مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (32) العدد (4) 2010
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (32) No. (4) 2010

دراسة العوامل التصميمية المؤثرة في عملية المعالجة البيولوجية بالتهوية المديدة لمياه الصرف الصحي للمشافي

الدكتور هيثم جناد *
الدكتور حسام صبوح **
آمال عطية ***

(تاريخ الإيداع 25 / 1 / 2010. قُبِل للنشر في 19/ 7 / 2010)

□ ملخّص □

ازدادت أهمية معالجة مياه الصرف الصحي الناتجة من المشافي، بسبب تأثيرها السلبي في البيئة والإنسان. ولقد أثبتت عملية التهوية المديدة لمياه الصرف الصحي للمشافي فعاليتها في تخفيض تركيز الـ BOD5 إلى الحد الذي يسمح بالتخلص منها بيئياً بشكل سليم. يهدف هذا البحث إلى تحديد القيم التصميمية للعوامل المؤثرة في عملية المعالجة البيولوجية بالتهوية المديدة لمياه الصرف الصحي للمشافي (بانياس و الحفة) والمأخوذة بالحسبان كزمن التهوية وشدة التهوية، للاستفادة منها في تصميم محطة معالجة بيولوجية بالتهوية المديدة لهذه المشافي. أظهرت نتائج البحث فعالية عملية التهوية المديدة في تخفيض تركيز الـ BOD5، وارتبط ذلك بالعوامل الأخرى كزمن التهوية وشدة التهوية. ويمكن من خلال التحكم بالعوامل المذكورة الوصول إلى الحدود المثلى لإزالة التلوث العضوي والمعبر عنه بقيمة الـ BOD5.

الكلمات المفتاحية: معالجة مياه الصرف الصحي للمشافي، التهوية المديدة، زمن التهوية، شدة التهوية، مشفى الحفة، مشفى بانياس.

* مدرس – قسم الهندسة البيئية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
** أستاذ مساعد – قسم الهندسة البيئية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
*** طالبة دراسات عليا (ماجستير) – قسم الهندسة البيئية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (32) العدد (4) 2010
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (32) No. (4) 2010

A study of the Design Effect Factors on Biological Treatment by Extended Aeration of Hospitals Wastewater

Dr. Hatham Jnad*
Dr. Housam Sapoh**
Amal Ateah ***

(Received 25 / 1 / 2010. Accepted 19 / 7 / 2010)

□ ABSTRACT □

The importance of hospitals wastewater treatment increased, because of their negative impact on the environment and humans. The extended aeration of hospitals wastewater had proved an effective system in reducing the concentration of BOD_5.

The research aims to study the main factors affecting the process of biological treatment by extended aeration of hospitals wastewater (Banias and Hafeh), which is taken into account as the time and intensity of aeration to be used in design biological treatment system by extended aeration for hospitals. Results showed the efficiency of extended aeration system in reducing the concentration of BOD_5 with relation to other factors, such as the time and intensity aeration. By controlling the studied factors, the optimum condition of removing organic pollution BOD_5 should be achieved.

Key words: Hospitals wastewater treatment, Extended Aeration, Aeration time, Intensity time, Banias Hospital, Hafeh Hospital.

* **Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
****Associate Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
*****Postgraduate Student, Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدّمة:

تُعدّ طريقة التهوية المديدة من أكثر الطرق فاعلية في معالجة مياه الصرف الصحي وتخليصها من الملوثات، ويمكن ترتيب مراحل المعالجة فيها كما يلي: منشآت إزالة الرمال والدهون والمواد الخشنة– أحواض التهوية المطولة– أحواض الترسيب النهائي– منشآت معالجة الحمأة [1].

إن نجاح المعالجة بهذه الطريقة يأتي من عملية الأكسدة شبه الكاملة للحمأة حيث تكون مثبتة وسهلة التجفيف، وهذا ما أدى إلى انخفاض كلفة إنشائها [2].

وهناك مجموعة من العوامل التي تؤثر في عملية المعالجة البيولوجية بطريقة الحمأة المنشطة بالتهوية المديدة، وسنقوم في هذا البحث بدراسة بعض هذه العوامل؛ كزمن التهوية، وشدة التهوية اللازمين في المعالجة [3,4,5,6].

يؤدي تحديد القيم المثلى لزمن وشدة التهوية دوراً هاماً في المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي للمشافي بنظام التهوية المديدة؛ إذ يمكن من خلالها تصميم محطة معالجة بالتهوية المديدة بفاعلية عالية في إزالة التلوث العضوي، فضلاً عن إمكانية تحقيق جدوى اقتصادية كبيرة. تركز هدف العديد من الأبحاث على إيجاد أفضل طريقة معالجة بيولوجية لمياه الصرف الصحي للمشافي، ولذلك كان لا بد من تجريب نماذج مخبرية على عينات مأخوذة من مصبات مياه الصرف الصحي، وبينت النتائج المخبرية أهمية دراسة مواصفات المياه الخام والمصدر المائي المستقبل لهذه المياه، ومن هنا يأتي التركيز على عملية المعالجة التي تحقق الشروط المطلوبة للحد من التأثير في البيئة[7,8,9,10,11]. إن نظام التهوية المديدة لا يتأثر بتغيرات مياه الصرف الصحي الداخلة، وتتم فيه إزالة نسبة جيدة من مركبات N وP [12].

وتزداد أهمية المعالجة بتحديد العوامل الأساسية المؤثرة فيها؛ إذ ثبت أنه بزيادة زمن التهوية يحدث ارتفاع في نسبة الإزالة للتلوث العضوي، كما يحدث انخفاض في حجم الحمأة الناتجة التي تجعل كلفة معالجتها قليلة [13].

أهمية البحث وأهدافه:

تشكل الكائنات الحية المسببة للأمراض التي تتسرب إلى المياه الساحلية مع الصرف الصحي الخطر الأول الذي يهدد صحة الإنسان على نطاق واسع، وهناك علاقة وثيقة بين تناول المنتجات البحرية الملوثة والإصابة بأمراض خطرة؛ مثل الالتهاب الكبدي، والكوليرا.

