تخفيض المواد العضوية لمياه صرف معمل الخميرة في شركة سكر حمص باستخدام سلالات بكتيرية

إعداد: المهندسة نظميه خولي
قسم الهندسة الكيميائية – كلية الهندسة الكيميائية والبترولية
دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير في قسم الهندسة الكيميائية
اختصاص :هندسة التلوث وحماية البيئة
اشراف الدكتور: ناصر النايف

الملخص

تناولت الدراسة معالجة مياه صرف معمل الخميرة في شركة سكر حمص من خلال المعالجة الهوائية باستخدام السلالات البكتيرية الموجودة في الحمأة المنشطة وفي مياه الصرف بعد إكثارها وذلك بواسطة المفاعل الهوائي الكلاسيكي الموجود في مخبر هندسة التلوث وحماية البيئة في كلية الهندسة الكيميائية والبترولية في جامعة البعث.

-خلصت النتائج إلى تخفيض في قيم COD على الشكل التالي:

خفضت السلالات البكتيرية الموجودة في الحمأة المنشطة قيمة متطلب الأوكسجين الكيميائي نسبة 67% في حين تم الحصول باستخدام السلالات البكتيرية في الحمأة ومياه المنصرفات معاً على نسبة إزالة مقدارها 77% عند العمل بالشروط (درجة الحرارة 30 و S=150 rpm وتركيز كتلة حيوية 10^4 cfu\ml).

خفضت السلالات البكتيرية في الحمأة ومياه المنصرفات معاً قيمة متطلب الأوكسجين الكيميائي بنسبة 83% خلال يومين عند العمل بالشروط (درجة الحرارة 30 و S=150 rpm وتركيز كتلة حيوية

.(10^8 cfu\ml)

خفضت السلالات البكتيرية في الحمأة ومياه المنصرفات معاً قيمة متطلب الأوكسجين الكيميائي بنسبة 90.3% خلال يومين عند العمل بالشروط (درجة الحرارة □ 35 و S=150 rpm وتركيز كتلة حيوية

.(10^8 cfu\ml)

كان لدرجة الحرارة أثر في زيادة نمو وتكاثر السلالات البكتيرية بشكل أكبر، وبالتالي الزيادة في استهلاك المواد العضوية وانخفاض في قيمة مؤشر الCOD مع الزمن.

كما أن سرعة المزج ساهمت في تأمين الحركة ضمن وسط التفاعل وتجعل البكتيريا على تماس أكبر مع المياه المراد معالجتها مايزيد من معدل نمو السلالات البكتيرية وبالتالي قدرة هذه الأحياء على تحطيم المواد العضوية المتواجدة في منصرفات معمل الخميرة.

الكلمات المفتاحية: خميرة ، معالجة هوائية ، صرف صناعي ، سلالات بكتيرية ، حمأة منشطة ، متطلب الأوكسجين الكيميائي ، مواد عضوية، شركة سكر حمص.

Abstract

The study dealt with the treatment of wastewater from the yeast factory in Homs Sugar Company through aerobic treatment using bacterial strains present in the activated sludge and in the waste water after multiplication by using the classic aerobic reactor located in the Pollution and Environmental Protection Engineering Laboratory at the Faculty of Chemical and Petroleum Engineering at Al-Baath University.

-The results concluded a reduction in COD values as follows:

The bacterial strains present in the activated sludge reduced the chemical oxygen requirement value by 67%, while using the bacterial strains in the sludge and wastewater together, a removal rate of 77% was obtained when working under the conditions (temperature 30 ℃, S=150 rpm and biomass concentration 10^4 cfu/ml. Bacterial strains in sludge and wastewater together reduced the chemical oxygen requirement by 83% within two days under the conditions (temperature 30 ℃, S=150 rpm and biomass concentration 10^8 cfu\ml).

Bacterial strains in sludge and wastewater together reduced the chemical oxygen requirement by 90.3% within two days under the conditions (temperature 35 ℃, S=150 rpm and biomass concentration10^8 cfu\ml).

The temperature had an effect in increasing the growth and reproduction of bacterial strains more, and consequently the increase in the consumption of organic matter and a decrease in the value of the COD index with time.

The mixing speed also contributed to securing the movement within the reaction medium and making the bacteria more contact with the water to be treated, which increases the growth rate of bacterial strains and thus the ability of these organisms to destroy the organic matter present in the yeast laboratory waste.

Keywords: Yeast , Aerobic treatment, Industrial Wastewaters, Bacterial strains, Activated sludge, COD, Organic materials, Homs Sugar Company.

مقدمة:

تعتبر مياه الصرف الصناعي لمعمل الخميرة شديدة التلوث لارتفاع قيم المؤشرات فيها حيث بلغت قيمة COD لإحدى العينات 28000 mg/l. [1,2]

إن قيمة الـ COD لمياه معمل الخميرة بحسب واقع معمل الخميرة وطريقة التصنيع والخبرة العملية تتراوح بين (10000–18000) mg/l وبشكل وسطي تبلغ حوالي 15000 mg/l وهذه القيمة تعتبر مرتفعة جداً إذ أن COD مياه الصرف المنزلي تبلغ حوالي 650 mg/l وبالتالي قيمة الـ COD لمياه معمل الخميرة أكبر بـ21مرة من قيمتها لمياه الصرف المنزلي مما يسبب زيادة الأحمال العضوية على محطة معالجة مياه صرف مدينة حمص.

