

## تأثير تغيير pH المياه الناتجة عن معاصر الزيتون في المعالجة الأنودية لهذه المياه

الدكتور فؤاد صالح\*

الدكتور محمد الشحنة\*\*

مصعب بركات خليل\*\*\*

(تاريخ الإيداع 12 / 8 / 2007. قُبِلَ للنشر في 18/11/2007)

### □ الملخص □

تم في هذه الدراسة استخدام ثنائي كرومات البوتاسيوم بهدف أكسدة المادة العضوية الموجودة في مياه الجفت كمؤشر لتحديد ازدياد الدليل COD لهذه المياه. وصلت قيمة الدليل COD لهذه المياه إلى حوالي 200000 mg/l وهذا مؤشر على ارتفاع مستوى المواد العضوية في هذه المياه. تم استخدام المعالجة الالكتروكيمياوية لأكسدة العديد من الملوثات العضوية الموجودة في مياه معاصر الزيتون و تحديد أثر الأكسدة الأنودية لخفض الدليل COD لكل من الحالات المدروسة. لم نلاحظ انخفاضا ملحوظا للدليل COD في الأوساط الحمضية ( الحالة الطبيعية لهذه المياه) عند امرار كميات كهربية منخفضة ، علما أن هذه المياه تمتلك ناقلية عالية للتيار الكهربائي.

تمت الدراسة في الأوساط القلوية (pH= 8 ; 9 ; 10) وذلك بإضافة ماءات الكالسيوم  $Ca(OH)_2$  الذي قمنا بتحضيره مخبريا بهدف زيادة قيمة pH هذه المياه ، ولتسهيل الأكسدة الأنودية من جهة أخرى ، بإمرار تيار كهربائي مستمر بشدة أكبر. حصلنا على أكبر قيمة لخفض الدليل COD باستخدام أنودات (مساعد) من Cu حيث وصلت النسبة حوالي 60% ، وعند استخدام أنود من الرصاص حوالي 50% ، بينما وصلت النسبة حوالي 25% عند استخدام أنود القصدير ، وبحدود 6% عند استخدام أنود الغرافيت. وفي حال استخدام أنود الغرافيت لم نلاحظ حدوث انخفاض كبير للدليل COD بزيادة pH الوسط القلوي من (8 ; 10) ، حيث بلغت نسبة الانخفاض 7.98% ، 5.85% ، 6.1% باستخدام أنود الغرافيت عند قيم pH السابقة على الترتيب ، بينما بلغت قيم الانخفاض لنفس المجال من pH ، المقادير التالية: 48.67% ، 48.72% ، 49.9% باستخدام أنود الرصاص على الترتيب.  
كلمات المفتاحية:

معالجة المياه الملوثة لمعاصر زيت الزيتون ، الطلب الكيماوي للأكسجين ، الأكسدة الأنودية

\* أستاذ - قسم الكيمياء - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

\*\* أستاذ - قسم الكيمياء - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

\*\*\* طالب ماجستير - قسم الكيمياء - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

## Effect of Changing the pH Values of the Original Olive Oil Waste Water on Anodic Treatment of the Water

Dr.Foiad Saleh \*

Dr.Mohammad ALshahneh \*\*

Mosab Brakat Khalil \*\*\*

(Received 12 / 8 / 2007. Accepted 18/11/2007)

### □ ABSTRACT □

In this study, we have used potassium dichromate to oxidize organic compounds, presented in olive oil waste water, ( O.O.W.W ) to indicate the COD index of the water . It was seen that increasing the concentration of O.O.W.W will increase the consumption of  $K_2Cr_2O_7$  ( P. D. C ) in the range of (1% - 10% ) , using distilled water for diluting . The COD values were as high as 200000 mg/l. This indicates the high content of organic compounds in O.O.W.W. We used the anodic oxidation to diminish the above mentioned organics in the water. There was a small effect of decreasing COD index, when acidic ( normal) O.O.W.W was used. It had a high conductivity for electrical direct current.

We studied the effect of increasing the (pH) of the water adding needed quantities of Calcium Hydroxide  $Ca(OH)_2$  , prepared in our lab. This Hydroxide optimizes the direct current passing the electrochemical cell.. Using anodes of copper gives a decrease to  $\Delta$  COD up to 60%, for anodes of Pb , up to 50% and a low  $\Delta$  COD i . e . 25% for anodes of Sn , and 6% for Graphite anodes, (that is for pH = 4 ). When changing the pH value of the original O.O.W.W between (8,9,10), the results were (6~8 %) for these values of pH and Graphite anodes.

Key Words:

Olive Oil Wastewater treatment, Chemical Oxygen Demand, Anodic Oxidation.

---

\* Professor, Department of Chemistry, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria.

