دراسة بعض العوامل التشغيلية المؤثرة في أداء المعالجة البيولوجية لمياه صرف مذبح فني للدواجن بغرض استخدامها للري

د. م. الهام منير بدّور[1] و د. م. ناهد حسن فرهود[2]

الملخص

نظراً الى الانتشار الواسع للمذابح الفنية للدواجن؛ والتلوث الشديد الذي تسببه مياه مذابح الدواجن المصرفة، فإن معالجة هذه المياه أصبحت ضرورة ملحة من أجل حماية البيئة من جهة؛ وترشيد استهلاك الماء من جهة أخرى؛ وذلك اسهاماً في إدارة الموارد المائية في ضوء العجز المائي، لذا وجدنا أنه من الضروري الاسهام بإجراء دراسة للمشكلات التي تسببها هذه المذابح واقتراح حلول لها.

درسنا بعض العوامل التشغيلية (زمن المكوث ودرجة الحرارة) المؤثرة على كفاءة المعالجة البيولوجية لمياه مذبح فني للفروج ،وذلك باستخدام السرير الممدد الهوائي، فقد لحظنا أن كفاءة المعالجة تزداد مع زيادة زمن المكوث حتى وصلنا إلى أفضل زمن وهو 8 ساعات الذي يحقق مواصفات للمياه المعالجة مطابقة للمواصفة القياسية 2008/2752 لري الأراضي الزراعية، كما ازدادت كفاءة المعالجة مع زيادة درجة الحرارة و قد اختيرت درجة الحرارة 30 درجة مئوية.

الكلمات المفتاحية: مذابح الدواجن، زمن المكوث، الحمل العضوي، المعالجة البيولوجية، كفاءة المعالجة.

[1] و[2] أستاذ مساعد، قسم تقانات الهندسة البيئية، كلية الهندسة التقنية، جامعة حلب، سورية.

Studying the Effected of some Operational Factors on the Performance of Poultry Wastewater Biological Treatment Efficiency for Reuse in Agricultural Irrigation

Dr. Eng. Elham Baddour[(1)] and Dr. Eng. Nahed Farhoud[(2)]

Abstract

The tremendous outspread of technical poultry slaughter houses lead to augmentation of pollution from their wastewater discharges. Treatment of such wastes is of paramount importance for both environmental protection and water conservation especially in situations of water deficiency and scarcity. The present research work is initiated towards addressing poultry waste problems and proposal of remedial sustainable solutions. It focused on some operational factors influencing biological treatment efficiency of technical poultry slaughter houses including detention time and organic load. Treatment efficiency is observed to increase with increase in detention time up to eight hours. This optimum detention time achieved treated effluent properties in harmony with waste water standards for agricultural irrigation.

Key words: Poultry slaughter houses, Detention time, Organic load, Biological treatment, Treatment efficiency.

[(1),(2)] Associate Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Technical Engineering, Aleppo University, Syria.

1- المقدمة:

مع من انتشار المذابح الفنية في محافظات القطر العربي السوري جميعها، إلاّ أنه لم تنفذ أي محطة معالجة لمياه الصرف الصحي لهذه المذابح حتى الآن، إذْ تتميز مياه صرف المذابح الفنية بشدة تلوثها من الناحية العضوية، ممّا يسبب ارتفاعاً في قيمة الأحمال العضوية الواردة إلى محطات معالجة مياه الصرف ممّا يؤدي إلى إنقاص مردود المعالجة فيها.

لذلك من الضروري جداً التفكير بطرائق معالجة فعّالة واقتصادية لمعالجة مياه صرف المذابح الفنية تعتمد على تخفيض تراكيز الأحمال إلى المستوى المناسب من الحمل العضوي ليتم الحفاظ على البيئة وإسهاماً لتأمين مياه صالحة لإعادة الاستخدام للري وغيره، وبحيث تقلل من التكلفة لأصحاب المنشآت الصناعية لإنجاز المعالجة بشكل لا يؤدي إلى ارتفاع التكاليف الاستثمارية.

