Effect of COD to BOD_5 Ratio on the Efficiency of Biological Treatment in Homs Wastewater Treatment Plant

Dr. Rasin Zakia[*]
Kamar Ahmad ALmustafa[**]

(Received 23 / 5 / 2019. Accepted 31 / 10 / 2019)

□ ABSTRACT □

Research deals with the work of Homs sewage treatment plant, which treats wastewater from civil consumption, and some other facilities located in Homs city. This plant uses biological treatment units operating by traditional activated sludge systems.

COD and BOD_5 are important indicators in determining the degree of sewage pollution and the development of design standards for the construction and operation of biological treatment units.

Research is a statistical study that examined the effect of COD to BOD_5 ratio on the efficiency of biological treatment (BOD_5 removal efficiency). The daily values of COD and BOD_5 were recorded in the laboratory records of the plant.

The relationship between efficiency values and the COD to BOD_5 ratio, which gives the maximum efficiency during each of the months covered by the study from 2007 to 2011 was represented by a diagram for each year.

Homs' wastewater COD / BOD_5 ratio was in the range of (1.2-4.4), it is easily biodegradable wastewater. The values of the BOD_5 removal efficiency during these five years ranged from 70.4% to 99.5% .

The statistical study by SPSS shows that the biological treatment efficiency is better within the range (1,2-3) of COD / BOD_5, but also showed that the effect of this ratio on BOD_5 removal efficiency was decreased during the period (2007-2011) due to the regularity of the plant operation and the stability of population status and the quality and quantity of the inflows coming to the plant. Efficiency is also related to many variables, the most important of which are the parameters of operation of the aeration tanks.

Keywords: Biological treatment of wastewater – BOD_5 - COD – Biodegradability index (B.I).

[*]**Associate Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, AL-Baath University, Homs, Syria.**
[**]**Postgraduate Student (Master), Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, AL-Baath University, Homs, Syria.**

دراسة تأثير نسبة قيمة COD إلى قيمة BOD_5 لمياه الصرف على كفاءة المعالجة البيولوجية في محطة معالجة مياه مجاري مدينة حمص

د. رصين زكية *

قمر احمد المصطفى **

(تاريخ الإيداع 23 / 5 / 2019. قُبِل للنشر في 31/ 10 / 2019)

□ ملخّص □

يتناول البحث عمل محطة معالجة مياه مجاري مدينة حمص التي تعالج مياه الصرف الصحي الناتجة عن الصرف الصحي المعاشي وعن بعض المنشآت والورش الأخرى الموجودة في مدينة حمص، تستخدم هذه المحطة وحدات معالجة بيولوجية عاملة بالحمأة المنشطة التقليدية.

يعتبر مؤشري COD وBOD_5 من المؤشرات الهامة في تحديد درجة تلوث مياه المجاري ووضع المعايير التصميمية لبناء وتشغيل وحدات المعالجة البيولوجية.

البحث عبارة عن دراسة إحصائية تم من خلالها دراسة تأثير النسبة COD/BOD_5 على كفاءة المعالجة البيولوجية (كفاءة إزالة BOD_5)، حيث أخذت القيم اليومية لكل من مؤشري COD وBOD_5 المدونة في السجلات المخبرية للمحطة، وتمت دراسة علاقة النسبة COD/BOD_5 مع قيم الكفاءة اليومية كما أخذنا بعين الاعتبار النسبة التي تعطي الكفاءة الأعظمية خلال كل شهر من أشهر السنوات ضمن الفترة التي تغطيها الدراسة من 2007 وحتى 2011، وتم تمثيل العلاقة بينهما بالشكل بياني لكل سنة.

تراوحت نسبة COD/BOD_5 لمياه مجاري مدينة حمص ضمن المجال (1.2–4.4) وهي بالتالي تعتبر قابلة للتحلل البيولوجي بشكل كبير حيث كانت كفاءة إزالة BOD_5 خلال هذه السنوات الخمس محصورة ضمن المجال (70.4% – 99.5%)، وتبين من خلال دراستنا الاحصائية بواسطة برنامج SPSS أن كفاءة المعالجة البيولوجية تكون أفضل ضمن المجال (1,2–3) للنسبة COD/BOD_5 ولكنها أظهرت انخفاض تأثير هذه النسبة على كفاءة إزالة BOD_5 خلال الفترة (2007–2011) وذلك بسبب انتظام عمل المحطة واستقرار وضع السكان ونوعية وكمية التدفقات القادمة للمحطة كما أن الكفاءة ترتبط أيضاً بمتغيرات كثيرة أهمها بارامترات تشغيل أحواض التهوية.

الكلمات المفتاحية: المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي– الطلب البيوكيميائي للأكسجين BOD_5– الطلب الكيميائي للأكسجين COD _ مؤشر التحلل البيولوجي.

* **أستاذ مساعد – قسم الهندسة البيئية– كلية الهندسة المدنية– جامعة البعث– حمص– سورية.**

** **طالبة ماجستير – قسم الهندسة البيئية– كلية الهندسة المدنية– جامعة البعث– حمص– سورية.**

مقدمة:

إن مياه الصرف الصحي وبعد مرورها بمرحلة المعالجة الأولية لا تزال ملوثة وينتج عنها روائح كريهة نظراً لوجود مواد ملوثة معلقة أو منحلة لا يمكن ترسيبها كما هي بصفة طبيعية واقتصادية، وإنه يتعين علينا معالجة هذه المياه معالجة ثانوية وإيجاد طريقة مناسبة للتخلص من هذه المواد والبكتيريا الموجودة في مياه الصرف.

إن الداء والدواء هما معاً داخل مياه الصرف الصحي حيث يتواجد التلوث العضوي وتتواجد البكتيريا المستعدة لاستهلاك هذا التلوث إذا توافر لديها الأوكسجين والشروط الأخرى التي سيتم ذكرها لاحقاً، وهذا هو المبدأ الذي تعتمد عليه عملية المعالجة البيولوجية لمياه المجاري حيث تهدف هذه المعالجة إلى أكسدة المواد العضوية المختلفة الموجودة في مياه الصرف الصحي بيولوجياً وتحويلها إلى مركبات مستقرة وكتلة حيوية تتألف في معظمها من البكتيريا، ومما يميز هذه البكتيريا هو استعدادها الطبيعي للتندف (Floculation) (تشكيل المستعمرات) إذا توافرت لها الشروط المناسبة مما يسهل عملية التخلص منها في أحواض الترسيب الثانوية. [1]

وتتمثل المعالجة البيولوجية عامة في وضع مياه الصرف الصحي في أحواض يطلق عليها عادة تسمية أحواض التهوية أو أحواض لاهوائية تتواجد بها أصناف متعددة ومختلفة من الكائنات الحية الدقيقة المتخصصة في استهلاك المواد العضوية العالقة أو المنحلة في مياه الصرف، ولتوفير ظروف عمل هذه الكائنات البكتيرية وتكاثرها يتم في معظم المنظومات البيولوجية شحن المياه داخل هذه الأحواض بكميات متفاوتة من الهواء أو الأوكسجين.