\*\* Professor Department of Chemistry, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria.

\*\*\* Postgraduate Student , Department of Chemistry, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria

## 1- المقدمة:

تعتبر صناعة زيت الزيتون من الدعامات الأساسية للتنمية الاقتصادية والاجتماعية في سورية ، ويقع العديد من معاصر الزيتون في القطر بجوار تجمعات سكنية يعتمد بعضها على مياه الآبار الجوفية كمصدر لمياه الشرب ، الأمر الذي يؤدي إلى تلويث المياه والتربة والمساحات المائية إذا لم تتم المعالجة بشكل علمي ومنهجي ، لذلك يجري في العديد من معاهد وجامعات دول البحر المتوسط البحث عن طرائق مخبرية / صناعية لمعالجة مياه المعاصر (الجفت) قبل صرفها إلى خارج المنشأة. يتم انتاج كميات كبيرة من المياه الناتجة عن عصر الزيتون ( O.O.W.W ) باستخدام المعاصر التقليدية والصناعية في منطقة حوض المتوسط، تجاوزت هذه الكمية (10) مليون متر مكعب عام 1996 وتزايدت هذه الكمية بشكل مستمر حتى وصلت في الآونة الأخيرة إلى أكثر من (30) مليون متر مكعب، تصل في سوريا إلى حوالي (800) ألف طن سنويا يتم صرفها في المناطق المجاورة لهذه المعاصر ، والجدير بالذكر أن هذه الكمية يتم إنتاجها خلال فترة قصيرة لاتتجاوز ثلاثة أشهر من أوائل تشرين الأول حتى أواخر كانون الأول من كل عام. تكون مياه معاصر الزيتون الصادرة عنها عبارة عن سائل داكن اللون أقرب إلى الحموضة ، ذي ناقلية كهربائية عالية [1]. ويختلف تركيبه بحسب نضج ثمرة الزيتون وطبيعة الأرض ونوع الشجرة وظروف استخلاص الزيت ، ويحتوي مواد عضوية بنسبة عالية وخاصة البولي فينولات وهي المادة الأكثر سمية ، ويحتوي على سكريات ومركبات نتروجينية ومركبات طيارة تعطي هذه المياه رائحة مميزة معروفة والكحولات العديدة والبكتينات والدم ، وهذا المحتوى العالي من المواد العضوية يعطي لهذه المياه لونها الداكن الأسود بالإضافة إلى نسبة ضئيلة من المعادن الثقيلة [2-4]. يبين الجدول (1) القيم العظمى والصغرى لمركبات ماء الجفت الناتج عن طريقتي الضغط والطرء المركزي.

إن الطلب الكيماوي للأكسجين COD المقاس في ( O.O.W.W ) لعينة مأخوذة من بعض معاصر محافظة اللاذقية بلغ حوالي 200.000 mg/l ، لذا فإن التخلص المباشر من هذه المياه بسبب تولثا لكل من مصادر مياه الشرب المجاورة وللأراضي الزراعية ، إذا تم ري مباشر بهذه المياه دون تمديد.

## 2- أهمية البحث وأهدافه:

تعتبر المنطقة الساحلية بشكل عام ومحافظة ادلب من أكثر المناطق التي تعتمد بشكل كبير على زراعة الزيتون وتعتبر سورية البلد الخامس في إنتاج زيت الزيتون على مستوى العالم ، لذا ازداد الاهتمام بصناعة استخراج زيت الزيتون مما أدى إلى ازدياد المعاصر وانتشارها بشكل واسع ، حيث يوجد في القطر حوالي (900) معصرة لإنتاج زيت الزيتون ، منها المعاصر التقليدية ذات المكابس القديمة والمعاصر ذات المكابس الحديثة والمعاصر التي تعتمد على مبدأ الطرد المركزي. وكلها تصرف هذه المياه إلى البيئة المحيطة بدون أية معالجة، إن أغلب الدراسات التي تناولت مشكلة معاصر الزيتون اعتمدت المعالجة الفيزيوكيميائية (الترسيب - الامتصاص - التقطير) أو إقامة أحواض (برك التجفيف والتبخير) ذات سطح كبير وقليلة العمق أو خلطها مع مخلفات القمامة وغيرها [ 5-7 ] ، و اقترح العديد من الباحثين [ 8 - 11 ] استخدام ماء الجفت الناتج عن المعاصر في ري التربة الزراعية بإضافة ماء الجفت الناتج إلى بعض أنواع التربة بكميات مدروسة (بحدود 5 kg/m<sup>2</sup>) وذلك بعد تمديدها بمياه نقية كما استخدمت طريقة المعالجة الحيوية و الهضم الهوائي بقرقرة الهواء فيها في ظروف محددة ، وكذلك الهضم اللاهوائي بالتخمير المناسب لمعالجة هذه المياه في كثير من الحالات دون إيجاد الحل الأمثل والشامل للمشكلة. استخدمنا في دراستنا هذه طريقة الأكسدة الأتودية لمعالجة المياه الملوثة الناتجة عن معاصر زيت الزيتون في الساحل السوري بسبب تعدد جوانب التطبيق في المعالجة للمواد السائلة والغازات والمواد الصلبة، ومواصفات أخرى تتضمن السهولة وانسجام نواتج الأكسدة بشكل جيد مع البيئة، وهي بسيطة التجهيزات ، وغير مكلفة