2- أهمية البحث وأهدافه:

نظراً الى التلوث الذي تسببه مياه المذابح نتيجة المياه المصرفة الشديدة التلوث والقيم الكبيرة للمواد المنحلة والعالقة Total Dissolved Solids (TDS) والمحتوى (الطلب) الكيميائي للأكسجين Chemical Oxygen Demand (COD) والمحتوى (الطلب) البيوالكيميائي للأكسجين Biochemical Oxygen Demand (BOD)، فإن معالجة هذه المياه ضرورية جداً من أجل حماية البيئة من جهة ومن أجل توفير استهلاك الماء من جهة أخرى، وتأمين مياه صالحة لإعادة الاستخدام للري وغيره.

3- طريقة البحث:

درست بعض العوامل التشغيلية (زمن المكوث ودرجة الحرارة) المؤثرة في أداء المفاعل الهوائي إذ أجريت دراسة مخبرية لتأثير زمن المكوث في كفاءة المعالجة واختيار زمن المكوث الأمثل ودراسة مخبرية لتأثير الحمل البيولوجي في كفاءة المعالجة في السرير البيولوجي الممدد الهوائي.

3-1- مبدأ المعالجة البيولوجية الهوائية:

إن الغرض من أعمال المعالجة البيولوجية هو تحويل المواد العضوية الدقيقة العالقة والتي لم تترسب في أحواض الترسيب الابتدائية، وكذلك بعض المواد المنحلة إلى مواد ثابتة صعبة التحلل وذلك عن طريق تنشيط الجراثيم الهوائية وغيرها من الكائنات الدقيقة التي تعتمد على الأكسجين في حيويتها، ممّا يؤدي إلى تثبيت هذه المواد العضوية، ولذلك سميت هذه المعالجة بالمعالجة البيولوجية نظراً الى اعتمادها على نشاط كائنات حية للوصول إلى الهدف منها [1].

وقد أفاد علماء الأحياء من ميزات الأحياء الدقيقة، وقاموا بتحضير مزارع جرثومية مخصصة لتنقية أنواع محددة من ملوثات المياه مثل المياه الصناعية [2].

وقد وجد أنه من بين العناصر الكيميائية هناك عشرة عناصر رئيسية وضرورية لأشكال الحياة كلّها، وهي [3]:
1- الكربون، 2- الهيدروجين، 3- الآزوت، 4- الأكسجين، 5- الفوسفور، 6- الكالسيوم، 7- البوتاسيوم، 8- المغنيزيوم، 9- الكبريت، 10- الحديد.

فضلاً عن العناصر الرئيسة السابقة هناك كميات ضئيلة ضرورية من عناصر أخرى مثل:
المنغنيز، والنحاس، والموليبدن والتوتياء، واليود، والسيليسيوم [4].

3-1-1 العوامل المؤثرة فينمو الكائنات الدقيقة:

هناك عوامل كثيرة تؤثر في نمو الكائنات الدقيقة أهمها درجة الحرارة، ودرجة الحموضة pH وتوفر الغذاء والإمداد بالأكسجين ووجود سموم.

تقسم الجراثيم حسب درجة الحرارة المثالية لنموها إلى Pcychrophilic (محبات البرد) و Mesophilic

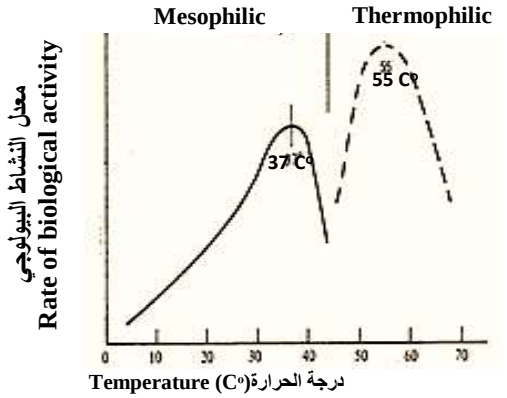
(محبات الدفء) و Thermophilic (محبات الحرارة العالية).

أما المحبة للبرد فأهميتها في مجال الهندسة البيئية ضعيفة وهي تنمو في درجة حرارة (4–10)°م.

وتنمو المحبة للحرارة بدرجة حرارة مثالية مقدارها (50–55)°م ولها أهمية في مجال حفظ الأغذية.

