LJAST
Libyan Journal of Applied Science and Technology
مجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

Volume 12 Issue 02
December 2024
ISSN 2958-6119

# التفكك الحيوي لمركبات الديزل في التربة بواسطة الحماة المنشطة

**بشير سالم هويدي[1]، عبد الباسط عامر الخزورى[2]**

[2،1]كلية التقنية الهندسية / جنزور

MOMBashir1981@gmail.com

## الملخص

يعد تلوث التربة الزراعية فى الوقت الحالى والمتوقع حدوثها مستقبلاً مشكلة رئيسية مرتبطة بمعالجة وتوزيع المنتجات البترولية الخام والمكررة في العديد من البلدان المنتجة للنفط ، وذلك لان الملوثات الهيدروكربونية في التربة سامة للنباتات وتؤثر سلباً على نمو النباتات.

فى السنوات الاخيرة تم التركيز على ايجاد طرق معالجة للتربة وتهيئتها للاستعمالات الزراعية او للاغراض الاخرى باقل التكاليف ومراعة استدامة هذه الطرق .

في هذه الدراسة ، تم التحقق من كفآة طرق المعالجة البيولجية باستخدام الحماة المنشطة ( بدون عامل محفز ومع عامل محفز) ، ودراسة كفاءتها في المعالجة الحيوية للديزل بتركيز مختلفة. (10%، 30%، 50%) محاكاة للتربة الملوثة بالديزل، وتم قياس نسبة التحليل بواسطة جهاز الفصل الكرومتوغرافى الغازى GC .

أظهرت النتائج ان المعالجة البيولوجية للتربو باستخدام الحماة المنشطة فعالة فى ازالة التلوث بالكامل عندما كانت نسبة التلوث بالديزل فى التربة (30%) بنسبة (100 %) في وجود العامل المحفز، أقل نسبة معالجة عند التركيز (50%) وبنسبة (95 %) في وجود العامل المحفز. اما بدون العامل المحفز فكانت أفضل نسبة معالجة عند التركيز (50%) وبنسبة 98 %، أقل نسبة معالجة عند التركيز (10%) وبنسبة 76.2 .

**الكلمات الاستدراكية:** المعالجة البيولجية ، التفكك الحيوي ، الحماة المنشطة ، الديزل

## Abstract

The contamination of current and potential agricultural soil is a major issue associated with the handling and distribution of both crude and refined petroleum products in many oil-producing countries. Hydrocarbon pollutants in the soil are likely to be toxic to plants, interfering with plant establishment and growth as well as other land uses. Pollution issues have led to the exploration of various remediation methods for cleaning contaminated soil.

In this study, activated sludge was tested both with and without a catalyst to evaluate its effectiveness in the bioremediation of diesel at varying concentrations (10%, 30%, 50%) in soil simulated to resemble diesel-contaminated soil. The study aimed to determine the impact on petroleum hydrocarbon components, soil nutrient composition, and the reduction of total petroleum hydrocarbons.



Copyright © LJAST

حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

The degradation percentage was measured using a GC device, and results indicated that the bacteria achieved the highest remediation rate at 30% concentration, reaching 100% in the presence of the catalyst. The lowest remediation rate occurred at 50% concentration with a rate of 95% in the presence of the catalyst. Without the catalyst, the highest remediation rate was at 50% concentration with a rate of 98%, while the lowest rate was at 10% concentration with a rate of 76.2%.

## 1. المقدمة

يعتبر التلوث بالنفط الخام او مشتقاته من أخطر مصادر تلوث التربة وتحويلها إلى تربة عقيمة غير صالحة للحياة النباتية والحيوانية. فالنفط الخام يحتوي على مركبات ضارة تكون على شكل ملوثات نفطية عضوية سامة أو ملوثات نفطية غير عضوية سامة وتضم العديد من المركبات مثل مركبات الفينول ومركبات السيانيد والكبريتيدات و أيونات المعادن السامة والمواد الذائبة والعالقة والمواد الهيدروكربونية وكل المواد السابقة تعمل على تدمير التربة الزراعية الخصبة وتحويلها إلى تربة عقيمة ، فالنفط السائل يعمل حاجزا بين حبيبات التربة والهواء ويؤثر كذلك على الكائنات الدقيقة في التربة مثل البكتيريا والفطريات لان حبيبات التربة عندما تتشبع بالنفط تكون طبقة تمنع التبادل الغازي بين الكائنات الدقيقة والجذور التي توجد تحت التربة من جهة و ألاكسجين الهواء الجوي من جهة أخرى و بالتالي تموت هذه الكائنات بسبب تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون أسفل الطبقات النفطية [1] .