اقتصاديا بهدف إزالة أكبر قدر ممكن من المواد العضوية وبأقل كلفة ممكنة [12,13,14]، وذلك باستخدام خلية الكتروليمية تم اعدادها محليا مكونة من كاتود فولاذ غير قابل للصدأ (ستانلس ستيل) (8% Cr, 12% Ni والباقي فولاذ) وأنودات مختلفة من الرصاص والنحاس والجرافيت و القصدير، وقد تمت أكسدة جزء من المواد العضوية في المحلول الحاوي نسبة من مياه المعاصر إلى  $CO_2 + H_2O$ ، وأكسدة جزء آخر إلى مواد أخرى، قد تكون ذات طبيعة بوليميرية تحتاج إلى الدراسة لاحقا.

الجدول (1) يبين القيم العظمى والصغرى لمركبات ماء الجفت الناتج عن طريقتي الضغط والطرود المركزي.

نوع التكنولوجيا		المادة
الطرود المركزي	الضغط	
□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□	الليل الهيدروجيني pH
□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□	المواد الجافة (غ/ل)
□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□	الوزن النوعي
□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□	الزيت (غ/ل)
□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□	مخفضات السكريات (غ/ل)
□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□	البولي فينولات (غ/ل)
□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□	-دي فينولات (غ/ل)
□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□	هيدروكسيبيروكسول (مغ/ل)
□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□	رماد (غ/ل)
□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□	الطلب الكيماوي للأكسجين COD (غ/ل)
□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□	نتروجين عضوي (مغ/ل)
□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□	مجموع الفوسفور (مغ/ل)
□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□	صوديوم (مغ/ل)
□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□	بوتاسيوم (مغ/ل)
□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□	كالسيوم (مغ/ل)
□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□	مغنيزيوم (مغ/ل)
□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□	حديد (مغ/ل)
□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□	نحاس (مغ/ل)
□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□	توتياء (مغ/ل)
□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□	منغنيز (مغ/ل)
□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□	نيكل (مغ/ل)
□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□	كوبالت (مغ/ل)
□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□	رصاص (مغ/ل)

مكتب الزيتون العالمي - مدريد اسبانيا

## 3- الأجهزة المستخدمة:

- 1- أجهزة قياس الدليل COD (بالاعتماد على مبدأ التكتيف المرتد) الشكل (1)
- 2- الخلية الالكتروكيميائية المستخدمة الشكل (2)
- 3- دارة التغذية المستخدمة موصولة إلى الخلية الالكتروكيميائية الشكل (3).
- 4- جهاز لقياس pH الوسط.



الشكل (2) الخلية الالكتروكيميائية

الشكل (1) المكنث المرتد



الشكل (3) دارة التغذية موصولة إلى الخلية الالكتروكيميائية

4- طريقة العمل:

تم تحديد الدليل COD لعينة من مياه الجفت باتباع الخطوات التالية:

- 1- نضع 10ml من المياه الملوثة الناتجة عن معاصر الزيتون في دورق حجمي سعة 100ml ونكمل الحجم حتى علامة الدورق) بواسطة الماء المقطر ( حفظت عينة O.O.W.W في الثلاجة بدرجة 4 ± مئوية منذ إنتاجها في موسم عصر الزيتون الأخير/ موسم 2006 ./
- 2- نأخذ 10 ml من المحلول الممدد لهذه المياه ثم نضيف 10 ml من محلول ثنائي كرومات البوتاسيوم (0.5N) و 15 ml من حمض الكبريت المركز (5 N) وكمية قليلة من المادة الحافزة كبريتات الزئبق وكبريتات الفضة وأيضا بعض القطع من الزجاج المكسرتنظيم الغليان.
- 3- نمزج بشكل جيد ثم ننقل المزيج إلى الدورق المتصل بجهاز التثقيب المرتد.
- 4- يتم الغليان على نار هادئة لمدة ثلاث ساعات من أجل أكسدة كامل المواد العضوية الموجودة في هذه العينة.
- 5- يترك المحلول حتى يبرد لدرجة حرارة المخبر ثم تتم معايرة ثنائي كرومات البوتاسيوم المتبقية باستخدام طرائق المعايرة الحجمية المعروفة.
- 6 - نقوم بحساب كمية ثنائي كرومات البوتاسيوم اللازمة لأكسدة المادة العضوية وفق العلاقة التالية:

$$\Delta m = m1 - m2$$

حيث أن:

m1 كمية ثنائي كرومات البوتاسيوم المضافة

m2 كمية ثنائي كرومات البوتاسيوم المتبقية دون تفاعل والتي تمت معايرتها لاحقا باستخدام محلول من كبريتات الحديد

النشادري (ملح مور).