من هنا نجد أن مياه الصرف الصحي غير المعالجة أو المعالجة بشكل غير كافٍ تشكل إساءة لمياه المصدر المائي، وتؤثر في طاقة التنقية الذاتية للمصدر، لذلك من الضرورة بمكان التفكير وبشكل جذري بإيجاد الحل المناسب للتخلص من مياه الصرف الصحي للمشافي، ومن الآثار السلبية للتلوث الناجم عنها.

لهذا تولدت فكرة البحث عن الشكل الملائم لطريقة المعالجة الممكنة لمياه الصرف الصحي الناتجة من مشفى بانياس والحفة (موقع الدراسة).

يهدف هذا البحث إلى تحديد القيم التصميمية المثلى للعوامل المؤثرة في عملية المعالجة البيولوجية بالتهوية المديدة لمياه الصرف الصحي للمشافي؛ كزمن التهوية، وشدة التهوية اللازمين في عملية المعالجة، واختبارها في الظروف المخبرية الستاتيكية، باستخدام مياه مأخوذة من موقع الدراسة، للحصول على أفضل الشروط التي يمكن من خلالها تحقيق أكبر نسبة إزالة للـ BOD_5 للوصول إلى الحد المسموح الذي لا ينعكس سلباً على البيئة.

طرائق البحث ومواده:

أخذنا العينات من مصب شبكة الصرف الصحي لكل من مشفى بانياس والحفة، حيث شبكة الصرف الصحي لمشفى بانياس منفصلة عن المدينة، وتصب مباشرة في البحر، وهي تجمع مياه المخابر والعيادات وسكن الأطباء والمطبخ وأعمال الغسيل وأقسام المشفى بالاختصاصات كافة، ومياه الأمطار. وكذلك الأمر بالنسبة لشبكة الصرف الصحي في مشفى الحفة، غير أنها تصب في الشبكة المعيشية لمنطقة الحفة، والتي تصب بدورها في ساقية جارية في المنطقة.

وتمت العناية بأخذ العينات، لتمثل مياه الصرف في المشفى بشكل جيد، وتم أخذ عدة عينات؛ كون الدراسة تهدف إلى تحديد القيم المثلى لزمن التهوية وشدة التهوية، المؤثرة في عملية المعالجة البيولوجية بالتهوية المديدة. أما اختيار مجالات تأرجح قيم العوامل المؤثرة في عملية المعالجة البيولوجية في أحواض التهوية فقد تم وفقاً للتصورات التالية [3,4,14]:

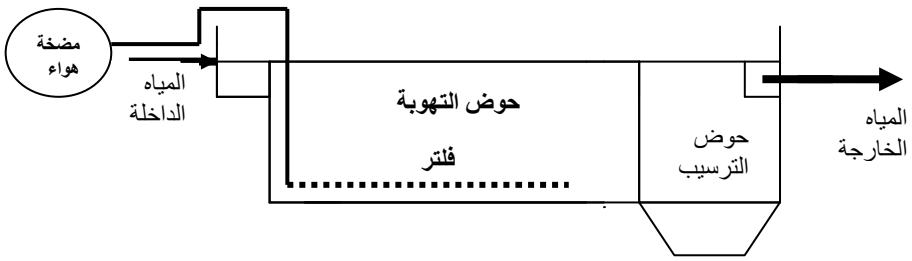
1 – اعتمدنا في تحديد مجال تأرجح قيم شدة التهوية وزمن التهوية عند ثلاثة مستويات لشدة التهوية، ومن أجل أربعة قيم لزمن التهوية، وكانت على النحو التالي:

– شدة التهوية $I = (5 - 10 - 15) m^3 / m^3 .water$

– زمن التهوية t = (12 – 24 – 30 – 36) hours

2 – أما بخصوص نسبة الحمأة المعادة فكانت 100%.

تم تحضير التجهيزات اللازمة لإنجاز التجارب المخبرية، فقد تم تصنيع حوض زجاجي بسعة 50 ليتراً، أبعاد قاعدته (25*50)cm سم، وارتفاعه40cm، ومزود بسكورة لتصريف المياه، ومتصل بمضخة هواء عبر أنبوبة توزع الهواء في الحوض عبر فلتر مثبت في القاعدة، وتعمل المضخة على ضخ الهواء المطلوب لكل مرحلة بالشدة المدروسة. ثم يتم ترسيب المياه في حوض الترسيب لمدة ساعتين. ويبين الشكل (1) مخطط التجربة المخبرية.

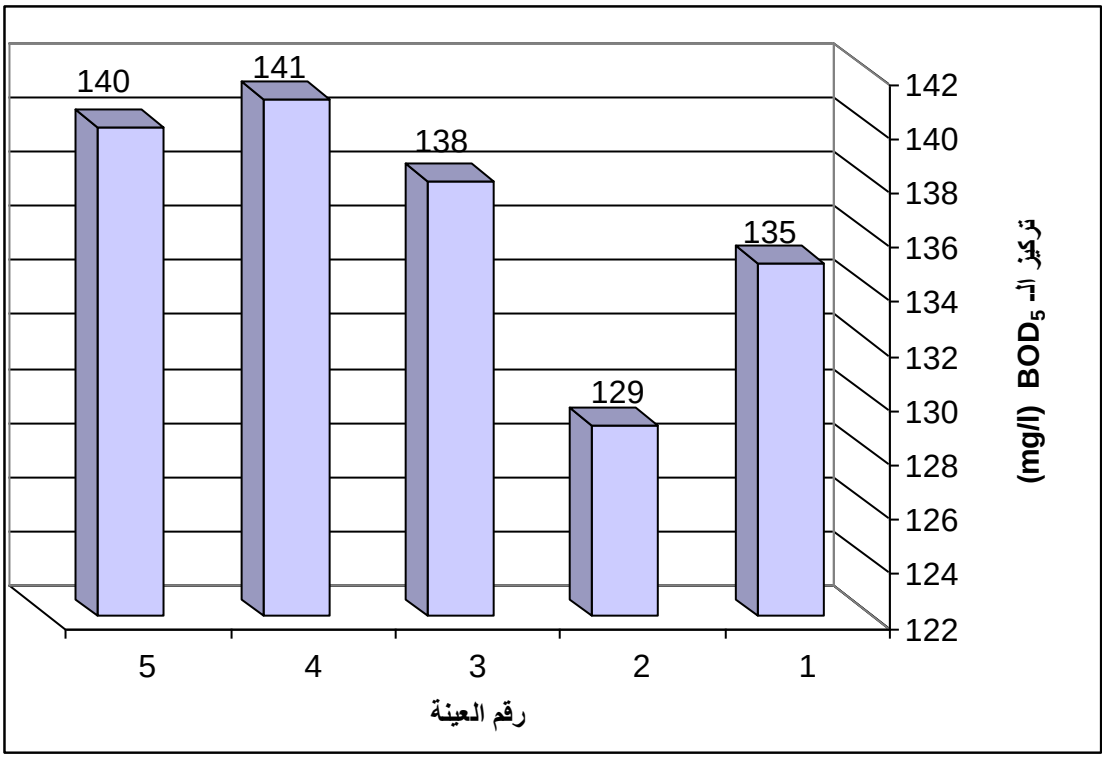


الشكل (1): مخطط التجربة المخبرية.