وتنمو الجراثيم المحبة للدفء في درجة حرارة (20–40)°م. وكذلك فإن أغلب محطات المعالجة البيولوجية تعمل في مجال درجات الحرارة الدافئة (20–40) °م، وتعمل أحواض التهوية والمرسبات النهائية بين درجتي (15–25) °م.

بشكل عام فإن العمليات الحيوية تتضاعف لكل ارتفاع (10–15)°م في الحرارة في مدى (5– 35)°م، وفوق درجة الحرارة (40)°م فإن الجراثيم المحبة للدفء تنقص بشكل حاد ويبدأ نشاط الجراثيم المحبة للحرارة حتى (55) °م [5]. ويبيّن الشكل (1) التأثير العام لدرجة الحرارة في الفعاليات البيولوجية [6].



الشكل (1) التأثير العام لدرجة الحرارة على الفعاليات البيولوجية [8].

أمّا بالنسبة إلى رقم pH للماء فأكثر الكائنات الحية تكون في أشد نشاطها في الوسط القلوي. وأكثر نشاط الحمأة المنشطة تكون في درجة لـ pH بين 6.5 وبين 8.5 ومن أجل pH=9 فما فوق فإن الفعالية البكتيرية تتناقص وتحت قيمة لـ pH مقدارها 6.5 تنشط الفطور أكثر من الجراثيم [9].

أمّا السموم فلها تأثير عكسي في منشآت المعالجة الحيوية وتنتج بعض الصناعات سموماً معدنية مثل النحاس والكروم والفينول، وغالباً ما يتم التخلص من هذه المواد مباشرة وفي مكان الصنع نفسه وذلك بواسطة المعالجة المبدئية قبل إلقاء المياه الملوثة المحملة بها مع مياه المجاري [3].

3-1-2- نوعية المياه المستخدمة في التجارب:

قمنا بمجموعة من سلاسل التجارب باستعمال المياه الآتية:

أ- مياه مصرفة من مذبح فني للدواجن في منطقة عسان في ريف حلب، إذْ أجريت أربع سلاسل من التجارب لدراسة عملية الإقلاع، ومن ثم دراسة تأثير زمن المكوث في هذه النوعية من المياه ذات المواصفات المبيّنة بالجدول (1) وذلك لتحديد زمن المكوث الأمثل.

الجدول (1) مواصفات المياه الخام المستخدمة في مرحلة إقلاع المفاعل وفي السلاسل الأولى من التجارب.

pH	TDS (ملغ/ل)	COD (ملغ/ل)	BOD (ملغ/ل)
7.2	2100	5000	1370

ب-مياه مصرفة من مذبح فني للدواجن، مواصفاتها مبيّنة بالجدول (2) إذْ أجريت أربع سلاسل من التجارب على هذه النوعية من المياه لدراسة تأثير زيادة الحمل العضوي في

كفاءة المعالجة مع الأخذ بالحسبان زمن المكوث الأمثل.

الجدول (2) مواصفات المياه الخام المستخدمة في السلاسل الثانية من التجارب.

pH	TDS (ملغ/ل)	COD (ملغ/ل)	BOD (ملغ/ل)
7.2	2420	8000	1800
7.1	2100	5000	1370
7	1200	4000	870
7.1	820	2000	430

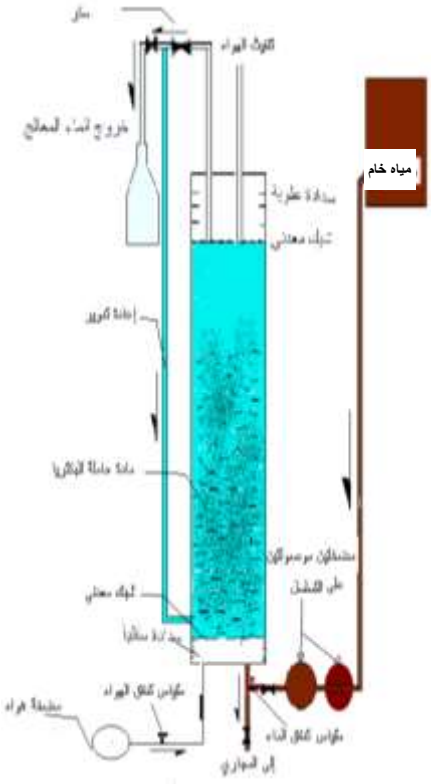
نلحظ بالجدول (2) انخفاض قيمة التلوث بالسطر الأخير، وذلك بسبب انخفاض عدد الدواجن المذبوحة عند أخذ العينة، علماً أن القيم المدرجة بالجدول هي عبارة عن قيم وسطية لثلاثة مكررات.