$\Delta m$  كمية ثنائي كرومات البوتاسيوم المستهلكة في أكسدة المادة العضوية وهي تكافئ الطلب الكيماوي للأكسجين.

بلغت قيمة الدليل COD لهذه المياه الناتجة عن المعاصر دون تمديد والمقاسة بهذه الطريقة بحدود 200000 mg/l ، و

يصف هذا المقدار ، كمية المادة العضوية القابلة للأكسدة في مياه المعاصر الصادرة عن المعاصر مباشرة دون أي تمديد. ويصف

التركيز 1% كمية المادة العضوية القابلة للأكسدة الموجودة في محلول مؤلف من ميلي لتر واحد من الياء الخام للمعاصر مع 99 ml

من الماء المقطر، وبلغ في الجدول ( 2 ) القيمة 200.3 mg/l لهذه المياه الممددة، وفي حال محلول ممدد بنسبة 10%

(حجم /حجم) كان الدليل COD = 1950 mg/l.

## 5-النتائج والمناقشة:

فمنا بحساب قيم  $\Delta m$  بزيادة حجم عينة المياه الملوثة وإتمامها إلى 100 ml باستخدام الماء المقطر وفق الجدول (2)

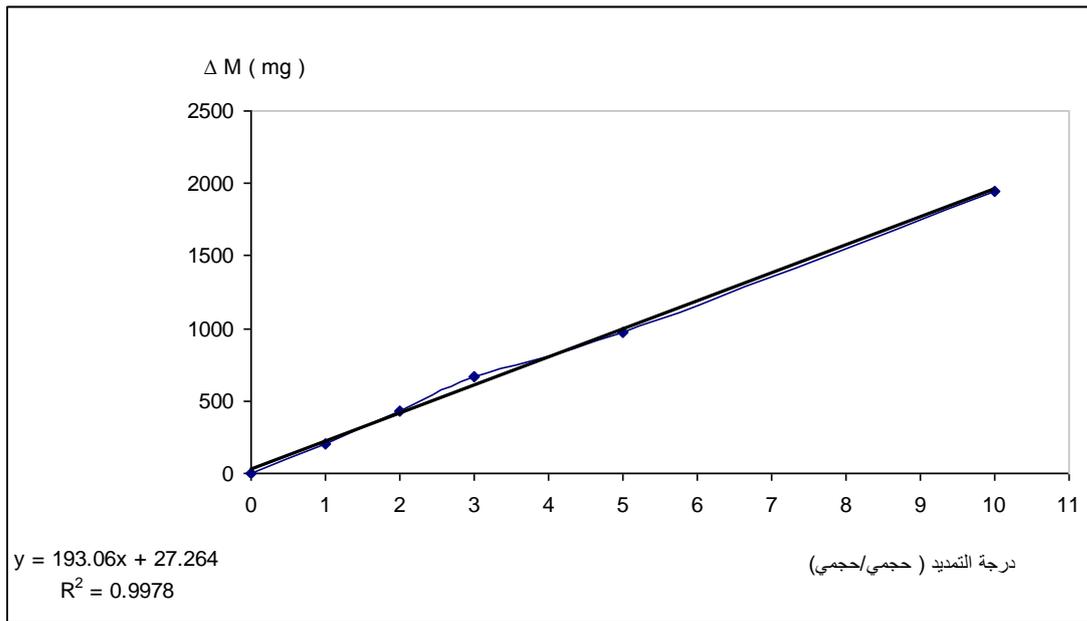
التالي:

الجدول (2) العلاقة بين كمية ثنائي كرومات البوتاسيوم المستهلكة في أكسدة المادة العضوية والتركيز المنوي لعينة ماء الجفت.

$\Delta m(\text{mg})$	$m_2(\text{mg})$	$m_1 (\text{mg})$	درجة التمديد (حجمي/حجمي)
200.3	20.3	220.6	1
435.2	54.8	490.0	2
632.3	225.5	887.8	3
970	377.4	1348.1	5
1950	20.1	1960.8	10

نلاحظ من الجدول (2) تزايد  $\Delta M$  مع ازدياد حجم العينة المأخوذة من مياه الجفت.