ولتمكين البكتيريا من التأقلم السريع مع محيطها يتعين علينا التقيد بالشروط التالية:

1- تأمين تركيز كافي من الأوكسجين المنحل في الماء $[O_2]> 2mg/l$.
2- توفير درجة pH مناسبة ضمن المجال (6.5-8.5).
3- درجة حرارة مناسبة: $15<T<25°$.
4- عدم وجود مواد سامة تسبب تموت البكتيريا ولها مفعول سلبي على المعالجة البيولوجية.
5- وجود نسبة محققة تقريباً من المواد المغذية تتراوح بين (100:5:1-100:20:1) وذلك للمواد المغذية التالية (C:N:P) حيث تشترط الكائنات المجهرية تغذية متوازنة ويعتبر الكربون والنتروجين والفوسفور من العناصر الأساسية لتكوين الخلايا والحصول على الطاقة اللازمة للهضم البيولوجي.
6- يتعين أن تكون العلاقة بين الطلب الكيميائي للأوكسجين والطلب الحيوي له في الحدود التالية: $COD:BOD_5 \in \{1.5-2\}$.[2]، [3]، [4]

أهمية البحث وأهدافه:

يعتبر مؤشري COD وBOD_5 من المؤشرات الهامة في تحديد درجة تلوث مياه المجاري ووضع المعايير التصميمية لبناء وتشغيل وحدات المعالجة البيولوجية، لذلك سنقوم بدراسة النسبة (COD/BOD_5) لمياه المجاري الداخلة للمعالجة البيولوجية في محطة معالجة مياه مجاري مدينة حمص وتأثيرها على كفاءة هذه المعالجة، وذلك باستخدام مجموعة من التحاليل والنتائج المخبرية التي أجريت على مدى 5 سنوات (2007-2011).

يهدف البحث إلى دراسة تأثير تغير النسبة COD/BOD_5 على كفاءة المعالجة البيولوجية في أحواض التهوية العاملة بالحمأة المنشطة التقليدية في محطة معالجة مياه الصرف الصحي في حمص، وذلك بغية الحصول على أفضل كفاءة

للمعالجة البيولوجية عن طريق تعيين النسبة النموذجية (COD/BOD_5) الملائمة لعمل البكتيريا التي تقوم بالهضم البيولوجي للملوثات الموجودة في مياه المجاري.

طرائق البحث ومواده:

1- الطلب البيوكيميائي للأوكسجين (BOD): [5]، [6]

إن مؤشر BOD من أكثر المؤشرات استخداماً لقياس مقدار التلوث العضوي في مياه الصرف ويعرف مؤشر BOD_5 على أنه كمية الأوكسجين التي تحتاجها البكتيريا لأكسدة المواد العضوية تحت ظروف معينة (درجة حرارة 20° في الظلام ولمدة خمسة أيام).

تستخدم نتائج فحص BOD_5 حالياً في:

1- تحديد كمية الأوكسجين العظمى المطلوبة للحصول على الاستقرار البيولوجي للكتلة الحية الموجودة.

2- تحديد حجم المنشآت اللازمة للمعالجة.

3- قياس كفاءة بعض عمليات المعالجة.

4- تحديد مدى الالتزام بمواصفات وشروط إلقاء مياه الصرف في الشبكة أو المستقبل المائي.

2- الطلب الكيميائي للأوكسجين (COD): [5]، [6]

يعرف مؤشر COD على أنه كمية الأوكسجين المستهلكة لأكسدة المواد العضوية القابلة للتأكسد في وسط حمضي وبوجود مؤكسد قوي (الديكرومات أو كرومات البوتاسيوم، البرمنغنات) ويستغرق فحص COD حوالي 2.5 ساعة على الأكثر.

من أسباب الاختلافات الواضحة بين قيمتي COD وBOD_5:

1- العديد من المواد العضوية التي من الصعب أكسدتها بيولوجياً مثل الليغنين يمكن أكسدتها كيميائياً.

2- بعض المواد العضوية ربما تكون سامة بالنسبة للأحياء الدقيقة المستخدمة في فحص BOD_5.

3- قيم COD العالية ربما تظهر بسبب وجود مواد غير عضوية والتي يمكن أن تتأكسد كيميائياً.

3- العلاقة بين مؤشري COD وBOD_5:

إن القيم النموذجية للنسبة COD/BOD_5 بالنسبة لمياه الصرف المدنية غير المعالجة تتراوح في المجال (1.25-3.33)، في حال كانت هذه النسبة تساوي 2 أو أقل فإن مياه الصرف تعتبر سهلة المعالجة البيولوجية، أما إذا كانت أكبر من 3.33 فذلك يعني أن مياه الصرف تحتوي مركبات سامة أو تحتاج إلى أحياء دقيقة مستقرة ومتأقلمة أكثر. [7]

بعض المراجع تحدد العلاقة بين COD وBOD_5 لمياه الصرف المدنية ولمعظم المنصرفات البشرية بأن وحدة BOD_5 يقابلها (0.64-0.68) وحدة COD. [3]

تضمنت الدراسة التصميمية للمحطة أن هذه النسبة محصورة بمجال واسع (1.9- 4.9) وتم تصميم المحطة فيما بعد على النسبة (COD/BOD_5=2.2). [8]، [9]

4- المعالجة البيولوجية المستخدمة في محطة المعالجة في مدينة حمص:

إن شبكة مياه مجاري مدينة حمص هي عبارة عن شبكة مختلطة وبالتالي فإن مياه المجاري في المدينة هي عبارة عن خليط من مياه المجاري المنزلية وغسيل الشوارع والمياه المطرية والمياه الناتجة عن عمل بعض الحرف والصناعات والمصانع الموجودة داخل مدينة حمص، وهذا يجعل مواصفات هذه المياه متغيرة بشكل كبير، مما يجعل من الصعب المحافظة على الشروط الملائمة لعمل البكتيريا في المعالجة البيولوجية وخصوصاً النسبة COD/BOD_5. [10]

بالنسبة لطريقة المعالجة البيولوجية المعتمدة في المحطة فهي معالجة بيولوجية بالحمأة المنشطة التقليدية، وأحواض التهوية مقسمة لثلاثة أقسام حسب زمن التهوية ونوع المزج (القسم الأول مزج كامل والقسمين الباقيين مزج دفقي)، وزمن المكث بالأحواض 6 ساعات. [9]

منهجية البحث:

تم القيام بدراسة إحصائية لمجموعة من البيانات المسجلة مخبرياً في سجلات مخبر محطة معالجة مياه الصرف الصحي في حمص كما تم إجراء بعض الحسابات اللازمة للدراسة، إن البيانات المخبرية المسجلة هي عبارة عن قيم مؤشرات التلوث BOD_5 و COD المقاسة مخبرياً لمياه الصرف الصحي الخام والمياه الناتجة عن المعالجة الأولية (أحواض ترسيب الرمال وأحواض الترسيب الأولية) والمياه الناتجة عن المعالجة الثانوية (أحواض المعالجة البيولوجية (التهوية) وأحواض الترسيب الثانوية)، وذلك لعينات تم أخذها من خليط لمجموعة عينات تؤخذ أوتوماتيكياً على مدار اليوم، وقد تم ترميز هذه المؤشرات كالتالي:

BOD_5 IN : قيمة BOD_5 لمياه الصرف الصحي الخام الداخلة إلى المحطة.

BOD_5 SW : قيمة BOD_5 لمياه الصرف الناتجة عن المعالجة الأولية.

BOD_5 CW : قيمة BOD_5 لمياه الصرف الناتجة عن المعالجة الثانوية.

وكذلك الأمر بالنسبة لمؤشر COD (**COD IN**، **COD SW**، **COD CW**)

إن قيم مؤشري COD وBOD_5 السابقة المراد استخدامها بالدراسة مقاسة يومياً لمدة خمس سنوات ما بين 2007 و2011 ومنها تم حساب النسبة COD/BOD_5 وحساب كفاءة المعالجة البيولوجية (كفاءة إزالة BOD_5) وذلك بالعلاقة:

$$\textbf{E BOD}_5\textbf{ BIO \%} = (\textbf{BOD}_5\textbf{ SW} - \textbf{BOD}_5\textbf{ CW})*100/\ \textbf{BOD}_5\textbf{ SW}$$

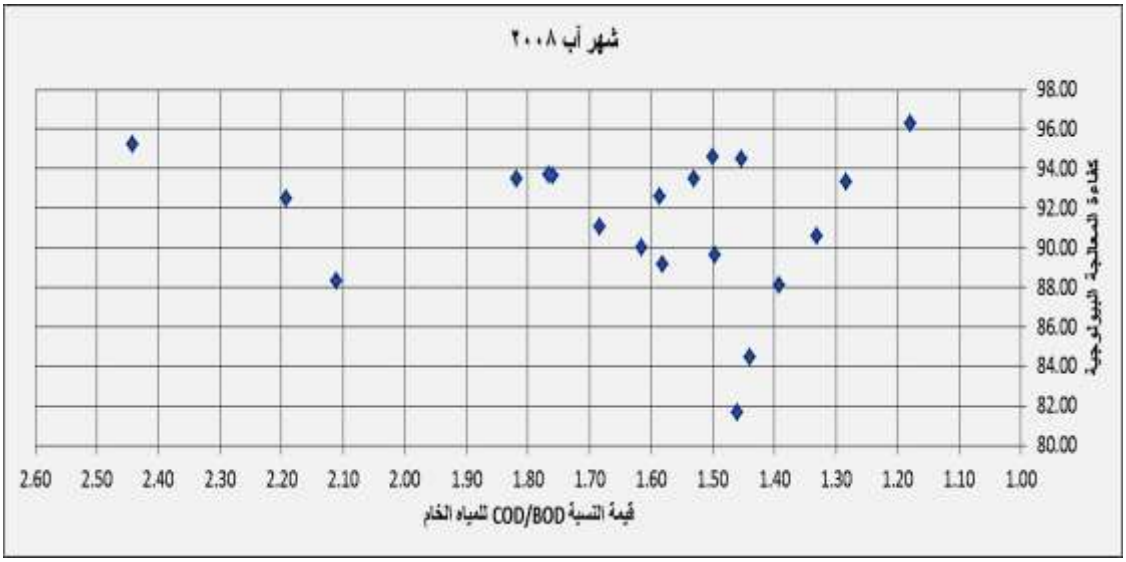
وبذلك نحصل على قيم يومية للنسبة COD/BOD_5 للمياه الخام والمياه المعالجة أولياً وللكفاءة $EBOD_5$ BIO ، قمنا بتمثيل العلاقة بينهما لكل شهر من أشهر السنوات قيد الدراسة ومثال على ذلك شهر آب للعام 2008 وفق القيم المبينة في الجدول رقم (1):

جدول رقم (1) قيم النسبة COD/BOD_5 اليومية للمياه الداخلة للمحطة والمياه المعالجة أولياً وقيم كفاءة المعالجة البيولوجية