3-1-3 وصف جهاز التجربة (السرير الممدد الهوائي):

أجريت التجارب باستعمال عمود أسطواني الشكل مصنوع من البولي اميد ذي اللون الأبيض (مع بعض الشفافية) ارتفاعه (2 م)، وقطره (2.5 إنش)، مزود بغطاء علوي وغطاء سفلي يمكن فكهما وتركيبهما بسهولة بواسطة شرار، وزوّد هذا العمود من أسفله بمصفاة لتأمين توزيع جيد للمياه الخام.

كما ملىء العمود إلى ارتفاع معين منه بحبيبات بولي ايتلين ذات قطر (3مم)، وجهز العمود من أسفله أيضاً بأنبوب للإمداد بالماء الخام وسدادة للتفريغ وتبديل الحشوة عند اللزوم. وجُهز العمود من أعلاه بمصفاة لمنع خروج الحشوة مع تيار الماء الصاعد وبسدادة وأنبوب لتنفيث الهواء، وأنبوب لسحب الماء المعالج وإعادة تدويره عند اللزوم.

أعطي الماء إلى أسفل الاسطوانة بواسطة مضختين تعملان على التسلسل كل منهما ذات مواصفات (90 w و50 HZ) من نوع إيطالي وباستعمال مجموعة خراطيم شفافة قطرها الداخلي (8) ملم. كما استخدمت مجموعة من الصمامات واللوالب رُكبت على الخراطيم بواسطة تيفلون لمنع التسرب، والهدف من هذه الصمامات واللوالب هو معايرة التدفق والسرعة، وأخذ العينات لإجراء التجارب، كما تم تأمين الهواء عن طريق مضخة هواء بمقدار 7 لتر في الدقيقة. يبيّن الشكل (2) مخططاً لتفاصيل الجهاز المستخدم للمعالجة الهوائية (السرير الممدد الهوائي).



الشكل (2) مخطط لتفاصيل الجهاز المستخدم.

3-2-3 سلاسل التجارب المجراة على حشوة حبيبات بولي ايتيلين:

درست في سلاسل التجارب جميعها إقلاع المنشأة أو بالأحرى تنمية الغشاء البكتيري على سطوح حبيبات بولي ايتلين قطر 3 ملم. فضلاً عن دراسة كفاءة المعالجة البيولوجية في المنشأة بعد عملية الإقلاع. وفي كل من مرحلة الإقلاع ومرحلة المعالجة درس تطور قيم كل من

الـ COD والـ TDS، ومن هذه القيم المقيسة حسبت نسبة إزالة الـ COD، ونسبة إزالة الـ TDS.