إن تمثيل هذه العلاقة بيانيا يعطينا الخط البياني المبين بالشكل (4) الذي يبين العلاقة الخطية بين تركيز عينة الجفت وكمية ثنائي كرومات البوتاسيوم اللازمة لأكسدة المادة العضوية فيها.



الشكل (4) العلاقة الخطية بين كمية ثنائي كرومات البوتاسيوم المستهلكة في أكسدة المادة العضوية ودرجة التمديد لعينة الجفت

- تم استخدام نظام الأكسدة الأتودية للمواد العضوية الموجودة في هذه المياه باستخدام خلية الكتروليمائية مكونة من كاتود من السنثاليس سننيل وأنودات مختلفة مثل الغرافيت والرصاص ، حيث تمت الدراسة في الوسط الحمضي والقلوي ضمن الشروط التالية:
- 1- تركيز عينة المياه (10%)
  - 2- الحجم الموضوع ضمن الخلية 100 ml
  - 3- إمرار كميات مختلفة من الكهرباء مقدرة بـ (a.h) في الخلية.

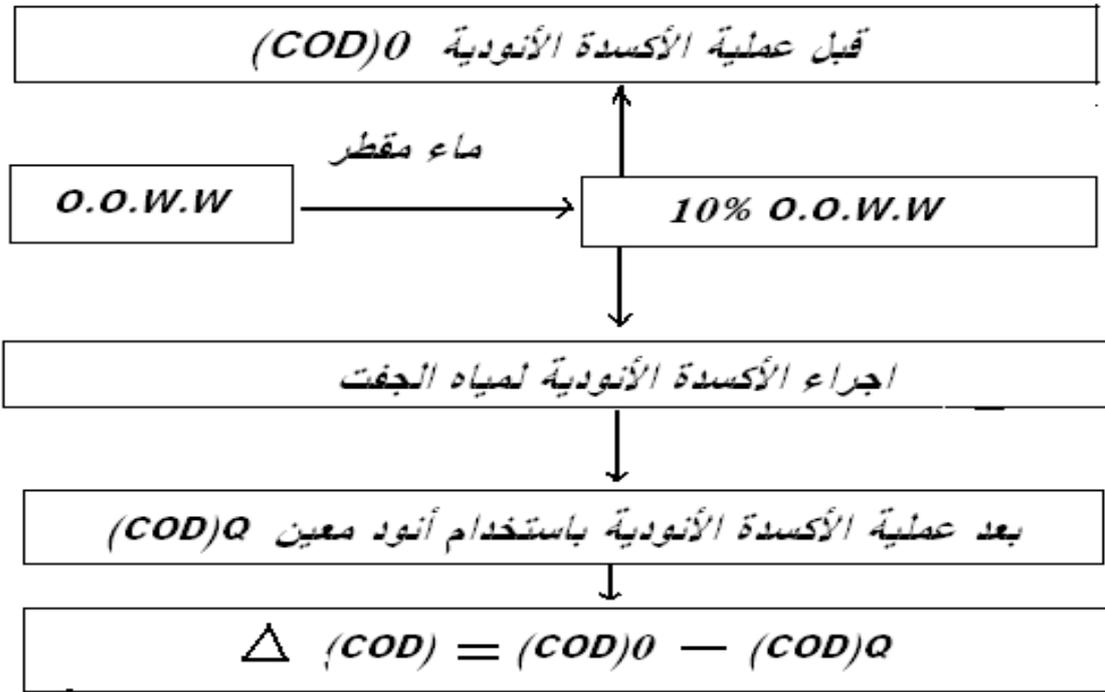
4- سطح الأتود المستخدم بحدود 8 Cm<sup>2</sup> بالنسبة لأتود الرصاص و بحدود 11 Cm<sup>2</sup> بالنسبة لأتود الغرافيت

5- درجة الحرارة المقاسة في المخبر 20 ± 2 درجة مئوية

تمت الدراسة في الوسط الحمضي باستخدام أتود الغرافيت والرصاص ولم نلاحظ انخفاض في قيمة الدليل COD وذلك من أجل التيار الأعظمي المار ضمن هذه الشروط بحدود 0.1 A وهذا ما يوافق كثافة تيار بحدود 0.0142 A/Cm<sup>2</sup> ويمكن أن يعود ذلك إلى تمديد العينة من جهة ولأسباب تتعلق بدارة التغذية المستخدمة من جهة أخرى.