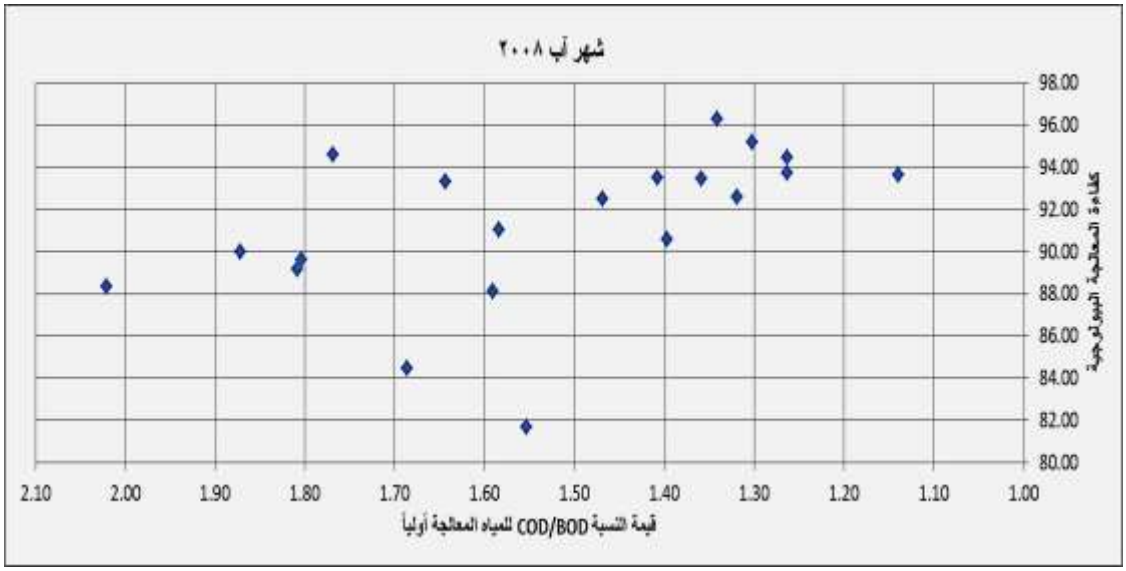
E BOD_5 BIO%	COD/BOD_5 SW	COD/BOD_5 IN	تاريخ اليوم
84.48	1.69	1.44	3/8/08
81.67	1.55	1.46	4/8/08
93.66	1.14	1.76	5/8/08
89.17	1.81	1.58	6/8/08
94.58	1.77	1.50	7/8/08
96.30	1.34	1.18	10/8/08
92.59	1.32	1.59	11/8/08
93.50	1.41	1.53	12/8/08
91.05	1.58	1.68	13/8/08
93.48	1.36	1.82	14/8/08
89.62	1.80	1.50	17/8/08
94.47	1.26	1.45	18/8/08
88.13	1.59	1.39	19/8/08
90.59	1.40	1.33	20/8/08

95.22	1.30	2.44	24/8/08
93.71	1.26	1.77	25/8/08
92.50	1.47	2.19	26/8/08
88.33	2.02	2.11	27/8/08
93.33	1.64	1.28	28/8/08
90.00	1.87	1.62	31/8/08

عند تمثيل العلاقة حصلنا على الشكلين (1,2) التاليين:



الشكل رقم (1) يظهر العلاقة بين قيم الكفاءة وقيم النسبة COD/BOD_5 لمياه الصرف الخام لشهر آب 2008

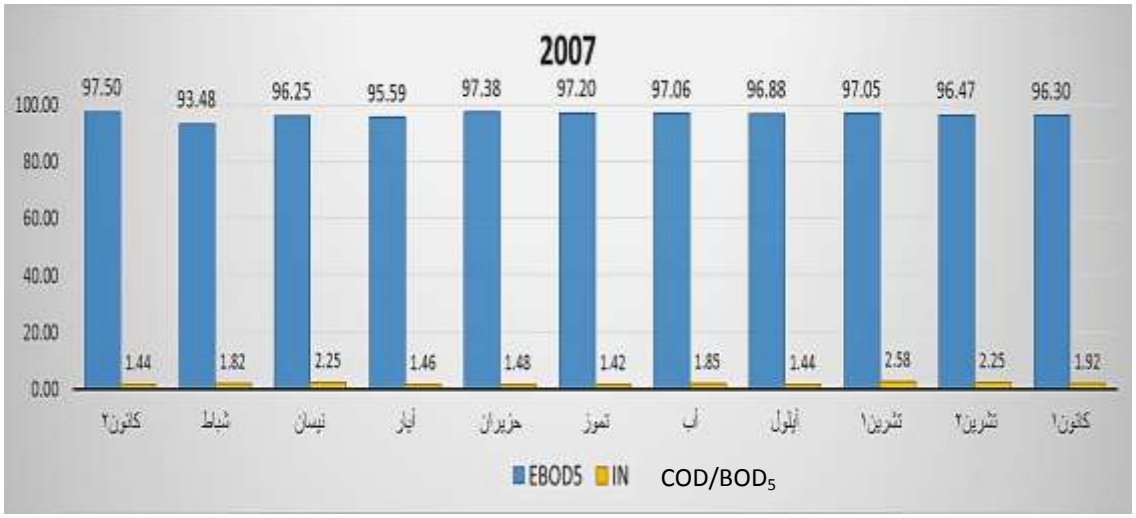


الشكل رقم (2) يظهر العلاقة بين قيم الكفاءة وقيم النسبة COD/BOD_5 لمياه الصرف المعالجة أولياً لشهر آب 2008

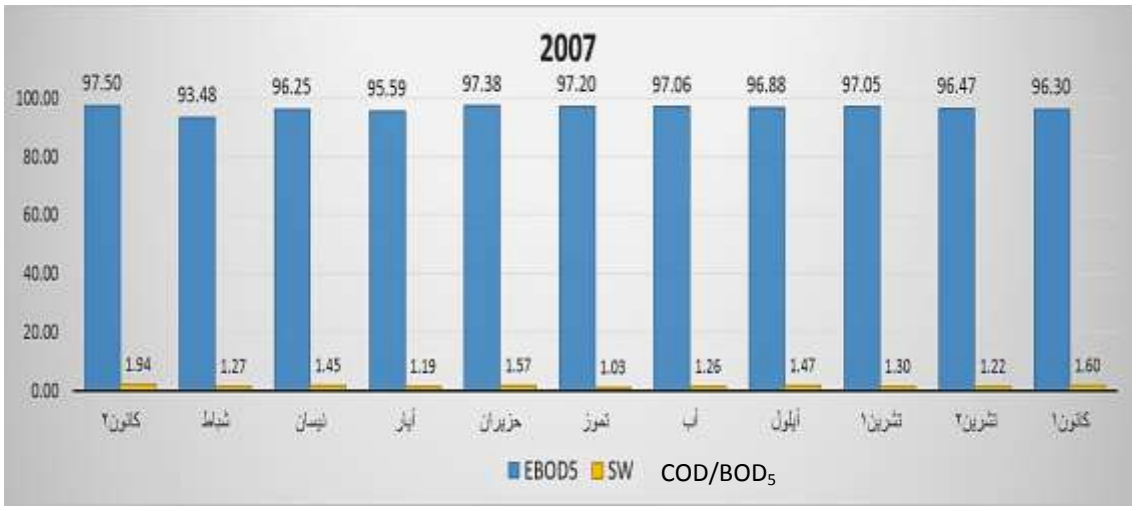
كانت القيم الناتجة بالشكلين (1،2) مبعثرة جداً ولا يمكن ربطها بمنحني بياني، لذلك لجأنا إلى التمثيل الصندوقي لكل سنة من السنوات السابقة بحيث تقابل كل قيمة للنسبة COD/BOD_5 للمياه الكفاءة الأعظمية السنوية للمعالجة