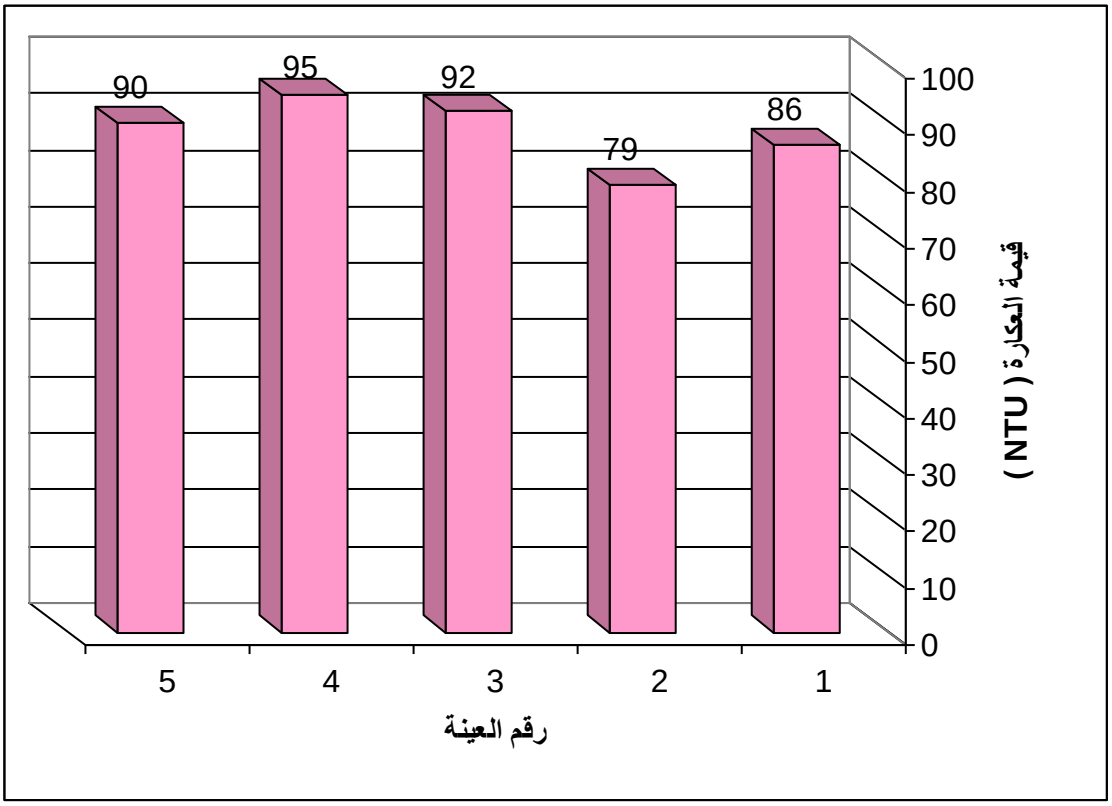
قبل البدء بإجراء التجارب المخبرية لا بد من المعرفة الدقيقة بمواصفات مياه الصرف الصحي للمشافي المأخوذة منها العينات المدروسة، فمن أجل ذلك قمنا بإجراء مجموعة واسعة من التحاليل، وعلى فترة طويلة من الزمن، من أجل تحديد قيمة التلوث العضوي الـ BOD_5 على مدى عام كامل، وقيم بعض المؤشرات الأخرى كالعكارة والـ pH، وأوردنا نتائج هذه التحاليل في الجدولين (1) و(2) والأشكال (2) و(3) و(4) و(5).

الجدول(1) : قيم الـ BOD_5 والعكارة والـ pH المقيسة في مياه الصرف الصحي لمشفى الحفة.

التسلسل	تاريخ أخذ العينة	قيمة الـ BOD_5 المقاسة mg / l	pH	قيمة العكارة (NTU)
1	26 كانون الثاني 2008	135	7,3	86
2	20 شباط 2008	129	7	79
3	15 آذار 2008	138	7,5	92
4	18 نيسان 2008	141	7,2	95
5	20 آيار 2008	140	7,8	90
الوسطي		137 mg / l	7,4	85