تمت الدراسة بعد ذلك في الوسط القلوي وذلك باستخدام ماءات الكالسيوم لرفع قيمة pH الوسط ، وذلك باستخدامنا ثلاث قيم لـ pH هي (8,9,10). لاحظنا انخفاض قيمة الدليل COD ضمن هذه الشروط حيث وصلت إلى أكثر من 50% عند كثافة تيار بحدود 0.375 A/Cm<sup>2</sup> ، وكمية كهرباء 0.6 a.h باستخدام أتود الرصاص، ولم يتجاوز 8% باستخدام أتود الغرافيت عند نفس الشروط. لم نؤد زيادة قيمة pH الوسط القلوي إلى حدوث تأثير كبير، حيث لوحظ انخفاض طفيف في قيمة الدليل COD، كما هو مبين في الجدول (3) والجدول (4) في كل من حالتي أتود الغرافيت والرصاص على التوالي. كما تبين الأشكال (5,6) العلاقة بين انخفاض الدليل COD وكمية الكهرباء المارة ضمن الشروط السابقة باستخدام أتود من الرصاص وأتود من الغرافيت عند قيم pH السابقة.

نبين في المخطط التالي مراحل العمل المتبعة لتحديد مقدار انخفاض الدليل COD بعد اجراء عمليات الأكسدة الأنودية.

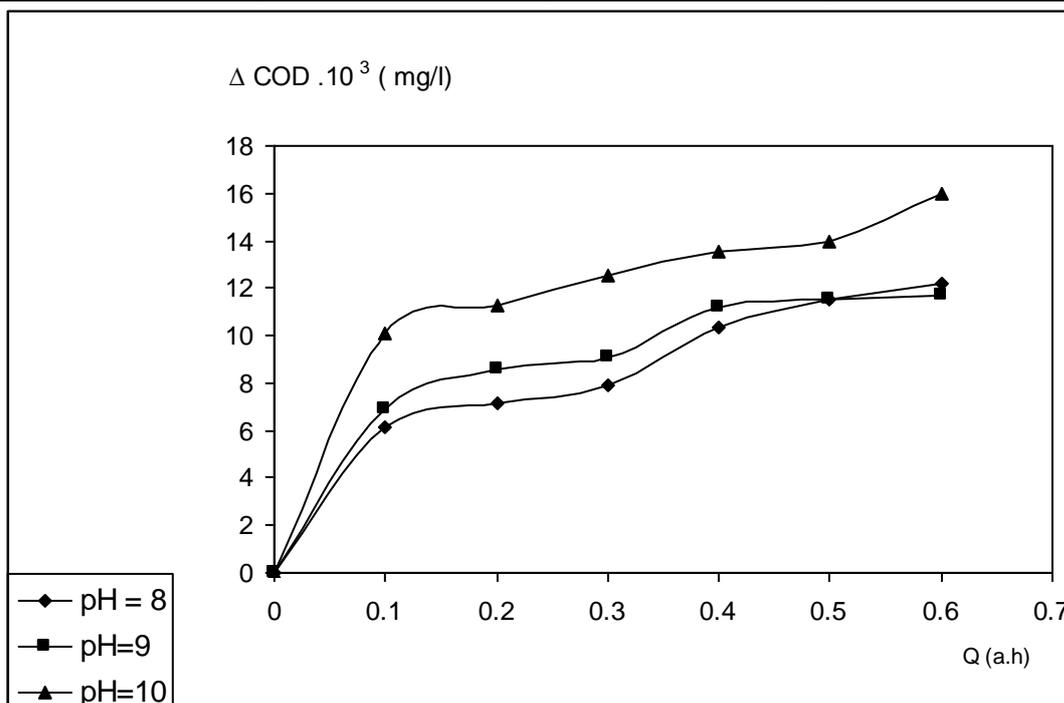


ويجب أن نشير إلى أن الأكسدة في الأوساط الحمضية أفضل منها في الأوساط القلوية ولكن نظرا إلى أن المكونات الموجودة في مياه الجفت كبيرة فهذا يشكل إعاقة لعمليات الأكسدة الحاصلة لذلك قمنا برفع pH الوسط من أجل ترسيب نواتج الأكسدة وزيادة إمكانية مرور كميات أكبر من التيار الكهربائي ضمن الشروط التي تمت الدراسة ضمنها.