قيمة pH لمياه الصرف الصناعي لمعمل الخميرة لأغلب العينات هي أصغر من القيمة 6 (مياه حامضية) في بعض مراحل التصنيع مما يسبب خطراً كبيراً على شبكة المجاري العامة لأن المياه الحامضية تسبب تآكلاً في شبكة المجاري العامة.

تحوي مياه صرف معمل الخميرة على تراكيز عالية من شاردة الكبريتات SO_4^{2-} مما يسبب إطلاق غاز H_2S والذي يعتبر غازاً خطراً على حياة العمال الذين يعملون في صيانة شبكات الصرف الصحي بالإضافة إلى أنه يسبب تآكلاً لشبكات المجاري العامة.

تحوي مياه صرف معمل الخميرة على تراكيز عالية من المواد المعلقة TSS والمواد الصلبة المنحلة TDS والمواد الصلبة الكلية مما يزيد كمية الحمأة المتشكلة في محطة المعالجة الرئيسية ويرفع من قيمة الأحمال العضوية.[2]

-هدف البحث :

للبحث هدف أساسي :بيئي.

يتمثل الهدف البيئي بدراسة معالجة منصرفات معمل الخميرة بطريقة بيولوجية ، بهدف تخليص تيار الصرف من الحمولة العضوية المرتفعة جداً مقارنة بباقي الصناعات والتي تحوي طيفاً واسعاً من المواد منها مايكون سهل التحلل ومنها مايكون صعب التحلل كالبروتين والدسم.

إن أي طريقة معالجة بيولوجية هوائية كلاسيكية تتضمن عدة متغيرات من كتلة حيوية و pH ودرجة الحرارة وزمن التهوية وسرعة التحريك (الخلط) فكانت الدراسة ترتكز على تغيير في تركيز الكتلة الحيوية المدروسة واستخدامها وتحسينها للأفضل.

مواد وطرائق البحث:

1-طريقة البحث:

التجارب المطبقة في عملية المعالجة الحيوية

1-تجارب لبكتيريا الحمأة المنشطة عند □30 =T

استخدمت السلالات البكتيرية الموجودة في الحمأة المنشطة بعد إكثارها عند درجة الحرارة □30 وقيمة pH=5.5 للوسط وتركيز $C=10^4$ cfu/ml، كما استخدمت مضخة هواء لتأمين التجانس والمزج المستمر ،واستمرت فترة المعالجة 4 أيام تم خلالها متابعة قيم الCOD لمنصرفات معمل الخميرة،وسجلت خلالها قيم ال CODو pH و Do طيلة فترة المعالجة .

2-تجارب لبكتيريا الحمأة المنشطة وبكتيريا الخميرة عند T= 30

استخدمت السلالات البكتيرية الموجودة في الحمأة المنشطة والسلالات البكتيرية الموجودة في مياه المنصرفات (بعد إكثارها) عند درجة الحرارة 30 وقيمة pH=5.5 للوسط وتركيز $C=10^4$ cfu/ml،واستمرت فترة المعالجة 4 أيام تم خلالها متابعة قيم الCOD لمنصرفات معمل الخميرة، وسجلت خلالها قيم ال CODوpH و Do طيلة فترة المعالجة .

3-تجارب لبكتيريا الحمأة المنشطة وبكتيريا الخميرة عند T= 35

درست كل من السلالات السابقة عند درجة الحرارة 35(درجة الحرارة التي تم عندها إكثار هذه السلالات) في الوحدة المخبرية ومتابعة تخفيضها لمؤشر الCOD بغية تحديد دور هذه السلالات في تخفيض المحتوى العضوي لمنصرفات معمل الخميرة.

مجال قيم سرع المزج المدروسة rpm (200-150-100).

2-المواد المستخدمة في البحث:

الجدول(1):المواد المستخدمة في البحث

الآغار المغذيNUTRIENT AGAR
البيبتون
مستخلص اللحم البقري
كلوريد الصوديوم
آغار

كربونات الصوديوم
الجنسيان البنفسجي (الكريستال البنفسجي) CRYSTAL VIOLET
محلول لوغول (اليود اليودي) IODINE SOLUTION
محلول تسيل (الفوكسين الكربولي)ZIEHL SOLUTION
محلول نيكول NICHOL –SOLUTION
كواشف ال (15000mg/l)COD

2-الأدوات المستخدمة في البحث :

الجدول (2): الأدوات المستخدمة في البحث

ماصة 3 ml
أطباق بتري معقمة
ورق ترشيح
حوجلات ذات غطاء قطني
الإبرة اللاقحة
المصباح الكحولي
شريحة زجاجية

3-الأجهزة المستخدمة في البحث:

الجدول(3):الأجهزة المستخدمة في البحث

حاضنة الأطباق من نوع Heraeus
الأوتوغلاف
المجهر الضوئي
جهاز قياس الpH-meter
قياس مؤشر ال COD بواسطة جهاز السبيكتروفومتر من النوع HACH
حاضنة
مفاعل زجاجي سعة 300 ml له قميص
حمام مائي لضبط درجة الحرارة (20-100)
خلاط مغناطيسي للتحكم بسرعة الدوران rpm (10-1000)
مضخة هواء(0.04 Mpa، $8\frac{L}{min}$)

أخذت العينات من المنصرفات السائلة في معمل الخميرة، وتم سحب 15 عينة بأوقات مختلفة وتم مزجها مع بعضها البعض بشكل جيد وتم الحصول على مواصفات المنصرفات.