البيولوجية لتلك المياه وبذلك نتج لدينا لكل سنة من السنوات الشكلين صندوقيين الأول لمياه الصرف الخام الداخلة للمحطة والثاني لمياه الصرف المعالجة أولياً (الأشكال رقم 3،4،5،6،7،8،9،10،11،12 للسنوات 2007-2011 على الترتيب توضح ذلك).

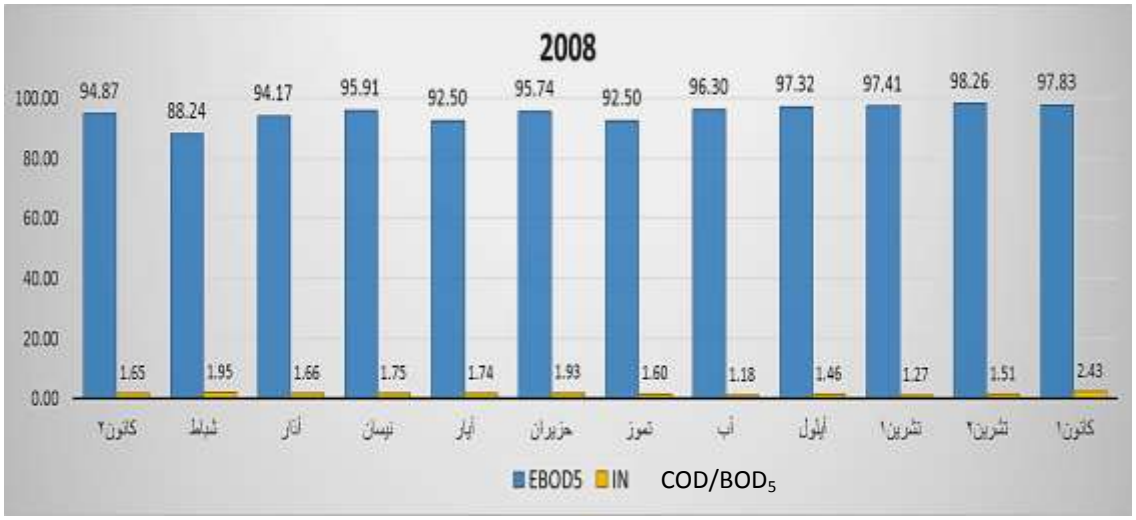
ملاحظة: لا يوجد قيم BOD_5، COD لشهر آذار لعام 2007.



الشكل رقم (3) يمثل النسبة COD/BOD_5 لمياه الصرف الخام التي تنتج عندها كفاءة معالجة أعظمية لعام2007

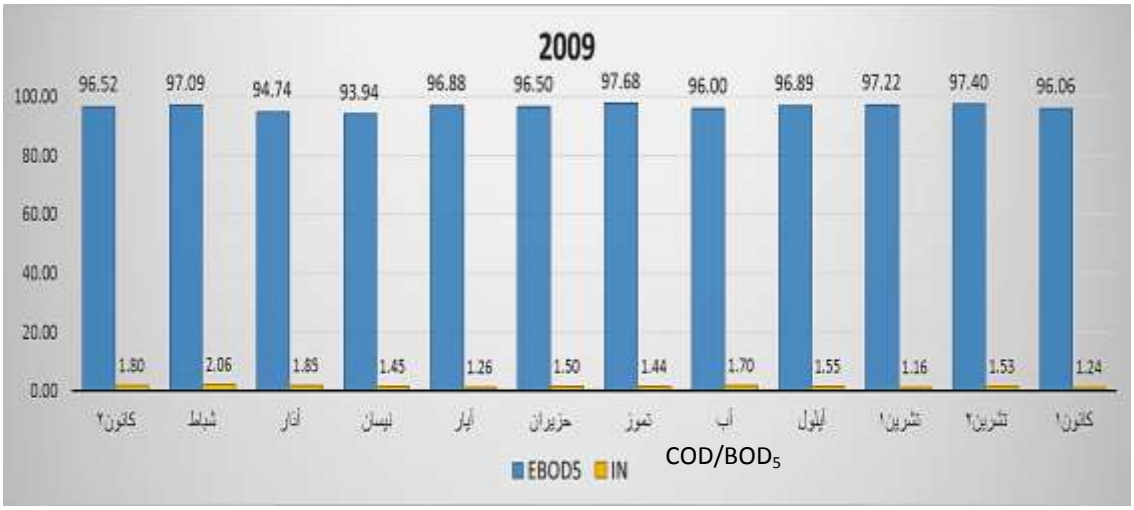


الشكل رقم (4) يمثل النسبة COD/BOD_5 لمياه الصرف المعالجة أولياً التي تنتج عندها كفاءة معالجة أعظمية لعام 2007