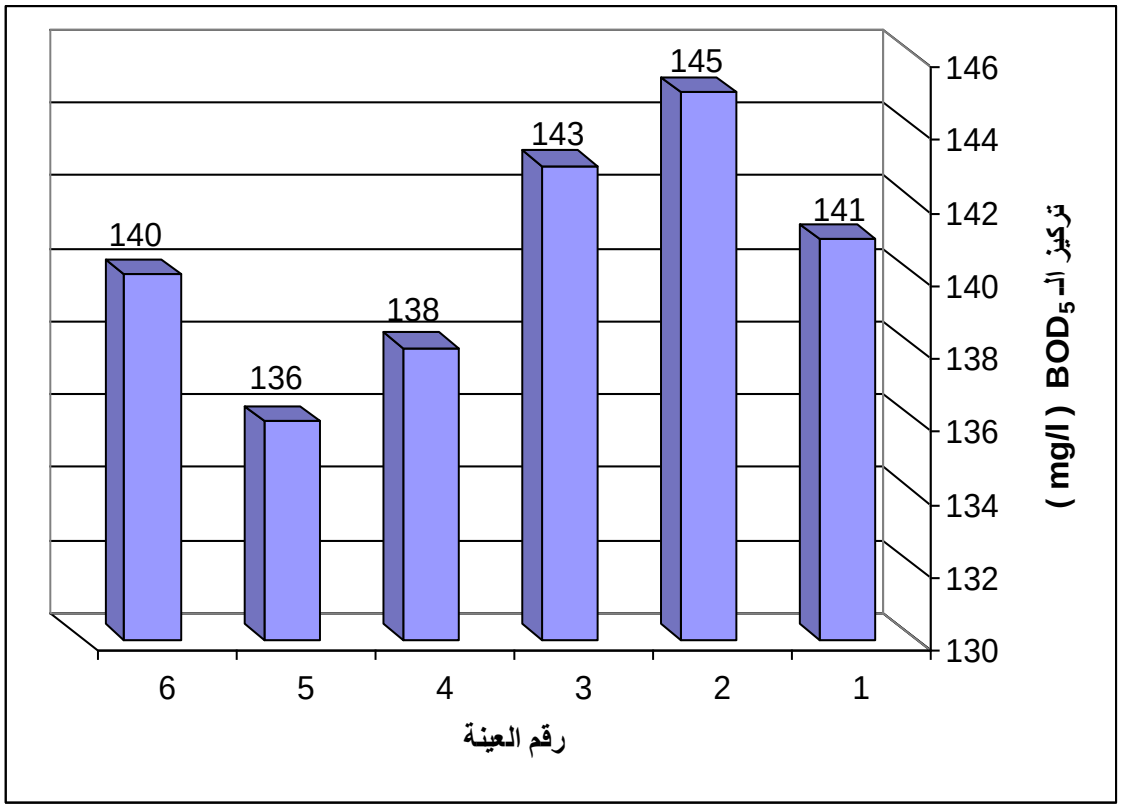
الشكل (2): تغير تركيز الـ BOD_5 في مياه الصرف الصحي لمشفى الحفة.



الشكل (3): تغير قيمة العكارة في مياه الصرف الصحي لمشفى الحفة.

الجدول (2): قيم الـ BOD_5 والعكارة والـ pH المقيسة في مياه الصرف الصحي لمشفى بانياس.

التسلسل	تاريخ أخذ العينة	قيمة الـ BOD_5 المقاسة (mg / l)	pH	قيمة العكارة (NTU)
1	5 تموز 2008	141	7,6	92
2	8 آب 2008	145	7,1	100
3	10 أيلول 2008	143	7,5	98
4	15 تشرين الأول 2008	138	6,8	88
5	10 تشرين الثاني 2008	136	7	86
6	12 كانون الأول 2008	140	7,1	90
الوسطي		141	7,2	93



الشكل (4): تغير تركيز الـ BOD_5 في مياه الصرف الصحي لمشفى بانياس.

الشكل (5): تغير قيمة العكارة في مياه الصرف الصحي لمشفى بانياس.

بالنظر إلى القياسات المبينة في الجدول (1) نجد أن القيمة الوسطية للـ BOD_5 لمياه الصرف الناتجة من مشفى الحفة كانت (137mg/l)، والقيمة الوسطية للعكارة (85 NTU).

كما تظهر النتائج الواردة في الجدول (2) القيمة الوسطية للـ BOD_5 لمياه الصرف الناتجة من مشفى بانياس كانت (141 mg/l)، والقيمة الوسطية للعكارة (93 NTU).

ويمكن توضيح طريقة إجراء التجارب كما يلي:

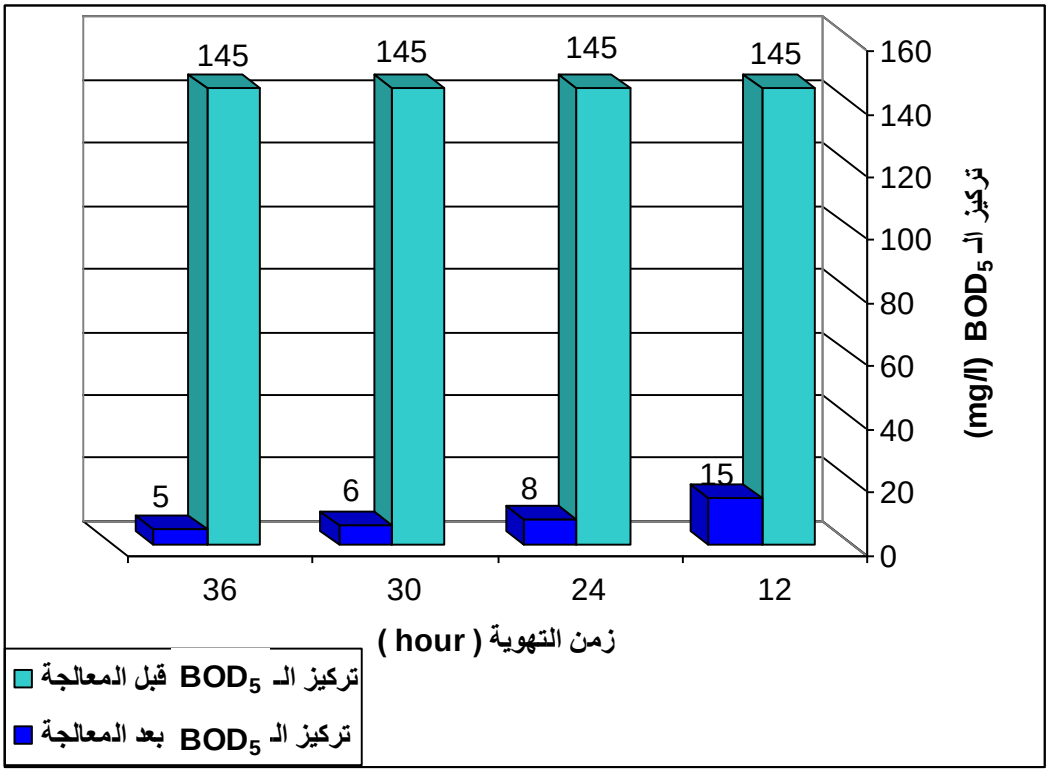
- إحضار الكمية الكافية من مياه الصرف الصحي لإجراء العدد اللازم من التجارب يومياً، والمأخوذة من مصب شبكة الصرف الصحي لمشفى بانياس، وقياس قيمة الـ BOD_5 قبل الاختبار.
- ملء الحوض الزجاجي بالكمية المناسبة من مياه الصرف حوالي 40 ليتراً، ثم يجري ضخ الهواء المضغوط بالشدة الموافقة لكل مرحلة زمنية.
- قياس قيمة الـ BOD_5 بعد ترسيبها لمدة ساعتين في المرسب.