الجدول (4): مواصفات منصرفات معمل الخميرة.

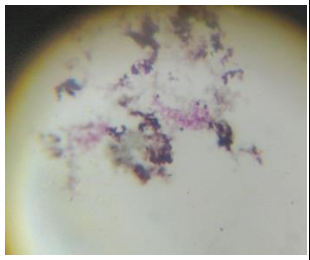
الفرزة الأولى				الفرزة الثانية				الفرزة الثالثة			
COD mg/l	T □	pH	DO mg/l	COD mg/l	T □	pH	DO mg/l	COD mg/l	T □	pH	DO mg/l
15950	28.1	6.40	2.09	17100	28.9	6.18	2.10	16600	28.1	6.40	1.43
225	29.	4.5	1.8	213	29.	5.1	1.8	238	30.	4.9	1.6

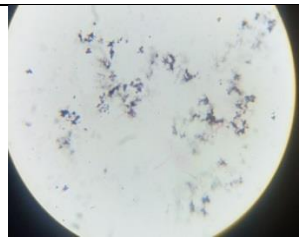
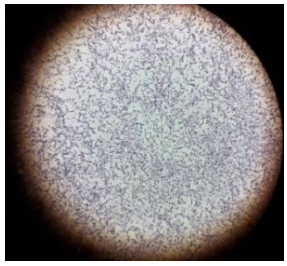
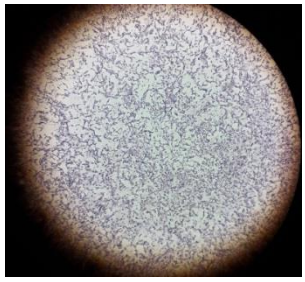
5	5	4	00	8	3	2	00	7	9	1	00

-تم إجراء صبغة غرام من أجل التلوين المتمايز أو المركب:[4]

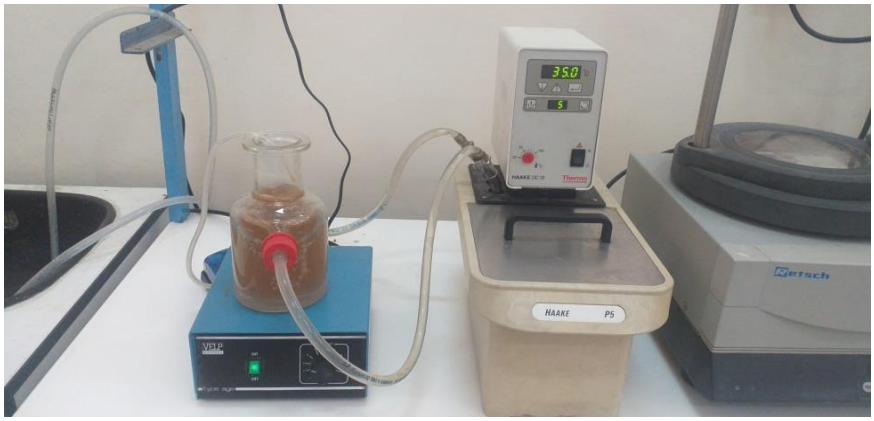
تستخدم هذه الطريقة للتفريق بين الأنواع أو المجموعات المختلفة من الأحياء الدقيقة استنادا الى خواصها بالنسبة للملونات.

-تسجل النتائج على الشكل التالي:

نوع الميكروب	اللون	تفاعل غرام+-	رسم مبسط
بكتيريا حمأة منشطة	عديمة اللون	سالب	

بكتيريا حمأة منشطة	بنفسجي	موجب	
بكتيريا خميره	بنفسجي	موجب	
بكتيريا خميره	عديمة اللون	سالب	

-توضع العينة المراد معالجتها في المفاعل ضمن الوحدة المخبرية تكون سعة المفاعل الحيوي 300 ml له قميص لضبط درجة الحرارة عن طريق الحمام المائي وأنبوب لتشتيت الهواء القادم من مضخة الهواء تعمل لتأمين الظروف الهوائية ويتم التحكم بسرعة الخلاط الدوراني كهربائيا.



الشكل(1) :المفاعل الهوائي الكلاسيكي

يتناقص تركيز المواد العضوية في المفاعل الحيوي نتيجة تحطمها بفعل نشاط الكتلة البكتيرية التي تنمو مع الزمن.