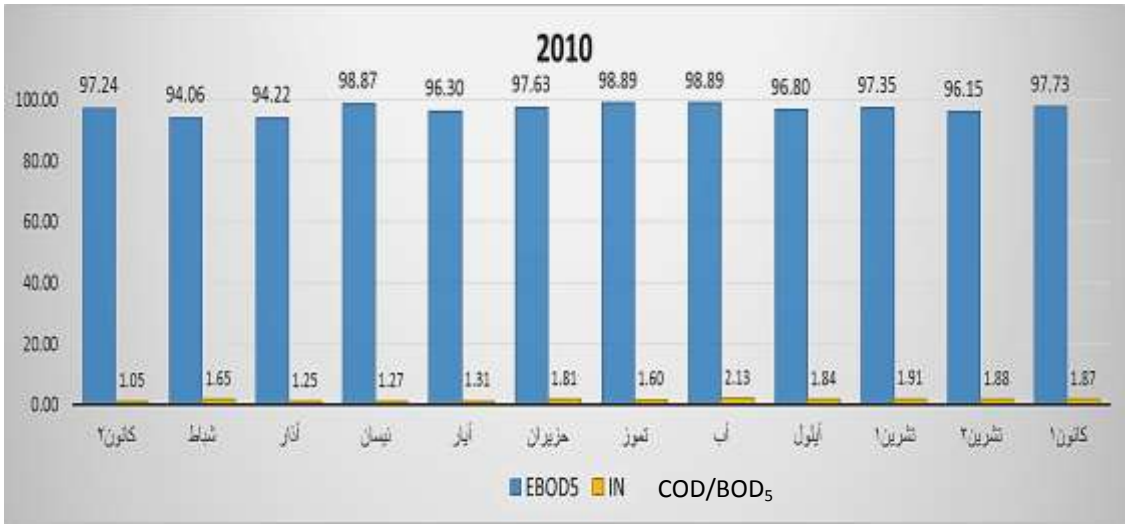
الشكل رقم (5) يمثل النسبة COD/BOD_5 لمياه الصرف الخام التي تنتج عندها كفاءة معالجة أعظمية لعام 2008

الشكل رقم (6) يمثل النسبة COD/BOD_5 لمياه الصرف المعالجة أولياً التي تنتج عندها كفاءة معالجة أعظمية لعام 2008



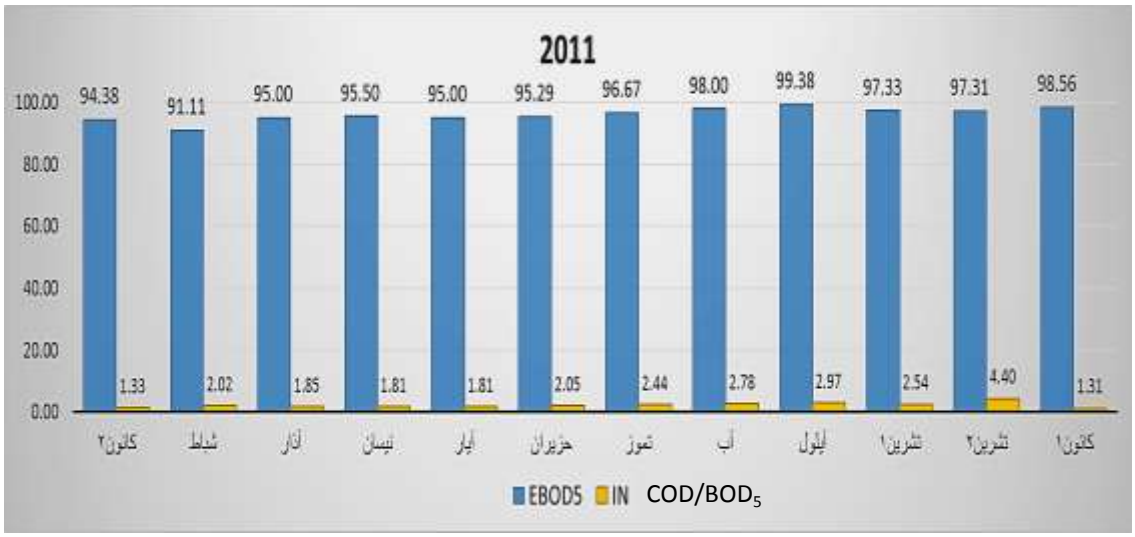
الشكل رقم (7) يمثل النسبة COD/BOD_5 لمياه الصرف الخام التي تنتج عندها كفاءة معالجة أعظمية لعام 2009

الشكل رقم (8) يمثل النسبة COD/BOD_5 لمياه الصرف المعالجة أولياً التي تنتج كفاءة معالجة أعظمية لعام 2009

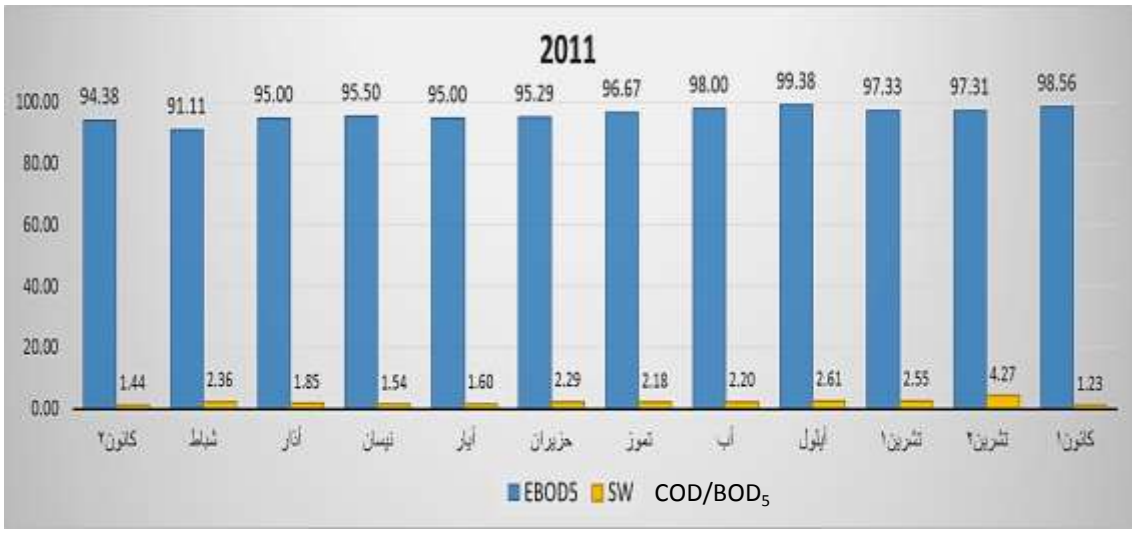


الشكل رقم (9) يمثل النسبة COD/BOD_5 لمياه الصرف الخام التي تنتج عندها كفاءة معالجة أعظمية لعام 2010

الشكل رقم (10) يمثل النسبة COD/BOD_5 لمياه الصرف المعالجة أولياً التي تنتج عندها كفاءة معالجة أعظمية لعام 2010



الشكل رقم (11) يمثل النسبة COD/BOD_5 لمياه الصرف الخام التي تنتج عندها كفاءة معالجة أعظمية لعام 2011