النتائج و المناقشة:

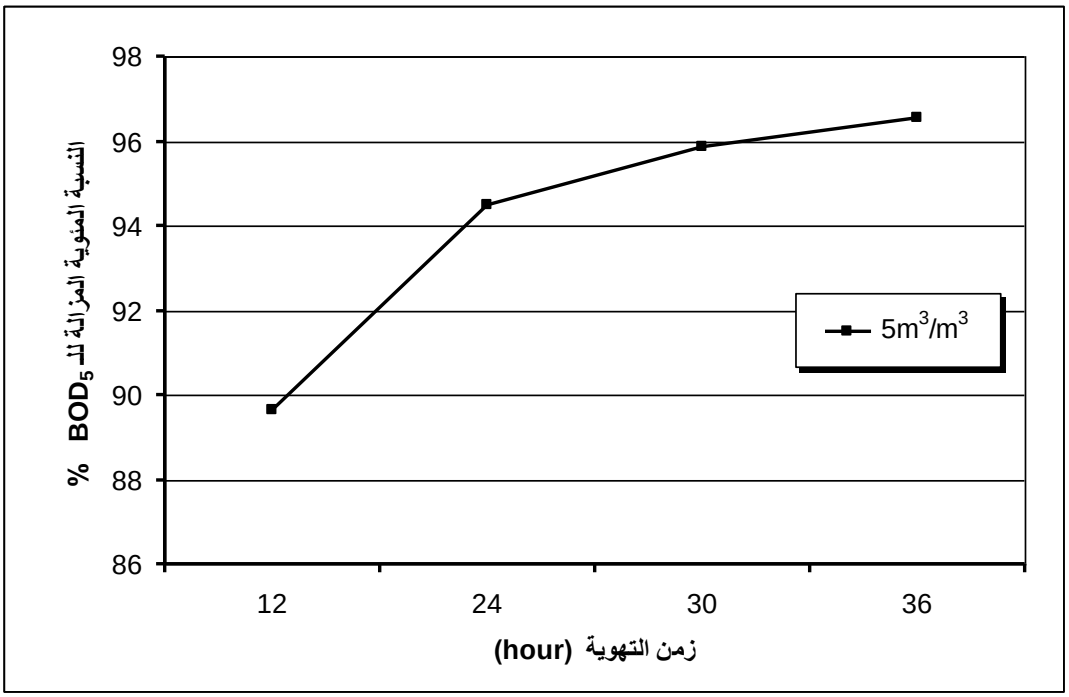
بنهاية التجارب، تم أخذ القيم الناتجة وترتيبها في الجداول(3) و(4) و(5) والمخططات (6) و(7) و(8) و(9) و(10) و(11) و(12) الممثلة لكل تجربة.

الجدول (3): قيمة الـ BOD_5 قبل وبعد المعالجة في مياه الصرف الصحي لمشفى بانياس من أجل شدة التهوية $(5m^3/m^3.water)$.

التسلسل	قيمة الـ BOD_5 قبل المعالجة (mg/l)	زمن التهوية hour	قيمة الـ BOD_5 بعد المعالجة(mg/l)	نسبة إزالة BOD_5 %
1	145	12	15	89.65
2	145	24	8	94.48
3	145	30	6	95.86
4	145	36	5	96.55



الشكل (6): تركيز الـ BOD_5 في مياه الصرف الصحي لمشفى بانياس قبل و بعد المعالجة من أجل شدة التهوية $(5m^3/m^3.water)$.

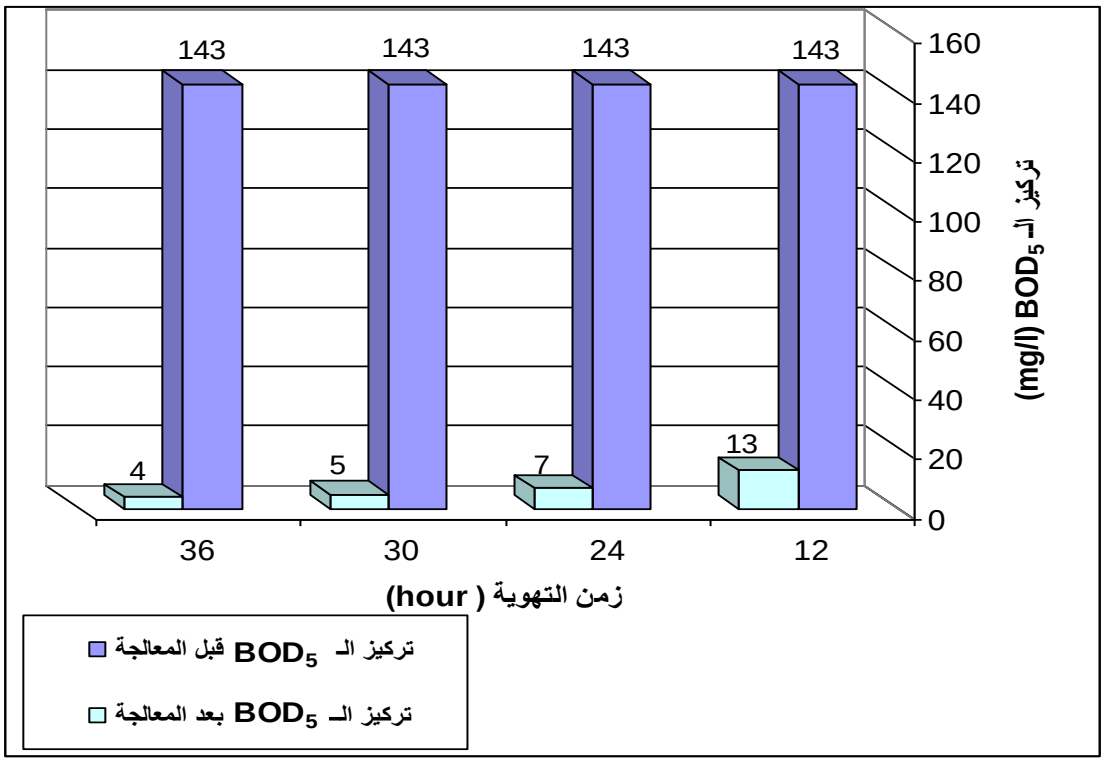


الشكل (7): العلاقة بين زمن التهوية والنسبة المئوية لإزالة الـ BOD_5 من مياه الصرف الصحي لمشفى بانياس عند شدة التهوية $(5m^3/m^3.water)$.