قيس تغير تركيز المواد العضوية في وسط التفاعل من خلال قياس متطلب الأكسجين الكيميائي COD بواسطة الجهاز HI83099 صنع شركة HANA instrument الموجود في محطة معالجة المياه (محطة الدوير) في حمص.

الشكل(2): جهاز قياس متطلب الأكسجين الكيميائي

تحضن الأنبولات في حاضنة لمدة ساعتين ونلاحظ تفاوت في ألوان الأنبولات بسبب اختلاف تراكيز ال COD .[5]

تعد قيمة pH لها أهمية وتأثير في المعالجة البيولوجية وتمت عن طريق جهاز(Mi10) MILWAUKEE

بالقطب الخاص به وقيمة الDo أيضا .[5]

الشكل (3): جهاز قياس pH

النتائج والمناقشة

4- 1- فعالية بكتيريا حمأة منشطة

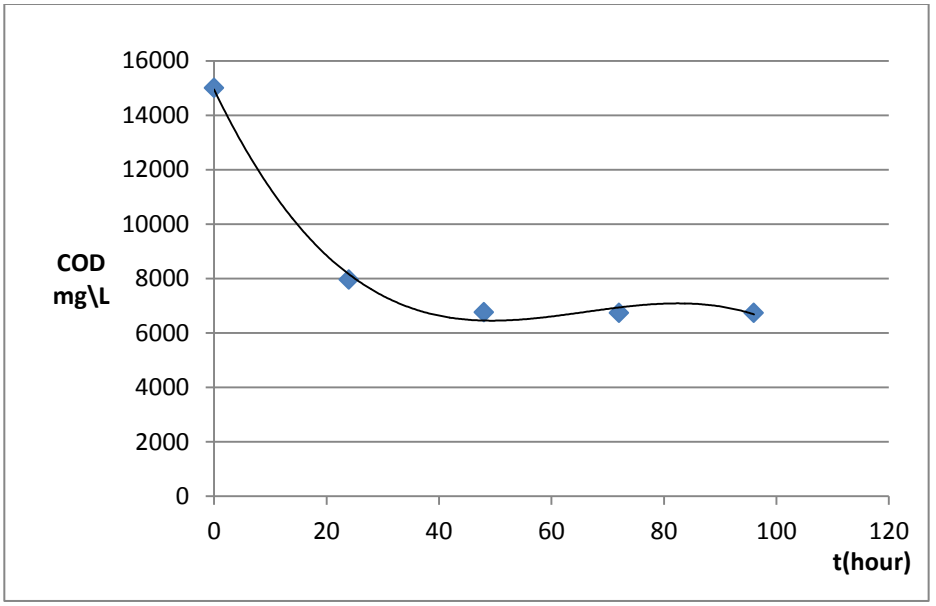
4-1-1 -فعالية بكتيريا الحمأة المنشطة عند T=30

الجدول(5):القيم المقاسة للمتغيرات خلال زمن المعالجة عند استخدام بكتيريا الحمأة المنشطة

(s=100rpm، 10^4 cfu/ml)

pH	COD	t(day)
5.95	7958	1
6.23	6754	2
6.45	6740	3
6.76	6733	4

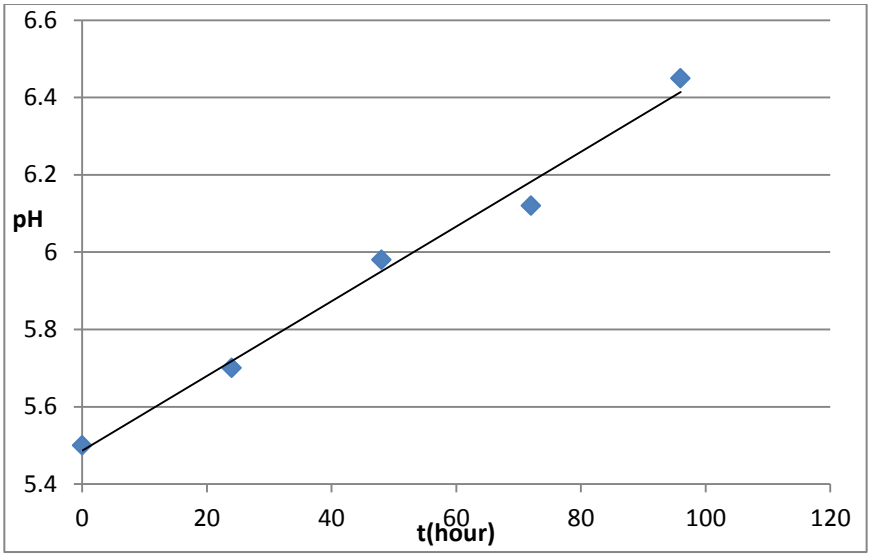
نلاحظ انخفاض في نسبة COD علماً أن القيمة الابتدائية 15000 mg/l في حين أنها وصلت إلى 6740 mg/l بعد ثلاثة أيام من المعالجة ولم نلحظ إلا تغير خفيف بهذه القيمة بعد اليوم الرابع.



