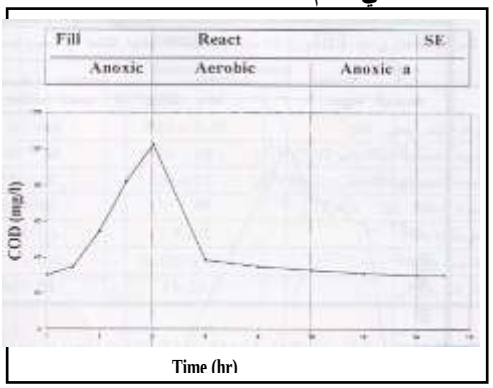


شكل (4): تغاير COD خلال دورة الملئ في نظام SBR عند 25°C





شكل (5): تغاير COD خلال دورة الملئ في نظام SBR عند 20°C



شكل (6): تغاير تراكيز COD عند زمن دورة (6) ساعة

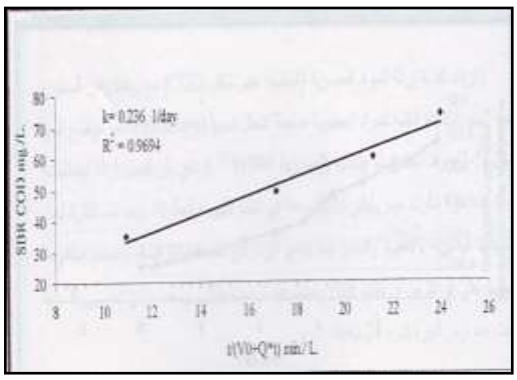
جدول (1): خصائص مياه الفضلات الخام

الخاصية	المدى
درجة الحرارة	13-24 مْ
الرقم الهيدروجيني	6.8-7.5
COD_tالكلي	250- 450 ملغم/لتر
COD_s المذاب	140-270 ملغم/لتر
BOD_5	60-180 ملغم/لتر
(المواد الصلبة العالقة)	60-200 ملغم/لتر
(المواد الصلبة الكلية)	480-520 ملغم/لتر

جدول (2) خصائص مياه الفضلات بعد المعالجة

الخاصية	المدى
الرقم الهيدروجيني	7.05-7.5
COD الكلي	10- 80 ملغم/لتر
BOD_5	Nil- 30ملغم/لتر
المواد الصلبة العالقة	Nil- 10ملغم/لتر

شكل (7): تغاير تراكيز COD عند زمن دورة (16) ساعة



شكل (8): تغاير تراكيز COD عند زمن دورة (24) ساعة

جدول (3): علاقة F/M مع كفاءة إزالة COD

D.T. (hr)	F/M	% للإزالة
6	0.655	91.30
	0.480	89.48
	0.4086	75.20
16	0.655	87.5
	0.480	
	0.4086	
24	0.655	92.4
	0.480	
	0.4086	

جدول (4): مقارنة خصائص المطروحات المعالجة في النموذج المختبري عند زمن 16 ساعة ومحطة المعالجة القائمة في مجمع المستشفيات

الخاصية	النموذج المختبري	محطة المعالجة القائمة
الرقم الهيدروجيني	7.61 – 7.13	7.8 – 6.9
COD ملغم/لتر	36 - 30	100 - 20
BOD_s ملغم/لتر	20 - 13	35 -10
المواد العالقة SS	10 - Nil	60 - 15