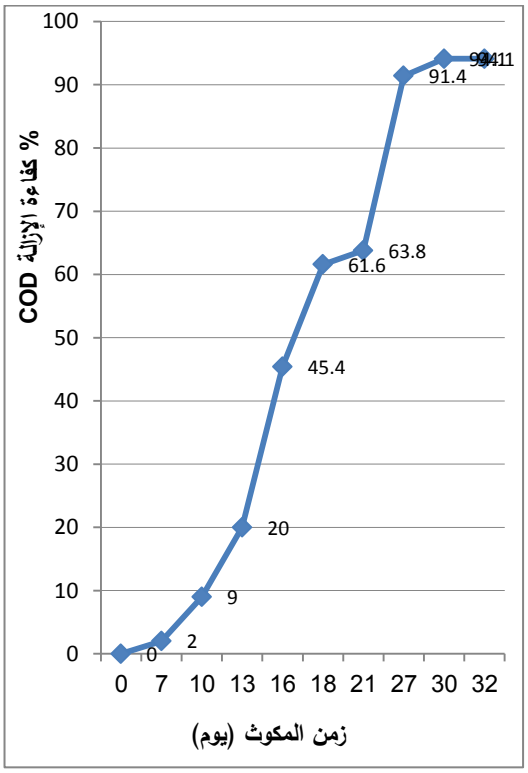
4-النتائج والمناقشة

يبيّن الجدول (3) قيم الـ COD والـ TDS للمياه المعالجة خلال مدة إقلاع المفاعل، وذلك من أجل ارتفاع لحشوة حبيبات بولي ايتلين قطر 3 ملم، أي ما يعادل تقريباً 30% من ارتفاع السرير ودرجة حرارة 30 درجة مئوية، وذلك باستخدام سخان شمسي، كما غلّف المفاعل بصوف حراري لمنع الضياعات في درجات الحرارة، حيث تمت عملية الإقلاع عن طريق تدوير المياه الخارجة من المفاعل مع مراقبة مؤشرات الـ COD والـ TDS حتى ثبات هذه المؤشرات تقريباً، وهذا يدلّ على نمو الغشاء البكتيري. وكما نلحظ من القيم بالجدول فإن عملية إقلاع المفاعل الهوائي تمت بعد مدة 30 يوماً من بداية العمل إذ انّ قيم كل من الـ COD والـ TDS بدأت تتناقص تدريجياً، ثم أصبحت ثابتة تقريباً بعد اليوم الثلاثين.

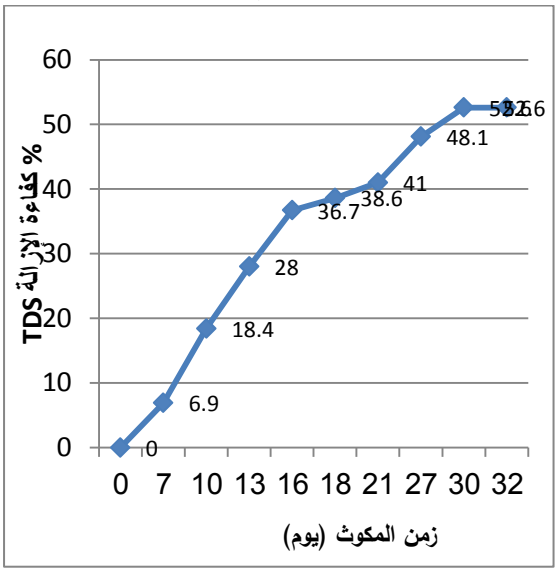
الجدول (3) مواصفات المياه المعالجة خلال مرحلة إقلاع المفاعل.

زمن المكوث بالأيام	COD(ملغ/ل)	TDS (ملغ/ل)
0	5000	2100
7	4898	1955
10	4550	1713
13	3998	1511
16	2728	1330
18	1922	1290
21	868	1240
27	430	1090
30	296	995
32	296	995

كما يبيّن الشكلان (3) و(4) كفاءة إزالة الـ COD والـ TDS على التوالي كنسبة مئوية في مرحلة إقلاع المفاعل التي استغرقت 30 يوماً من بداية العمل.



الشكل (3) كفاءة إزالة COD في أثناء عملية إقلاع المفاعل.



الشكل (4) كفاءة إزالة TDS في أثناء عملية إقلاع المفاعل.

يبيّن الجدول (4) مواصفات المياه المعالجة إذْ أجريت إجراء أربع سلاسل من التجارب بعد إقلاع المفاعل وبأزمنة مكوث مختلفة (4، 6، 8، 10)

ساعات، ولعينة الماء الخام نفسها ذات المواصفات المبينة بالجدول (1) لدراسة تأثير زمن المكوث في المياه الخام، إذْ تم الحفاظ على تدفق للمياه الخام يسمح بتمديد حبات بولي ايتلين ذات القطر 3 مم والكثافة $2.65kg/m^3$، ويحقق أزمنة المكوث المدروسة. وتم الحصول على أفضل كفاءة معالجة للمياه الخام بعد 8 ساعات، وهو يعدّ زمن المكوث الأمثل.