الشكل (4):انخفاض قيمة COD مع الزمن

يلاحظ بأن تركيز متطلب الأكسجين الكيميائي في وسط التفاعل يتناقص بشكل حاد خلال اليومين الأوليين في بداية التجربة حيث تمر بطور النمو والتكاثر الذي تحتاجه الأحياء الدقيقة المستخدمة، والانخفاض في قيمة الـ COD يمكن تفسيره باستهلاك البكتيريا للمواد العضوية الموجودة في الوسط لتأمين الطاقة الازمة للتكاثر والنمو[23].

بعد طور النمو والتكاثر يزداد معدل نمو البكتيريا وبالتالي قدرة هذه الأحياء على تحطيم المواد العضوية المتواجدة في منصرفات معمل الخميرة.



الشكل (5):ارتفاع قيمة pH مع الزمن

نلاحظ بأن درجة الحموضة في الوسط تميل إلى الارتفاع المتدرج من 5.5 إلى 6.45 بسبب قيام البكتيريا بتفكيك المركبات العضوية الملوثة أثناء المعالجة، كما يمكن تبرير الزيادة في قيمة الأس الهيدروجيني لسببين:

الأول: تحلل الحموض الدهنية والحموض العضوية التي تحتوي على زمر ال COO^- و OH^- والثاني بسبب النشاط الميكروبي الذي يشمل تحلل البروتين وإطلاق NH_4^+ إلى الوسط[24].

4-1-2 -فعالية بكتيريا الحمأة المنشطة عند T=30 عند سرع مزج مختلفة:

تم مراقبة تغير مؤشر الـ COD عند سرع مزج مختلفة وتركيز كتلة حيوية cfu/ml 10^4 وتدفق ثابت للهواء ضمن المفاعل لتأمين التجانس.

الجدول(6):القيم المقاسة للمتغيرات خلال زمن المعالجة عند استخدام بكتيريا الحمأة المنشطة

(s=150rpm،10^4 cfu/ml)

t(day)	COD	pH
1	7973	5.7
2	5012	5.98
3	4938	6.12
4	4921	6.45

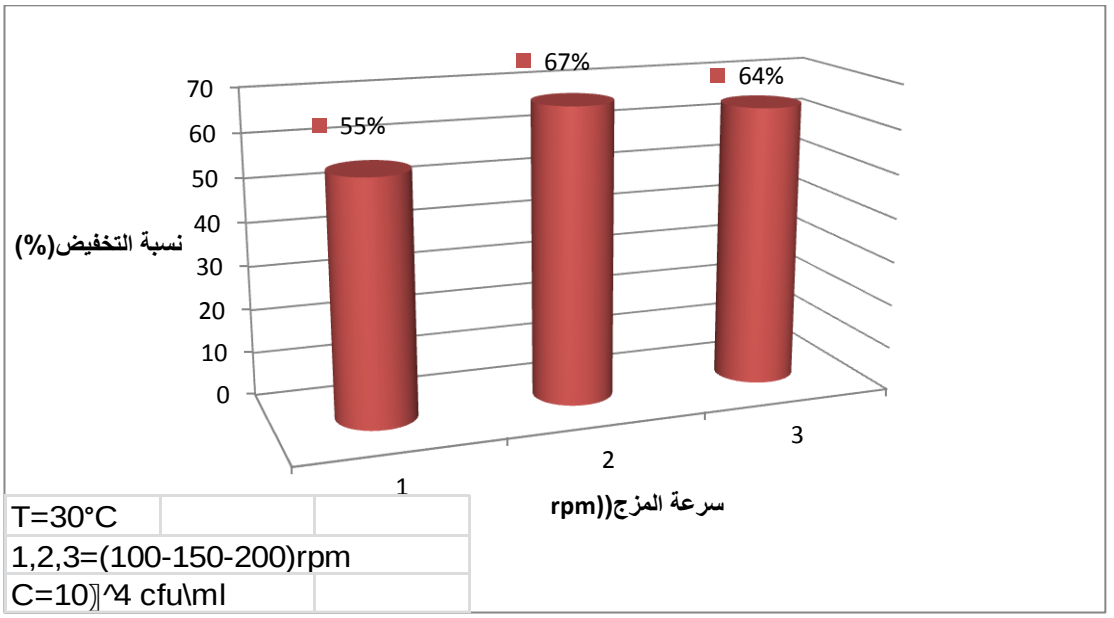
الجدول(7):القيم المقاسة للمتغيرات خلال زمن المعالجة عند استخدام بكتيريا الحمأة المنشطة

(s=200rpm،10^4 cfu/ml)

t(day)	COD	pH
1	7589	5.95
2	5876	6.14
3	5400	6.45

6.68	5412	4

-نلاحظ أنه عند سرعة مزج عند T=30□ و100rpm بلغت نسبة التخفيض في الـ COD إلى 55% في حين بلغت نسبة التخفيض عند سرعة المزج 150 rpm إلى 67% وعند سرعة المزج 200 rpm بلغت نسبة التخفيض إلى 64% عند (T=30□) وذلك لأن فقاعات الهواء الداخلة إلى المفاعل عن طريق المضخة تؤمن الحركة ضمن الوسط وتجعل البكتيريا على تماس أكبر مع المياه المراد معالجتها مايزيد من معدل نمو السلالات البكتيرية وبالتالي قدرة هذه الأحياء على تحطيم المواد العضوية المتواجدة في منصرفات معمل الخميرة لذلك تم العمل بعد ذلك على سرعة مزج ثابتة خلال التجارب150 rpm.