الجدول (4): قيمة الـ BOD_5 قبل وبعد المعالجة في مياه الصرف الصحي لمشفى بانياس

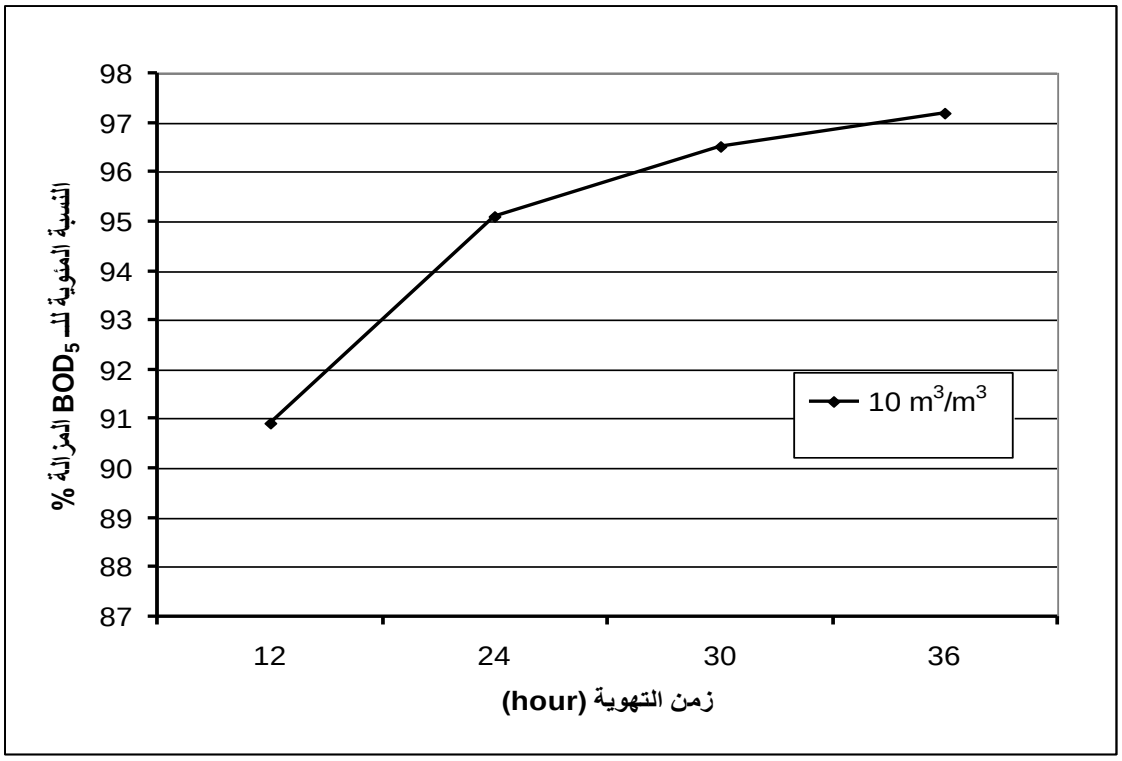
من أجل شدة التهوية $(10m^3 / m^3.water)$.

التسلسل	قيمة الـ BOD_5 قبل المعالجة (mg/l)	زمن التهوية (hour)	قيمة الـ BOD_5 بعد المعالجة(mg/l)	نسبة إزالة % BOD_5
1	143	12	13	90.90
2	143	24	7	95.10
3	143	30	5	96.50
4	143	36	4	97.20



الشكل (8): تركيز الـ BOD_5 في مياه الصرف الصحي لمشفى بانياس قبل و بعد المعالجة

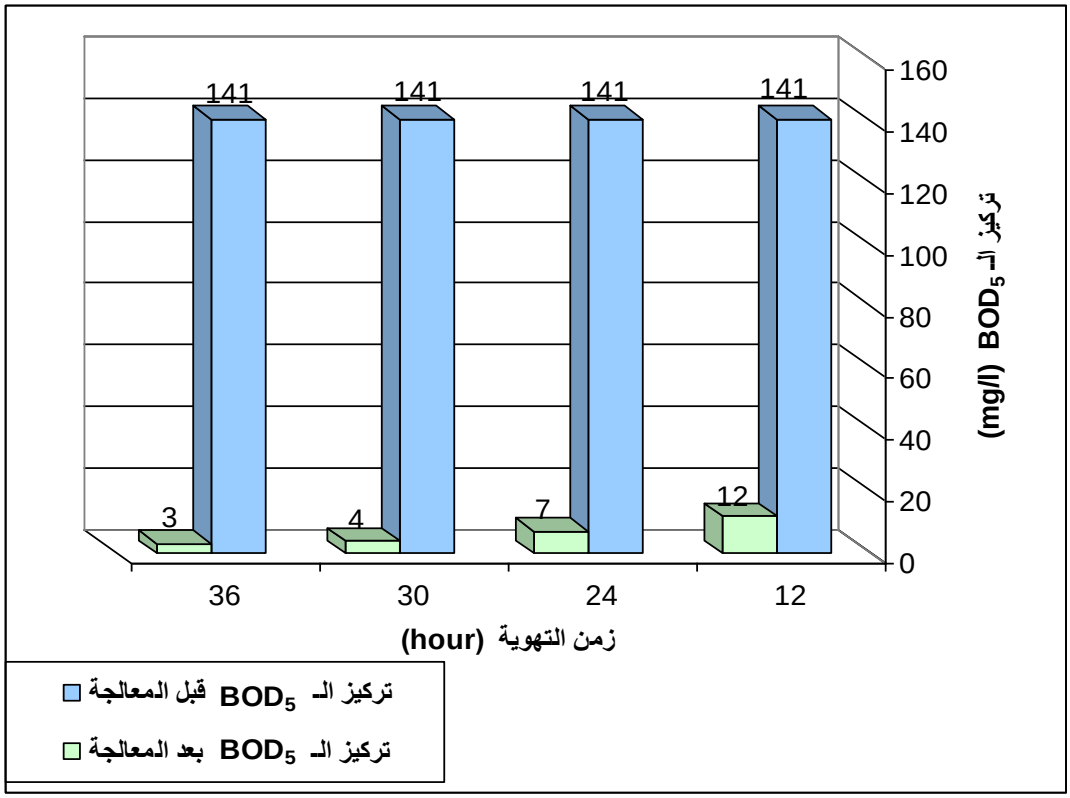
من أجل شدة التهوية $(10m^3 / m^3.water)$.