الجدول (4) مواصفات المياه المعالجة من أجل أزمنة مكوث متغيرة.

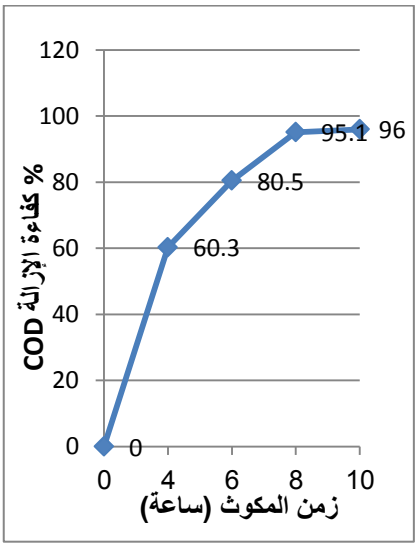
زمن المكوث بالساعات	COD(ملغ/ل)	TDS (ملغ/ل)
0	5000	2100
4	1985	1670
6	976	1410
8	245	1387
10	200	1369

يبيّن الجدول (5) مقارنة بين مواصفات المياه المعالجة بالطريقة البيولوجية الهوائية بالمعايير القياسية الخاصة بالمياه المعالجة المستخدمة لأغراض الري وفق المواصفة القياسية السورية 2008/2752 [9]، تبين أن كفاءة معالجة COD و TDS بهذه الطريقة محققة لمواصفات مياه الري.

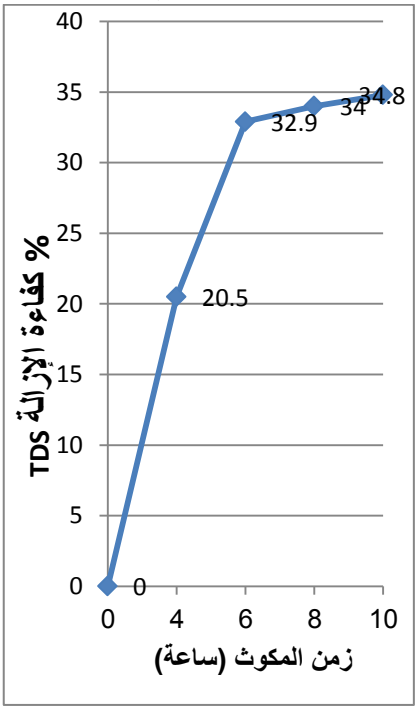
الجدول (5) مقارنة مواصفات المياه المعالجة مع المواصفات المسموحة لمياه الري بسورية

التركيز mg/l	COD	TDS
المياه المعالجة بيولوجيا بمفاعل السرير الممدد الهوائي بزمن مكوث 8 ساعات	245	1387
المواصفة القياسية لري الأراضي الزراعية (فئة ج)	300	2000

كما يبيّن الشكلان (5) و(6) كفاءات إزالة كل من COD و TDS على التوالي كنسبة مئوية، وذلك من أجل أزمنة مكوث متغيرة (4، 6، 8، 10) ساعة على التوالي، وتم الحصول على أفضل كفاءة معالجة للمياه الخام بعد 8 ساعات.



الشكل (5) تأثير زمن المكوث في كفاءة إزالة COD



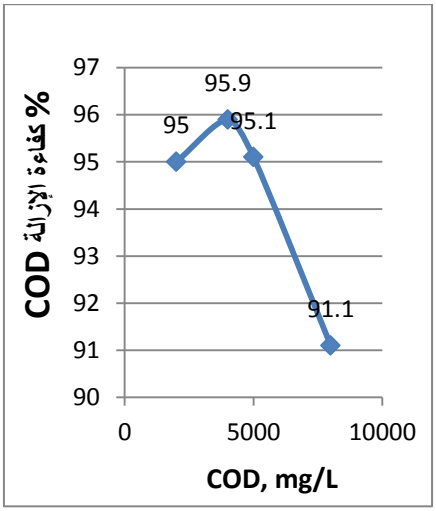
الشكل (6) تأثير زمن المكوث في كفاءة إزالة TDS

يبيّن الجدول (6) مواصفات المياه المعالجة إذ أجريت إجراء أربع سلاسل من التجارب من أجل عينات مياه خام ذات مواصفات مختلفة وبتراكيز مختلفة من الملوثات، وبزمن مكوث أمثل ثابت مقداره 8 ساعات الذي حصلنا عليه في المرحلة السابقة.