الشكل (6) :النسبة المئوية لتخفيض مؤشر الـ COD عند سرع مزج مختلفة.

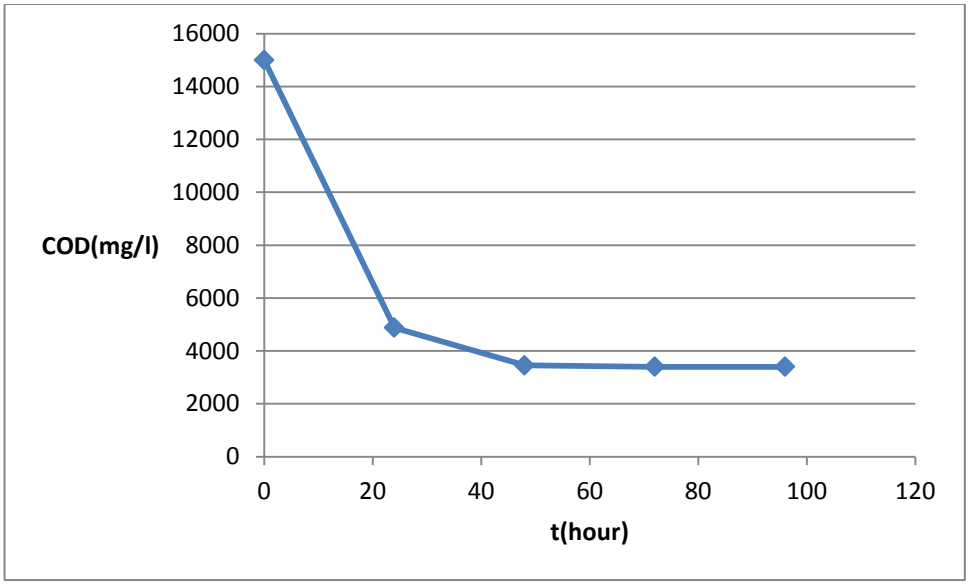
2-فعالية بكتيريا الحمأة المنشطة وبكتيريا الخميرة

4-2-1-فعالية بكتيريا الحمأة المنشطة وبكتيريا الخميرة عند T=30 وتركيز كتلة حيوية 10^4 cfu/ml، وسرعة مزج s=150rpm)

الجدول(8):القيم المقاسة للمتغيرات خلال زمن المعالجة عند استخدام بكتيريا الحمأة المنشطة وبكتيريا الخميرة(10^4 cfu/ml، T=30, s=150rpm).

t(day)	COD	pH
1	4962	5.74
2	4674	5.98
3	4620	6.34
4	4678	6.76

نلاحظ انخفاض في نسبة COD علماً أن القيمة الابتدائية 15000 mg/l في حين أنها وصلت إلى 3450 mg/l بعد يومين من المعالجة ولم نلحظ أي تغير بهذه القيمة بعد اليوم الثالث.



الشكل (7): انخفاض قيمة COD مع الزمن

2-2-فعالية بكتيريا الحمأة المنشطة وبكتيريا الخميرة عند T=30□ عند تراكيز مختلفة للكتلة الحيوية:

تم مراقبة تغير مؤشر الـ COD عند تراكيز مختلفة من الكتلة حيوية 10^6 cfu/ml و10^8 وتدفق ثابت للهواء ضمن المفاعل لتأمين التجانس .

الجدول(9):القيم المقاسة للمتغيرات خلال زمن المعالجة عند استخدام بكتيريا الحمأة المنشطة وبكتيريا خميرة (10^6 cfu/ml، T=30□, s=150rpm).

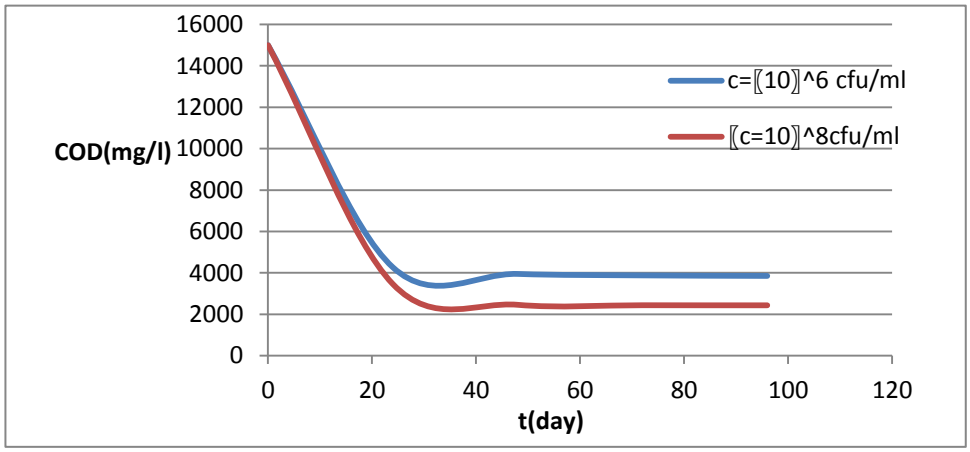
t(day)	COD	pH

1	4267	5.81
2	3946	5.89
3	3876	5.98
4	3876	6.10

الجدول(10):القيم المقاسة للمتغيرات خلال زمن المعالجة عند استخدام بكتيريا الحمأة المنشطة وبكتيريا خميرة (10^8 cfu/ml، T=30، s=150rpm).