يعد الديزل أحد المشتقات المهمة للنفط الخام والتي تساهم بشكل رئيسي في تلوث التربة، مع ازدياد الطلب على الديزل كوقود للسيارات والشاحنات والمولدات والمكائن الصناعية، ولكونه ينقل عبر مسافات طويلة فإنه يلوث التربة خلال حوادث التسرب. [2]

**طرق إزالة الملوثات النفطية من البيئات المختلفة .**

استخدمت طرق او تقنيات عديدة للسيطرة علي هذه الملوثات و منها الطرق الكيميائية و الفيزيائية و البيولوجية ، وتعد الطرق البيولوجية التي يطلق عليها عملية التحلل الحيوي من أنجحها . تعد هذه الطريقة من الطرق البديلة و الناجحة علي نطاق واسع في ازالة الملوثات و أضرارها قليلة علي البيئة ، وقد أظهرات بعض الدراسات ان عملية التحلل الحيوي تتم بثلاث خطوات اساسية تشمل ، حدوث تغير صغير وبسيط في هذه اللامركبات العضوية ، وتجزئة السلاسل الهيدروكربونية الي أجزاء مع الاحتفاظ بالتركيب الكيميائي للمركب الاساسي قبل التجزئة وأخيرا معدنة الاجزاء العضوية وتغير تركيبها من جزئيات عضوية الي جزئيات لا عضوية ، وحيث ان الاحياء الميكربيولوجية المحللة للمركبات الهيدروكربونية تشكل اقل من 1% من المجتمع الميكروبي للتربة و تزداد هذه الاعداد عند التلوث لتصل الي 10% و انها تنتج بعض المواد المؤثرة في الشد السطحي و التي تعمل علي تفكيك وتحليل البقع النفطية .[3].

**أهمية المعالجة الحيوية**

المعالجة الحيوية هي عملية تستخدم لمعالجة الوسائط الملوثة بما فيها التربة عن طريق تغيير الظروف البيئية للتقليل من الملوثات المستهدفة

1- تحويل المركبات الغير نشطة إلى مركبات نشطة .

2- إزالة المواد التي تستغرق وقت طويل لتتحلل مثل البلاستيك.



Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

3- تحويل الملوثات إلى مركبات أمنة أو على الأقل غير نشطة.
4- المحافظة على حياة الإنسان.
5- المحافظة على المصادر البيئية.
6- معالجة الملوثات التي لا يمكن معالجتها كيماوية مثل الأسفلت.
7- الحد من استعمال الكيماويات في معالجة الملوثات.
8- إنقاذ حياة الحيوانات والنباتات المائية.
9- تنظيف التربة من الملوثات وإعادة استخدامها.
10- المحافظة على المصادر المائية وإعادة استخدام المعالج منها [4] .

## 2- المواد وطرق العمل

### 1.2 الأجهزة و الأدوات المستخدمة

اعتمدت الدراسة علي استخدام جهاز الكروماتوغرافيا الغازية Gas chromatography ، و جهاز قياس الفوسفور Palintest 7500 و جهاز قياس الصوديوم و البوتاسيوم Flame Photometer و جهاز الاشعة فوق البنفسجية لقياس النتروجين Spectrophotometer (UV) وجهاز قياس الاس الهيدروجيني pH meter لقياس الحامضية والقلوية ، باضافة الي ذلك حاضنة ميزان حساس، فرن تجفيف .

### 2.2- تجهيز العينات

اولا تم تجميع التربة المستخدمة في هذه الدارسة من أحد المزارع في منطقة ورشفانة وتم حفظها في أكياس بلاستيكية وتقدر بحوالي ( كيلو جرام ) والتربة المستخدمة كانت نظيفة و خالية من أي تلوث نفطي.

تم إضافة كمية معلومة التركيز من الديزل 20 مليليتر مذاب في 500 مليليتر من الهكسان من الديزل الي كيلو جرام تربة نظيفة غير ملوثة، تحضير تخفيفات الحماة المنشطة المستخدم في الدراسة:

تم تحضير ثلاثة تراكيز مختلفة من الحماة المنشطة المراد إجراء الدراسة عليها ( 50%، 30%، 10%، ) وذلك بإضافة مقدار محدد من التربة الي مقدار من الحماة المنشطة كما مبين في الجدول التالي .