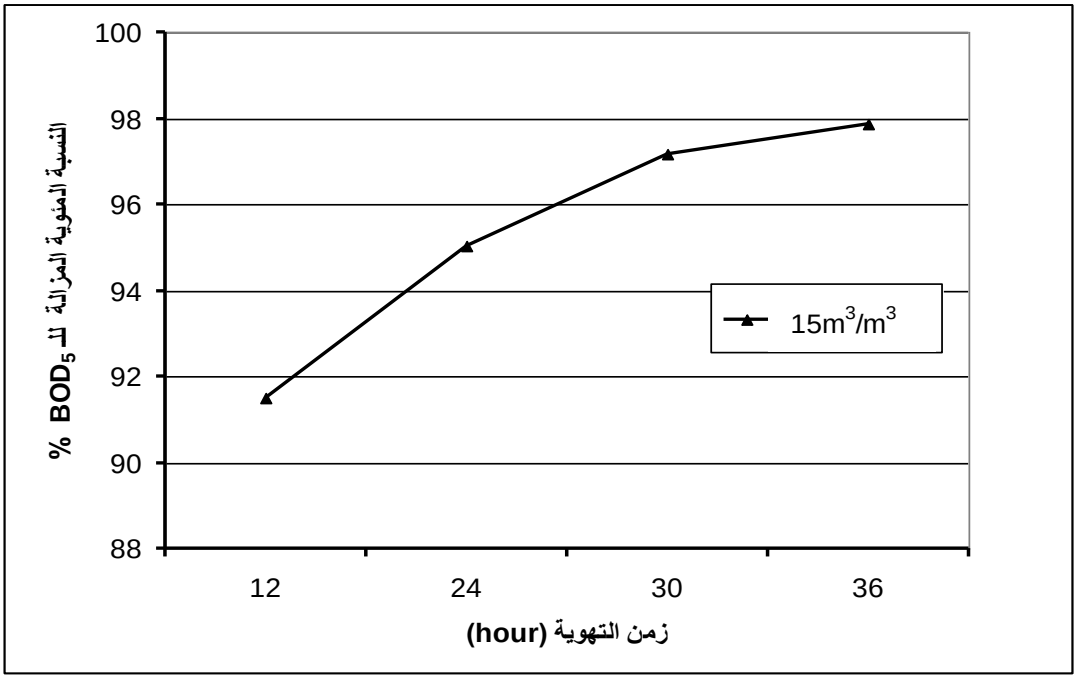
الشكل (9): العلاقة بين زمن التهوية والنسبة المئوية لإزالة الـ BOD_5 من مياه الصرف الصحي لمشفى بانياس عند شدة التهوية $(10m^3/m^3.water)$.

الجدول (5): قيمة الـ BOD_5 قبل وبعد المعالجة مياه الصرف الصحي لمشفى بانياس من أجل شدة التهوية $(15m^3/m^3.water)$.

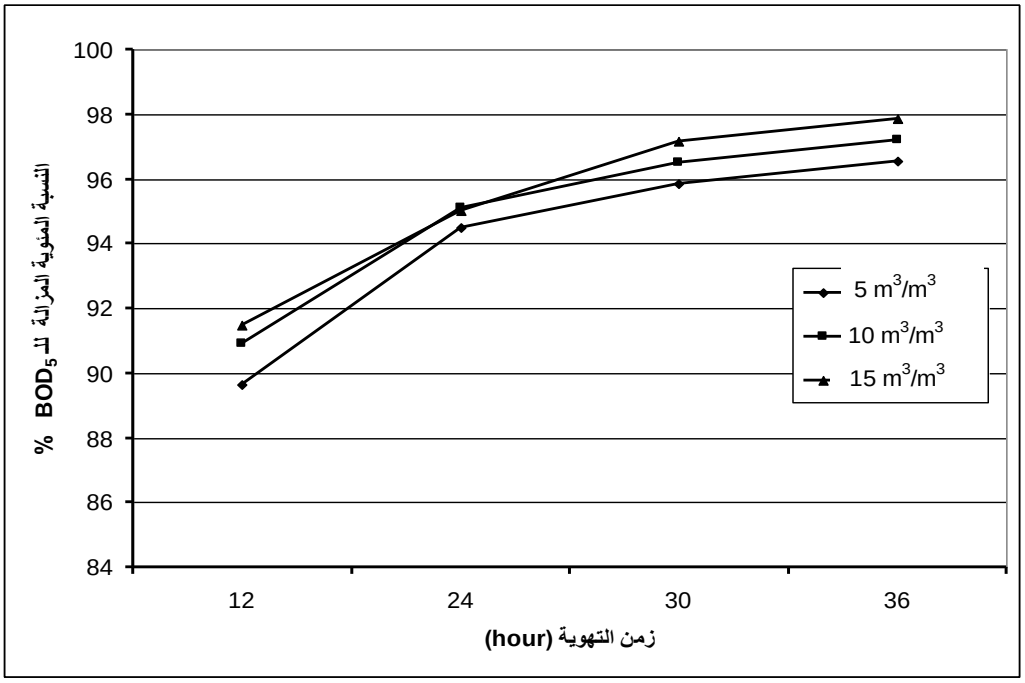
التسلسل	قيمة الـ BOD_5 قبل المعالجة(mg/l)	زمن التهوية (hour)	قيمة الـ BOD_5 بعد المعالجة (mg/l)	نسبة إزالة BOD_5 %
1	141	12	12	91.48
2	141	24	7	95.03
3	141	30	4	97.16
4	141	36	3	97.87



الشكل (10): تركيز الـ BOD_5 في مياه الصرف الصحي لمشفى بانياس قبل و بعد المعالجة من أجل شدة التهوية $(15m^3 / m^3.water)$.