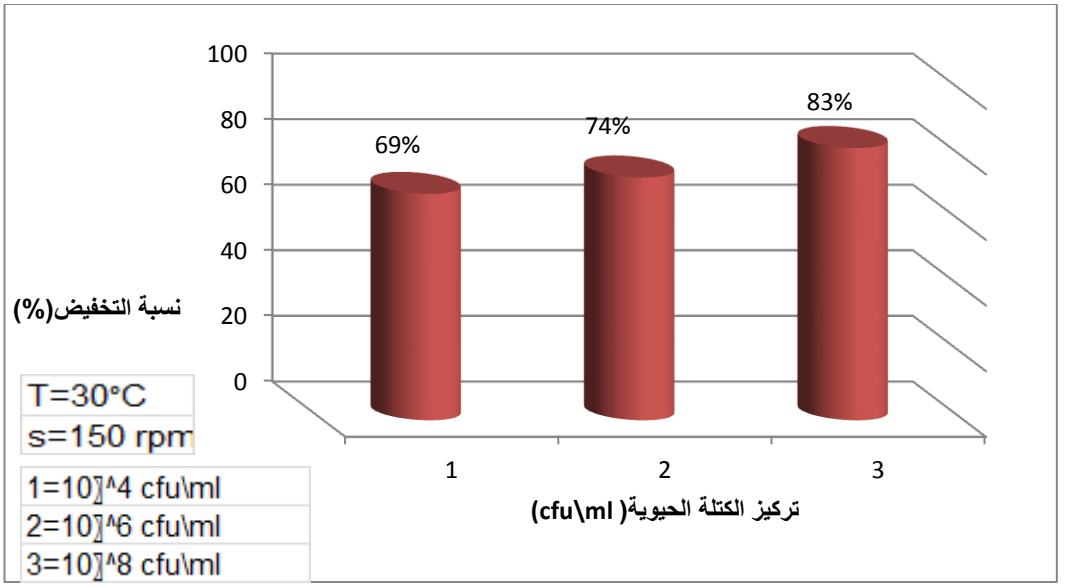
t(day)	COD	pH
1	3458	5.78
2	2455	5.98
3	2434	6.54
4	2430	6.54

-تم الوصول إلى نسبة إزالة 77% خلال مرور يومين من المعالجة عند درجة الحرارة 30 وهي أعلى من نسبة الإزالة عند استخدام بكتيريا الحمأة المنشطة بمفردها حيث بلغت هذه النسبة إلى 67% عند نفس الزمن.



الشكل (8):انخفاض قيمة COD مع الزمن

-إن الانخفاض الملحوظ في قيمة ال COD كان بمرور اليومين الأولين من المعالجة ،فتنخفض قيمته لأقل من 2500 mg/l عند تراكيز للكتلة الحيوية 10^8 cfu/ml ،بينما في التراكيز الأقل وصلت أقصى قيمة لانخفاض ال COD بحدود 4000 mg/l.



الشكل (9): النسبة المئوية لتخفيض مؤشر الـ COD عند تراكيز مختلفة من الكتلة الحيوية .

4-3-فعالية بكتيريا الحمأة المنشطة وبكتيريا الخميرة عند T=35 وتركيز كتلة حيوية 10^8 cfu/ml، وسرعة مزج s=150rpm)

الجدول(11):القيم المقاسة للمتغيرات خلال زمن المعالجة عند استخدام بكتيريا الحمأة المنشطة وبكتيريا خميرة (10^8 cfu/ml، T=35 ,s=150rpm).

t(day)	COD	pH
1	1987	5.89
2	1453	6.15
3	1447	6.54
4	1445	6.65

-تم الوصول إلى نسبة إزالة 90.3% خلال مرور يومين من المعالجة عند درجة الحرارة 35 وهي أعلى من نسبة الإزالة عند استخدام بكتيريا الحمأة المنشطة وبكتيريا الخميرة عند درجة الحرارة 30 بمفردها حيث بلغت هذه النسبة إلى 83% عند نفس الزمن، ولهذا يمكننا أن نقول أن لدرجة الحرارة تأثيراً بالغ الأهمية في المعالجة البيولوجية حيث يعتبر العمل عند درجة الحرارة 35 أفضل وأكثر فعالية من العمل عند الدرجة 30.

الاستنتاجات:

إن العمل عند درجة الحرارة أكثر من 35 لايعطي كفاءة بالمعالجة بسبب وجود الميلانويدات في مياه المنصرفات حيث أن درجة الحرارة المرتفعة تؤدي لحدوث عملية البلمرة وقتل البكتيريا وذلك حسب خصائص هذه المواد المضادة للأكسدة.