الشكل رقم (12) يمثل النسبة COD/BOD_5 لمياه الصرف المعالجة أولياً التي ينتج عندها كفاءة معالجة أعظمية لعام 2011

لا تظهر المخططات الصندوقية السابقة وجود علاقة واضحة معنوية بين كفاءة المعالجة البيولوجية للمياه مع نسبة COD/BOD_5 لهذه المياه وذلك عندما تقع النسبة COD/BOD_5 ضمن القيم المرجعية المناسبة لعمل البكتيريا الموجودة في مياه المجاري، فمن الممكن أن نجد ضمن المخططات كفاءة معالجة بيولوجية قيمتها 97,3% لمياه معالجة أولياً نسبة COD/BOD_5 لها /4.27/ (تشرين الثاني 2011) ونفس الكفاءة لمياه معالجة أولياً لها نسبة COD/BOD_5 /2.55/ (تشرين الأول عام 2011)، كما نلاحظ أن نفس الكفاءة 97% في شهر آب 2007 تنتج لمعالجة مياه خام نسبة COD/BOD_5 لها /1.85/ وهي ذاتها كفاءة المعالجة المقابلة للنسبة /2.58/ في المياه الخام في شهر تشرين الأول لعام 2007.

أجري تحليل للبيانات المدروسة إحصائياً بواسطة البرنامج الإحصائي SPSS، حيث قسمت بيانات الكفاءة إلى سبع شرائح وكل شريحة يقابلها متغير من المتغيرات التالية:

- المتغير الأول (E1) يعطينا قيمة النسبة COD/BOD_5 عندما يتحقق الشرط $EBOD_5$ >=95.
- المتغير الثاني (E2) يعطينا قيمة النسبة COD/BOD_5 عندما 95> $EBOD_5$>=90.
- المتغير الثالث (E3) يعطينا قيمة النسبة COD/BOD_5 عندما 90>$EBOD_5$>=85.
- المتغير الرابع (E4) يعطينا قيمة النسبة COD/BOD_5 عندما 85>$EBOD_5$>=80.
- المتغير الخامس (E5) يعطينا قيمة النسبة COD/BOD_5 عندما 80>$EBOD_5$>=75.
- المتغير السادس(E6) يعطينا قيمة النسبة COD/BOD_5 عندما 75>$EBOD_5$>=70.
- المتغير السابع (E7) يعطينا قيمة النسبة COD/BOD_5 عندما $EBOD_5$<70.

تم الحصول بواسطة البرنامج الإحصائي SPSS على قيم كل من المتوسط الحسابي والوسيط والانحراف المعياري والمدى والقيمة الدنيا والعظمى لبيانات كل متغير بالإضافة لإيجاد القيم الإحصائية السابقة للبيانات قبل تقسيمها (النسبة COD/BOD_5 لكل من المياه الخام (IN) والمياه المعالجة أولياً (SW) وقيم كفاءة المعالجة ($EBOD_5$%) الناتجة المقابلة لها لأيام السنوات الخمس لكل فترة من فترتي الدراسة)، وبذلك تم معرفة مجال النسبة COD/BOD_5 التي تنتج عندها هذه الشرائح المختلفة للكفاءة، وتبين وجود نفس المجال تقريباً لكل شريحة وخصوصاً الشرائح التي تحوي عدد متقارب من البيانات وهي الشرائح الثلاث الأعلى قيمة للكفاءة.

الجدولين (2 و3) يوضحان القيم الإحصائية (متوسط حسابي، الوسيط، الانحراف المعياري، القيمة العظمى والدنيا، مقدار الانحراف عن المتوسط الحسابي...) للبيانات المدروسة.

جدول رقم (2) التحليل الإحصائي لبيانات الشرائح السبعة والكفاءة وCOD/BOD_5 للمياه الخام الداخلة للمحطة بواسطة برنامج SPSS (2007-2011).

القيم الإحصائية	COD/BOD_5 للمياه الخام	كفاءة المعالجة	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
عدد القيم في الشريحة	1084	1084	246	464	206	108	40	7	13
المتوسط الحسابي	1.77	90.44	1.79	1.79	1.74	1.77	1.71	1.69	1.57
الوسيط	1.68	92.00	1.69	1.69	1.65	1.62	1.60	1.66	1.53
الانحراف المعياري	.449	6.087	.503	.449	.40	.445	.393	.370	.268
المدى	2.81	58.64	2.57	2.81	2.01	1.85	1.84	1.00	.82
القيمة الدنيا	1.10	40.74	1.11	1.10	1.10	1.22	1.26	1.34	1.20
القيمة العظمى	3.91	99.38	3.68	3.91	3.11	3.07	3.10	2.34	2.02

جدول رقم (3) التحليل الإحصائي لبيانات الشرائح السبعة والكفاءة وCOD/BOD_5 للمياه المعالجة أولياً بواسطة برنامج SPSS (2007-2011).

القيم الإحصائية	COD/BOD_5 للمياه المعالجة أولياً	كفاءة المعالجة	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
عدد القيم في الشريحة	1084	1084	246	464	206	108	40	7	13
المتوسط الحسابي	1.72	90.44	1.61	1.73	1.75	1.78	1.76	1.82	1.85
الوسيط	1.63	92.00	1.51	1.61	1.73	1.74	1.77	2.06	1.77
الانحراف المعياري	.420	6.087	.404	.433	.386	.449	.355	.445	.443
المدى	2.37	58.64	1.96	2.34	1.95	2.31	1.69	1.08	1.59
القيمة الدنيا	1.10	40.74	1.10	1.10	1.10	1.16	1.20	1.18	1.13
القيمة العظمى	3.47	99.38	3.06	3.44	3.05	3.47	2.89	2.26	2.72

- نلاحظ من الجدولين (2) و(3) أن متوسط نسبة COD/BOD_5 لمياه مجاري مدينة حمص هو (1.77) لمياه المجاري الخام و(1.72) لمياه المجاري المعالجة أولياً، كما أن الانحراف المعياري لم يتجاوز (0.45).
- من الجدول رقم (2) نلاحظ أن مجال النسبة COD/BOD_5 لم يتغير كثيراً بالنسبة لأغلب الشرائح.
- من الجدول رقم (3) نلاحظ أن مجال النسبة COD/BOD_5 لم يتغير بالنسبة للشرائح الأربعة الأعلى كفاءة (E1,E2,E3,E4) والتي تحوي أكبر عدد من القيم، حيث تراوحت القيمة الدنيا للشريحة (1.1-1.16) و القيمة العظمى (3.05-3.47) أما الشرائح الأخرى فكان عدد القيم فيها قليل بالنسبة للعدد الكلي للقيم المدروسة وهذا يجعلها أقل تمثيلاً للعلاقة بين النسبة COD/BOD_5 وكفاءة المعالجة البيولوجية، كما يوضح الجدول (3) ارتفاع متوسط النسبة COD/BOD_5 للشريحة المدروسة مع انخفاض كفاءة المعالجة البيولوجية بقيمة بسيطة حيث كان متوسط النسبة COD/BOD_5 للشريحة الأولى (1.61) وللرابعة (1.78) وللسابعة (1.85).