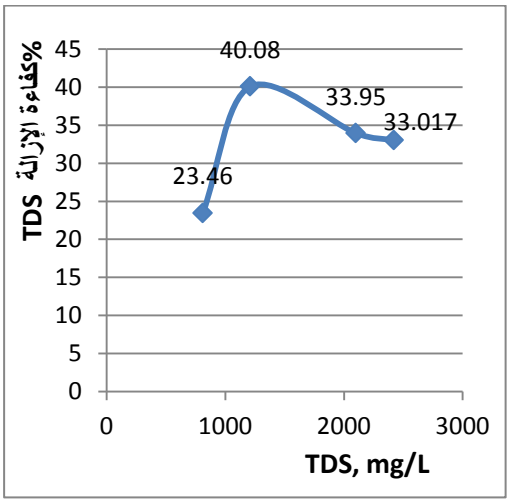
الجدول (6) مواصفات المياه المعالجة من أجل زمن المكوث الأمثل 8 ساعات ومياه خام ذات نوعية مختلفة.

رقم السلسلة	COD (ملغ/ل) قبل المعالجة	COD (ملغ/ل) بعد المعالجة	TDS (ملغ/ل) قبل المعالجة	TDS (ملغ/ل) بعد المعالجة
1	8000	712	2420	1621
2	5000	245	2100	1387
3	4000	164	1210	725
4	2000	100	810	620

كما يبيّن الشكلان (7) و(8) كفاءات إزالة TDS وCOD على التوالي كنسبة مئوية من أجل عينات مياه خام ذات مواصفات مختلفة وبتراكيز مختلفة من الملوثات وبزمن مكوث أمثل ثابت مقداره 8 ساعة. إذ تبيّن أن زيادة الحمل العضوي أدى إلى تخفيض كفاءة إزالة كل من الـ COD والـ TDS.



الشكل (7) تأثير تغير الحمل العضوي في كفاءة إزالة COD



الشكل (8) تأثير تغير الحمل العضوي في كفاءة إزالة TDS

يبيّن الجدول (7) مواصفات المياه المعالجة، إذ أجريت إجراء أربع سلاسل من التجارب بعد تحديد زمن المكوث الأمثل 8 ساعات من أجل دراسة تأثير درجة الحرارة في كفاءة المعالجة اذ تمت عملية المعالجة عند درجات حرارة مختلفة (20، 30، 40، 50) درجة مئوية ولعينة الماء الخام نفسها ذات المواصفات المبينة بالجدول (1)، إذْ تم الحفاظ على تدفق للمياه الخام يسمح بتمديد حبات بولي إيتلين ذات القطر 3 مم والكثافة $2.65kg/m^3$ وتحقيق زمن المكوث الأمثل 8 ساعة.

الجدول (7) مواصفات المياه المعالجة من أجل زمن المكوث الأمثل 8 ساعات ودرجات حرارة مختلفة.

درجة الحرارة	COD(ملغ/ل)	TDS (ملغ/ل)
20	920	1760
30	245	1378
40	90	700
50	180	1210

كما يبيّن الشكلان 9 و10 كفاءات إزالة TDS وCOD على التوالي كنسبة مئوية من أجل عينة المياه الخام نفسها، ومن أجل المعالجة بدرجات حرارة مختلفة، وبزمن مكوث أمثل ثابت مقداره 8 ساعات.

إذْ تبيّن أنّه مع زيادة درجة الحرارة كانت تتحسن كفاءة المعالجة حتى درجة الحرارة 40 درجة مئوية، ولكن عند زيادة درجة الحرارة إلى 50 ساءت عملية المعالجة وذلك بسبب النقص الحاد في الجراثيم المحبة للدفء، وبدء نشاط الجراثيم المحبة للحرارة.