خفضت نتيجة التجارب السلالات البكتيرية الموجودة في الحمأة المنشطة قيمة متطلب الأوكسجين الكيميائي نسبة 67% في حين تم الحصول باستخدام السلالات البكتيرية في الحمأة ومياه المنصرفات معاً على نسبة إزالة مقدارها 77% عند العمل بالشروط (درجة الحرارة 30 و S=150 rpm وتركيز كتلة حيوية 10^4 cfu\ml).

-خفضت السلالات البكتيرية في الحمأة ومياه المنصرفات معاً الـ COD بمقدار 83% خلال يومين من المعالجة عند تركيز 10^8 cfu\ml (درجة الحرارة 30 و S=150 rpm).

أدت زيادة درجة الحرارة إلى زيادة في نمو وتكاثر السلالات البكتيرية بشكل أكبر، وبالتالي الزيادة في استهلاك المواد العضوية وانخفاض في قيمة مؤشر الCOD مع الزمن فكانت نسبة التخفيض حوالي 93% عند درجة الحرارة 30 حيث ارتفعت نسبة تخفيض الCOD في التجارب المجراة للسلالات البكتيرية بشكل واضح من 83% إلى

90.3% عند العمل بدرجة حرارة 35 خلال يومين من المعالجة وهي أعلى من نسب التخفيض عند درجة الحرارة 30 عند 10^8 cfu\ml و S=150 rpm.

التوصيات:

- المساهمة في الحد من التلوث البيئي من خلال معالجة هذه المنصرفات والتقليل من الحمولة العضوية لها، قبل رميها إلى شبكة الصرف الصحي لأنها تسبب زيادة في التلوث في تلك المياه وهذا يسبب مشاكل وصعوبات إضافية عند معالجة هذه المياه في محطة الدوير.

- يقترح ربط مجموعة مفاعلات مزجية على التسلسل للوصول إلى المواصفة المحددة لرمي هذا النوع من المنصرفات إلى شبكة الصرف الصحي ، وهي سبيل في تحقيق الأغراض المطلوبة سواء كانت بيئية أو اقتصادية.

- تطبيق الشروط المثلى عند استخدام أي من السلالات المدروسة.

المراجع:

1-قطريب،كاتيا.(2015)،" تخفيض مؤشر الـ COD في مياه صرف معمل الخميرة في شركة سكر حمص".رسالة ماجستير،كلية الهندسة الكيميائية والبترولية-جامعة البعث.

2-م.نعسان،أليفة(2015). "دراسة ملوثات مياه مصاب الصرف الصناعي في مدينة حلب ".رسالة ماجستير،كلية الهندسة المدنية،جامعة حلب.

3-د.صادق،شريف.(2005).الأحياء الدقيقة الصناعية،منشورات جامعة البعث-كليةالهندسة الكيميائية والبترولية-قسم الهندسة الغذائية،سوريا.

4-APHA (2005) Standard methods for the examination of water and wastewater in 21st edn. American Public Health Association (APHA), Washington

Response." Journal of Bacteriology.2002 January; 184(2):459-467.

5-Jiranuntipona S, Deliab M, Albasib C, Damronglerdc S, Chareonpornwattanad S (2009), Decolourization of molasses

based distillery wastewater using a bacterial consortium. Science Asia 35:332-339

6-Bhumibhamon O, Koprasertsak A, Funthong S (2002) Biotreatment of high fat and oil wastewater by lipase producing microorganisms. Kasetsart J Nat Sci 36:261-267.

7-Chigusa S, Hasegawa T, Yamamoto N, Watanabe Y (1996) Treatment of waste-Chappe water from oil manufacturing plant by yeasts. Wat Sci Tech 34(11):51-58.

8-El Bestawy, et al (2014) Decontamination of Domestic Wastewater Using Suspended Individual and Mixed Bacteria in Batch System. Journal of Bior emediation & Biodegradation. 5:5

9-Gökhan BalcıoğluZ. BerilGönder ,2014. Recovery of baker's yeast wastewater with membrane processes for agricultural irrigation purpose: Fouling characterization, Chemical Engineering Journal, Vol 255. 630-640.

10-T.Ciftcis ; I.Ozturk ,1993. Anaerobic treatment of the high strength wastes from the yeast industry, Water Science Technology ,Issue 2.vol 28;199-209.

11-Ding J., Jiang J. Y., Liu X. S.(2016). Pre-treatment of Yeast Production Wastewater and Hydrogen Production Based on MF-

CSTR Process. International Journal of Environmental Monitoring and Analysis. 4(5): 131-139.

12-Didem Ildırar, S. Fındık 2016, Effect of operational parameters on ultrasonic treatment of baker's yeast effluent. SAÜ Fen Bil Der 20. Cilt, 2. Sayı, s. 185-191.

13-Al-Shannag,Mohammad & others.(2014). COD reduction of baker's yeast wastewater using batch electrocoagulation.. Environmental Engineering and Management Journal. Vol.13, No. 12, 3153-3160.