النتائج والمناقشة:

1- مجال النسبة COD/BOD_5 هو (1.03-4.89) للمياه الخام و(1.03-4.4) للمياه المعالجة أولياً الداخلة لوحدات المعالجة البيولوجية في محطة معالجة مياه مدينة حمص، وهذه النسبة قريبة بشكل كبير من القيم المرجعية والتصميمية لهذه المحطة، كما أن قيم كفاءة المعالجة البيولوجية جيدة جداً وتقع ضمن المجال (75%-98%).

2- نسبة COD/BOD_5 لمياه المجاري الخام لم تبد تأثيراً واضحاً على تغير كفاءة المعالجة البيولوجية لهذه المياه أما نسبة COD/BOD_5 لمياه المجاري المعالجة أولياً بالترسيب والداخلة للأحواض البيولوجية فقد كان تأثيرها أكثر وضوحاً حيث انخفضت الكفاءة بارتفاع متوسط هذه النسبة بمقدار بسيط.

3- وجود عدد قليل من القيم بالشرائح ذات الكفاءة المنخفضة يجعلها أقل موثوقية بتمثيل العلاقة بين المتغيرين المدروسين.

4- تأثير تغير النسبة COD/BOD_5 لمياه الصرف على كفاءة المعالجة البيولوجية كان ضعيفاً بشكل عام خلال الفترة (2007-2011) كما انخفض عدد الحالات الذي تكون فيها الكفاءة أقل من 75% إلى 20 قيمة من أصل 1084 قيمة وذلك يعزا لعدة عوامل أهمها:

- انتظام عمل المحطة خلال هذه الفترة (2007-2011) ومهارة المشغلين لها من حيث الضبط الدقيق لعمليات التشغيل والمراقبة الدائمة للأحمال القادمة للمحطة بحيث يتم تلافي حدوث الصدمات أو امتصاصها إن حدثت، كما وأن عملية أخذ العينات كانت آلية وتتم ثلاث مرات باليوم.
- نموذج حوض التهوية الموجود بالمحطة والذي يعتمد في القسم الأول منه على المزج الكامل الذي خفف تأثير التغيرات غير المرغوبة على كفاءة المعالجة فهو أكثر مرونة وقابلية لامتصاص صدمات الأحمال القادمة من أنظمة المعالجة البيولوجية الأخرى.
- الاستقرار في وضع السكان وعاداتهم وبالتالي الاستقرار بنوعية وكمية التدفقات القادمة للمحطة مما جعل هناك استقرار في العمليات البيولوجية وأمن ظروف أفضل لعمل البكتيريا التي تقوم بالمعالجة.
- إن الكفاءة ترتبط أيضاً بمتغيرات أخرى عديدة أهمها (كتلة الحمأة MLSS، نسبة إعادة الحمأة، تركيز المواد العضوية في المياه الداخلة للأحواض، درجة الحرارة، تركيز الأوكسجين المنحل....).

الاستنتاجات والتوصيات:

1- ينصح باتباع نظام المعالجة البيولوجية الهوائية بالحمأة المنشطة التقليدية في محطات المعالجة التي تستقبل مياه صرف ذات مواصفات متغيرة من حيث الحمل العضوي الداخل للمحطة ونسبة COD/BOD_5 بحيث لا تزيد هذه النسبة عن (4)، حيث أن هذا النوع من المعالجة أثبت مرونته في تلقي الصدمات، ولزيادة الأمان يمكن استخدام أحواض التهوية ذات المزج الكامل، أو استخدام أحواض تهوية تحوي بالقسم الأول منها مزج كامل.

2- يوصى بدراسة تربط بين تأثير العوامل المختلفة على كفاءة المعالجة البيولوجية بالحمأة المنشطة التقليدية كونها الطريقة الأكثر استخداماً في سوريا.

المراجع:

[1] جعارة، فاطمة. *محطات معالجة مياه الصرف الصحي*، مطبوعات جامعة حلب، حلب، 2014،130.

[2] GERBA,C.P, PEPPER, I. L. *Environemental and Pollution Science*, N^{o}.2, ELSEVIER, USA, 2006, 553.

[3] WEF. *Opration of Municipal Wastewater Treatment Plant*, N^{o}. 6, WEF PRESS, Newyork, 2008.

[4] ميخائيل، جوزيف، زكية، رصين. *الصرف الصحي /2/ محطات معالجة مياه المجاري*، الطبعة الأولى،مديرية الكتب والمطبوعات، حمص، 2002، 247.

[5] YOUNG, J. C,GEORGE,T, SABRY, M,TERRY, G. M. *Stander Methods for Examination Water and Wastewater*, Stander Methods Committee, 2005, 3512.

[6] RUSSELL, D. L. *Practical Wastewater Treatment*, No.1, John Wiley & SONS INC, 2006, 91-102.

[7] METCALF and EDDY, *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*, No.4, Mc Graw Hill, Boston, Newyork, 2004, 1636-1649.

[8] HAWARD HAMPHREYS & SONS, *Homs Sewage Treatment Plant*, Pre-Investment Study ,Volume 2 & 3, England, 1978.

HOWARD HAMPHREYS & SONS, *Homs Sewage Treatment Plant*, Design report, [9] England, 1978,100.

[10] المصطفى،احمد.ابراهيم.رسالة دكتوراه *" الطرائق البسيطة لتخفيض تركيز الملوثات في المياه الناتجة عن معالجة الحمأة في محطة معالجة مياه مجاري مدينة حمص"*، جامعة البعث،حمص، 2011، 206.