الشكل (11): العلاقة بين زمن التهوية والنسبة المئوية لإزالة الـ BOD_5 من مياه الصرف الصحي لمشفى بانياس عند شدة التهوية $(15m^3 / m^3.water)$.



الشكل (12): العلاقة بين زمن التهوية والنسبة المئوية لإزالة الـ BOD_5 من مياه الصرف الصحي لمشفى بانياس عند شدات التهوية الثلاثة.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

اعتماداً على المخططات والجداول السابقة يمكننا استنتاج ما يلي:

1 – تقارب نسب الإزالة عند قيمتي شدة التهوية $(15m^3/m^3.water)$ و $(10m^3/m^3.water)$ عند أزمنة التهوية جميعها.

2 – نلاحظ أن ميل الخط الذي يمثل نسبة إزالة الـ BOD_5 يكون شديداً في بدايته، ثم يقل ميله عند النقطة الموافقة لزمن التهوية 24 ساعة ليصبح الفرق في نسبة الإزالة ضعيفاً عند قيمتين متتاليتين لزمن التهوية الذي يزيد على 24 ساعة.

اعتماداً على ما ذكر، واستناداً إلى أن وحدة المعالجة يجب أن تؤمن نسبة إزالة مقبولة للتلوث العضوي من مياه الصرف الصحي في الظروف كافة، مع مراعاة كلفتها الاقتصادية، يمكن أن نستنتج القيم التصميمية لشدة التهوية وزمنها على النحو التالي:

شدة التهوية التصميمية : $(5-10m^3/m^3.water)$.

زمن التهوية التصميمي : (24 hour).

ولقد أظهرت نتائج البحث فعالية المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي في مشفى بانياس بطريقة التهوية المديدة في تخفيض تركيز الـ BOD_5 .

التوصيات:

– دراسة العوامل الأخرى المؤثرة في عملية المعالجة البيولوجية بالتهوية المديدة لمياه الصرف الصحي لمشفى بانياس مثل (F/M) وعمر الحمأة وغيرها.

– إيجاد نموذج رياضي يربط العوامل المؤثرة في عملية المعالجة البيولوجية بالتهوية المديدة.

– تصميم محطة معالجة بيولوجية بطريقة التهوية المديدة لمعالجة مياه الصرف الصحي لمشفيي بانياس، والحفة، وغيرهما من المشافي التي تتشابه مع مياه الصرف الصحي لمشفى بانياس.

مما سبق يمكن الاستنتاج أنه بالإمكان معالجة مياه الصرف الصحي للمشافي بالتهوية المديدة، التي تحقق مواصفات جيدة للمياه، تسمح بالتخلص منها في البيئة بالطريقة المناسبة، وأن تحديد العوامل المؤثرة في المعالجة يؤدي دوراً هاماً في كفاءتها وكلفتها الاقتصادية، الأمر الذي يستدعي التركيز على إيجاد قيمها المثلى للحصول على تركيز مسموح للملوثات في المياه الخارجة من المعالجة.

المراجع:

1– FARZADKIA, M.; MAUVE, A.H. *Comparison of Extended Aeration Activated Sludge Process and Activated Sludge with Lime Addition Method for Bioslids Stabilization*, Pakistan Journal of Biological Sciences 7, 12, 2004, 2061 – 2065.

2– MORIYAMA, K.; TAKAHASHI, M.; HARADA, Y. *Ret Rofitting and Operation of Small Extended Aeration Plants for Advanced Treatment* – Some Experiences in Japan. Wat. Sci. Tech. Vol. 28, No. 10, 1993, 377 – 385.

3– PEAVY, H.; ROWE, D. *Environmental Engineering, McGraw Hill*, USA, 1985, 32-118.

4- YAKOVLEV, C.V.; KARELIN, Y.A.; GOUKOV, A.E.; KOLABANOV, C.K. *Kanalizatsya*, Stroyizdat, MOSCOW, 1976, 80-115.

5– KARELIN, Y.A.; GOUKOV, D.D.; GOUKOV, V.N.; REPIN, B.N. *Otshistka Proyzvodstvennikh StochnikhVodin Airotenkakh*, Stroyizdat – Moscow, 1983 ,50-86 .

6–YAKOVLEV, C.V.; KARELIN, Y.A.; LASKOV, U.M.; VORONOV, U.V. *Vodootvodiashy Systemy Promishlennikh Predpriaty*. Stroyizdat. MOSCO, 1990, 5-66.

7– REZAEE, A.; ANSARI M., KHAVANIN, A.; SABZALI, A. ; ARYAN, M. *Hospital Wastewater Treatment Using an Integrated Anaerobic Aerobic Fixed Film Bioreactor*. American journal of Environmental Sciences 1,4, 2005, 259 – 263.

8– KHORSANDI, H.; NAVIDJOUY, M. S. *study of wastewater treatment plant efficiency in urmia imam khomeini hospital and quidance for operation suitable ways*. The journal of Urmia University of Medical Sciences, Vol 16, 1, 57, 2005, 1027 – 3727.

9– MAJLSEI NASER, M.; YAZDANBAKHSH, A. R. *study on Wastewater Treatment systems in Hospital of Iran*. J. Environ. Health. Sci. Eng, Vol. 5, No. 3, 2008, 211 –215.

10 – PAUWELS, B.; VERSTRAETE, W. *The treatment of hospital wastewater* – an Appraisal. journal of water and Health, 2006, 405-416.

11– صبوح، حسام. وشاهين، هيثم. *الهندسة البيئية(2)*،الطبعة الأولى، منشورات جامعة تشرين، 1996، 50– 53.

12– أصفري، أحمد فيصل. والمزيني، صالح محمد. *منظومات الصرف الصحي ومعالجة مياه المجاري*، الطبعة الأولى، منشورات الجمعية الكويتية لحماية البيئة، 1997، 55 –60.

13– جناد، هيثم. و وزان، عبد القادر. *حماية البيئة*، الطبعة الأولى، منشورات جامعة تشرين، 1997، 125–137.

14– GROLER, E. *Otchistny Soorugenya Maloy Kanalizatsy*. Stroyizdat, MOSCOW, 1980, 30- 88.