الجدول (3) تغيرات انخفاض الدليل COD عند قيم مختلفة لكمية الكهرباء المارة في الخلية و قيم pH مختلفة باستخدام أتود من الغرافيت

كمية الكهرباء المارة Q(ah)	مقدار انخفاض الطلب الكيماوي للأكسجين Δ COD(g/l)
----------------------------	---

pH =10	pH = 9	pH =8	
10.09	6.9	6.17	0.1
11.3	8.6	7.15	0.2
12.54	9.1	7.88	0.3
13.52	11.22	10.33	0.4
14	11.56	11.56	0.5
15.97	11.71	12.2	0.6

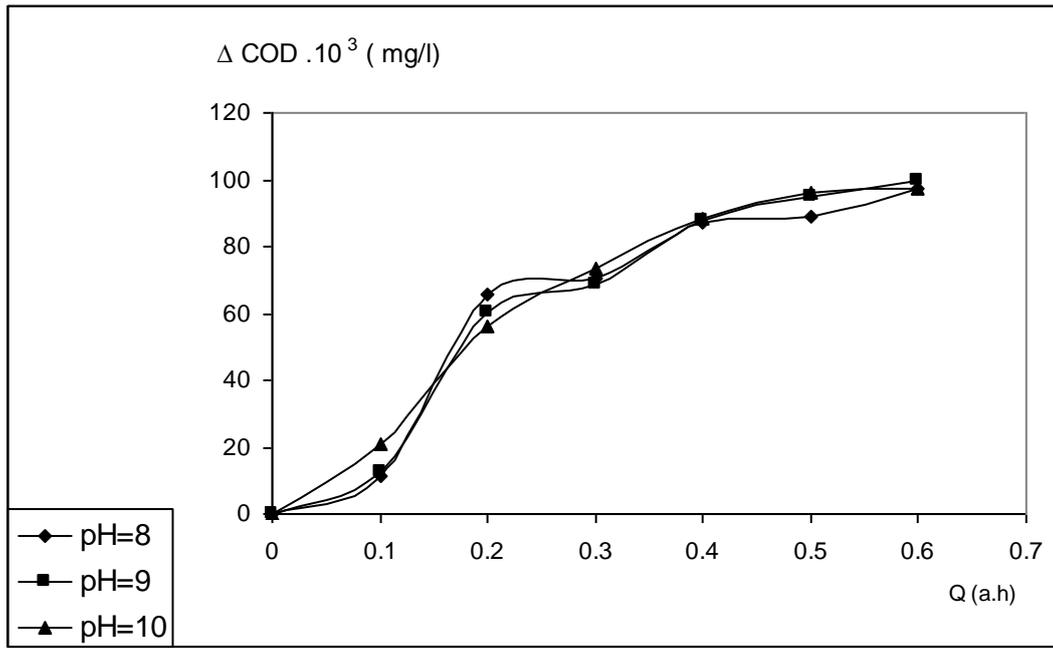


الشكل (5) تغيرات انخفاض الدليل COD مع كمية الكهرباء المارة عند قيم مختلفة pH الوسط القلوي عند استخدام أنود من الغرافيت.

الجدول (4) تغيرات انخفاض الدليل COD عند قيم مختلفة لكمية الكهرباء المارة في الخلية و قيم pH مختلفة باستخدام أنود من الرصاص

مقدار انخفاض الطلب الكيمائي للأكسجين Δ COD(g/l)			كمية الكهرباء المارة Q (ah)
pH =10	pH = 9	pH =8	
20.6	12.66	11.56	0.1
55.96	60.09	65.48	0.2
73.6	68.55	70.4	0.3
88.2	87.54	87.05	0.4
96.17	94.9	88.7	0.5
97.44	99.8	97.35	0.6

الشكل(6) تغيرات انخفاض الدليل COD مع كمية الكهرباء المارة عند قيم pH مختلفة باستخدام أنود من الرصاص.



نلاحظ من الخطوط البيانية ان انخفاض الدليل COD يزداد ويبتعد عن الشكل الخطي من أجل قيم مرتفعة لكمية الكهرباء ويمكن ان نعزو ذلك إلى تناقص كمية المادة العضوية مع ازدياد الزمن من جهة ، و حدوث تآكل جزئي لسطح الأتود المستخدم من جهة أخرى ، والذي بدوره يقلل من السطح الذي تتم عليه عمليات الأكسدة ، لذا يفضل استخدام أنودات ذات كمونات أكسدة مرتفعة والتي بدورها قد تكون أقل عرضة للتآكل والاحتلال مثل معدن التيتانيوم ، الأمر الذي نخطط للقيام به لاحقاً.