5- الخاتمة

درس في هذا البحث عملية المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الناتجة عن المذابح الفنية للدواجن باستعمال السرير الممدد الهوائي، وتبيّن أن عملية إقلاع المفاعل الهوائي استغرقت 30 يوماً من بداية العمل، إذْ بدأت قيم كل من الـ COD والـ TDS تتناقص تدريجياً، ثم أصبحت ثابتة تقريباً بعد هذه المدة. كما حدّد زمن المكوث الأمثل للمعالجة عن طريق تغيير زمن مكوث المياه في المفاعل الهوائي، ولحظ أنّ هناك تحسناً مستمراً في كفاءات إزالة كل من COD و TDS مع زيادة زمن المكوث في المفاعل، اذ وصلنا من أجل زمن مكوث 8 ساعات إلى كفاءة إزالة COD (95.1%)، وكفاءة إزالة TDS (34%)، ومن ثم تحسنت كفاءة الإزالة بشكل بسيط عند زيادة زمن المكوث إلى 10 ساعات، وتم الحصول على كفاءة إزالة COD (96%) وكفاءة إزالة TDS (34.8%)، وقد اكتفينا بزمن مكوث 8 ساعات لأننا حصلنا على مياه معالجة ذات مواصفات مطابقة للمواصفة القياسية السورية لري الأراضي الزراعية. وتبيّن أن كفاءة المعالجة تناقصت مع ازدياد الحمل العضوي، كما ازدادت كفاءة المعالجة مع زيادة درجة الحرارة، وقد اختيرت درجة الحرارة 30 درجة مئوية. وبمقارنة القيم التي حصلنا عليها بالمعايير القياسية الخاصة بالمياه المعالجة المستخدمة لأغراض الري وفق المواصفة القياسية السورية 2008/2752 تبيّن أن كفاءة معالجة COD و TDS محققة لمواصفات مياه الري [9].

ننصح باستخدام المفاعل الهوائي لمعالجة مياه مذبح فني في معالجة مياه صرف المذابح الفنية للدواجن على الرغم من أن هذا النوع من المفاعلات يتطلب طاقة كهربائية، كما نوصي بمراقبة تراكيز الفوسفات ومركبات النتروجين للمياه المعالجة.

المراجع REFERENCES

[1] بدور الهام، فرهود ناهد 2017. معالجة مياه الصرف الصحي، مديرية الكتب والمطبوعات، جامعة حلب.

[2] حجار سلوى، فرهود ناهد 2012. معالجة المخلفات الخطرة، مديرية الكتب والمطبوعات، جامعة حلب.

[3] فرهود ناهد، شرحولي مفيد، 2012. المعالجة البيولوجية لمياه صرف مذبح فني للفروج باستعمال السرير الممدد اللاهوائي. مجلة بحوث جامعة حلب – سلسلة العلوم الهندسية العدد3.

[4] المواصفة القياسية السورية رقم 2008/2752 الخاصة بمياه الصرف الصحي المعالجة لأغراض الري، وزارة الصناعة، هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية.

[5]Mackenzie L. Davis (2010). Water and wastewater engineering Design principles and practice, Mc Graw Hill,.

[6]METCALF Eddy., 2003. Wastewater Engineering, Treatment, Disposal, Reuse". 4rd ed., P. P.629-635, P. P.1019-1024.

[7]R.R.Souza, I. T. L. Bresolin, et al, 2004. The Performance of a Three-Phase Fluidized Bed Reactor in Treatment of Wastewater with High Organic Load, Brazilian Journal of Chemical Engineering, vol21,No 02,pp219-227.

[8] Warren Viessman ,Jr marks J Hammer 1993 "water supply and pollution control " Fifth Edition Harper Collins collage publishers .

[9] Elham Munir Baddour1 Nahed Farhoud2, Mufeed Sharholy2 and Isam Mohammed Abdel-Magid3, 2016. Biological treatment of poultry slaughterhouses wastewater by using aerobic moving bed biofilm reactor, International Research Journal of Public and Environmental Health Vol.3 (5),pp..

Received	2017/08/29	إيداع البحث
Accepted for Publ.	2017/11/23	قبول البحث للنشر