## 5- الاستنتاجات والتوصيات:

نلاحظ من الدراسة السابقة تزايد كمية ثنائي كرومات البوتاسيوم اللازمة لأكسدة المادة العضوية بازدياد نسبة مياه المعاصر الخامة الممددة بالماء المقطر بشكل خطي ، كما نلاحظ عدم تأثير عمليات الأكسدة الأئودية على الدليل COD في الأوساط الحمضية ، وانخفاضها بشكل واضح عند الإنتقال إلى الأوساط القلوية مع الأخذ بعين الإعتبار إمكانية مرور شدات أكبر للتيار الكهربائي بسبب ازدياد كمية الشوارد الناقلة بإضافة هيدروكسيد الكالسيوم المحضر مخبرياً باستخدام الكلس الحي ، بالإضافة إلى ضرورته من أجل ترسيب نواتج الأكسدة الأئودية لهذه المياه. نلاحظ أيضاً اقتراب قيم هذا الخفض للدليل COD عند قيم pH الوسط المدروسة من بعضها البعض. وذلك عند كمية كهرباء بحدود 0.6 a.h حيث تكون شدة التيار 0.3 A وكثافة تيار 0.0375 A/Cm<sup>2</sup>. إن استخدام نظام الأكسدة بالطرائق الإلكتروليتية للمياه الصادرة عن معاصر الزيتون تؤدي إلى تخفيض قيمة الدليل COD. تبين هذه النتائج ضرورة تطوير هذه الطريقة ، للوصول إلى إمكانية إجراء تجارب نصف صناعية (Simi – pilot plant) ، الأمر الذي سنحاول القيام به مستقبلاً.

## المراجع:

- 1- EL HADRAMI , A. ; BELAQZIZ , M. ; ELHASSNI , M. ; ABBAD , A. ; CAPASSO , R. ; GIANFREDA ,L. ; EL HADRAMI , I. et al , *physico-chemical characterization and effects*

- of olive oil mill wastewater fertirrigation on the growth of some Mediterranean crops.* Journal of Agronomy, 2004 , 3 (4): 247- 254.
- 2- EHALIOTIS , C ; PAPADOPOULOU ,K ; KOTSOU , M ; MARI , IOANNA. etal , *adaptation and population dynamics of azotobacter vinelandii during aearobic biological treatment of olive oil wastewater.* FEMS Microbiology Egology 30 ,1999 , 301- 311 .
- 3- KHOUFI , S ; ALOUI ,F. ; SAYADI, S. etal , *treatment of olive oil mill wastewater by combined process electro- fenton reaction and anaerobic digestion.* WATER RESEARCH 40 , 2006 ,2007-2016 .
- 4- GOTSI, M ; KALOGERAKIS , N. ; PSILLAKIS , E ; SAMARAS , P. ; MANTZAVINOS , D. etal , *electrochemical oxidation of olive oil mill wastewaters.* Water research. 2005 , 39 , 4177- 4187.
- 5- MITRAKAS , M. ; POPAGEOURGIU , A. ; DOCOSLIS , A ; SAKELLAROPOULOS,G. *evaluation of various pretreatments methods for olive oil wastewater.* European Water Pollution Control. 1996 , 6(6): 10-6 .
- 6- BOJA , R. ; MARTIN , M. ; MAESTRO, R. ; ALBAJ , R. ; FIESTAS , J. A. *enhancement of the anaerobic digestion of olive oil wastewater by the removal of phenolic inhibitors.* Process Biochem. 1992 , 27, 231-237 .
- 7-BENITEZ ,F. J.; BELTRAN-HEREDIA ,J.; TORREGROSA , J.; ACERO , J.L; CERCAS ,V. etal , *chemical pretreatment by ozone of wastewater from olive oil mills.* Enveiron Chem. No 60, 1997 , 97 -109.
- 8- BASHEER , S.; SABBAH , I; AND MARZOOK , T. etal , *the effect of pretreatment on anaerobic activity of olive mill wastewater using batch and continuous systems.* Process Biochem. 2004 , No 39 ,1947- 1951.
- 9- BAHNEMAN, D.W. ; SALEH , F. etal , *detoxificatin and recycling of waste water by solar catalytic treatmeant.* Water Sceince & Technology, vol 35 , N<sup>o</sup> 4 Elsevier Science ,Ltd 1997 , 149 -156
- 10- FREUDENHAMMER, H ; SALEH , F. etal , *working conference: Water in the Mediterranean , state of the art , results and future priorities.* Istanbul , Turkey , November 1997 , 26-29 .
- 11-BLAKE , D.M *bibigraph of work on photocatalytic removal of hazardous compounds from water.* NREI/TP -430 -6048 National Renewable Energy lab. Golden, Co , USA 1994
- 12- MENDIA , L.; CARBONE , P. etal , *Treatmeant of Olive Oil Waste Water,* Water Science & tech. No 18 , 1996 , 125 -136
- 13- HESPANHOL , I etal , *W.H.O quidelines and national standards for reuse and water quality,* Water Res. vol 28 , No 1 , W.H.O , N.Y. 1994 , 119 – 124.
- 14- PAIXAO , S. M. ; MENDUCA , E. etal , *Acute toxicity evaluation of olive mill waste water.* Environ Toxicology. No 14 , 1999 , 263 – 269