**الجدول 1.** يوضح تركيز الحماة المنشطة.

| التركيز | كمية التربة مع الديزل (جرام) | كمية الحماة المنشطة(جرام) |
|---|---|---|
| % 10 | 45 | 5 |
| % 30 | 35 | 15 |
| % 50 | 25 | 25 |


Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

**2.3- الاختبارات وطرق القياس**

**2.3.1 - اختبار قياس الاس الهيدروجيني pH**

يتم اجراء هذا الاختبار لتقدير الحامضية أو القاعدية للحماة المنشطة والتربة وذلك لتأثير حامضية التربة على نمو وتكاثر البكتريا.

باستخدام جهاز pH- meter

**2.3.2 - إختبار قياس تركيز النيتروجين الكلي في عينات التربة و الحماة المنشطة بطريقة كالدال**

وتتعلق مقدرة تربة بالنتروجين بسرعة النشاط الميكروبيولوجي في التربة واتجاهه، ذلك النشاط الذي يتأثر بالعديد من العوامل مثل رطوبة التربة، درجة الحرارة، التهوية، رقم pH التربة، كمية المادة العضوية في التربة.

1- وزن عينة 0.1 جرام من التربة.

2- يتم أخذ أنبوب ووضع عينة من الكبريتات النحاس 0.05 جرام وعينة من كبريتات البوتاسيوم 0.150 جرام و 2 ملي من حمض الكبريتيك.

3- يتم وضع العينة في مسخن عند درجة حرارة 140 درجة مئوية لمدة 30 دقيقة ثم يتم تركها حتى تبرد.

4- يتم إضافة 5 ملي من المياه المقطرة و2 ملي من هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 35%.

5- أخذ من هذه العينة الكاملة 1 ملي وتوضع في دورق مخروطي حجمه 100 ملي ويضاف اليه 50 ملي ماء مقطر و2 ملي من كاشف نسلت لتعديل قيمة PH إلى 9 ، ويملئ باقي دورق بالماء المقطر الي 100ملي.

6- يتم تشغيل جهاز التحليل الطيفي UV و تعديله على الطول الموجي 425 نانوميتر وأخذ القراءة.

**2.3.3 - إختبار قياس عنصر البوتاسيوم**

1- أخذ وزن 5 جرام من العينة في 50 ملي مياه مقطرة في دورق.

2- وضع العينة في هزاز لمدة 30 دقيقة ، بسرعة 300 دورة في دقيقة .

3- فلترة العينة بواسطة ورقة الترشيح .

4- قياس عنصر البوتاسيوم للعينة بإستخدام جهاز الطيف بإستخدام اللهب Flame photometer نوع . BWB

**2.3.4- اختبار قياس الفسفور**

1- أخذ 10ملي من المستخلص السابق لقياس البوتاسيوم، ملأ أنبوب الاختبار بجهاز حتى علامة 10 مل.

2-اظافة كاشف الفوسفور للعينة والقياس باستخدام الجهاز

**2.3.5- الاختبارات الميكروبية**

تم اجراء اختبار الميكروبيولوجية للكشف عن البكتيريا الهوائية (Bacteria Aerobic Total Count) لعدد 21 عينة منهم عينة تربة مع حماة منشطة بدون إضافات المتمثلة في (A)، و عدد 21 عينة تربة مع حماة منشطة بوجود العامل المحفز المتمثلة في (B)

عينة (1) الكنترول بدون إضافات والعينة (2) تحتوي علي التركيز 10% من الحماة المنشطة والعينة رقم (3) تحتوي علي تركيز 30% من الحماة المنشطة والعينة رقم (4) تحتوي علي تركيز 50% من الحماة المنشطة


Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

تم اجراء هذه الاختبارات في خلال فترات زمنية مختلفة بعد الخلط مباشرة حيث تم أخذ العينات بفترة زمنية كل يومين لمدة 12 يوم لتقدير النشاط البكتيري في كل العينات، حسب الخطوات التالية :

أخذ 0.1 جرام من العينة يتم تخفيفها في 100ملي في من محلول الملحي Normal saline تم توضع علي فلتر قطره 47 mm في جهاز الترشيح، ثم توضع في وسط غدائي خاص بزراعة البكتريا الهوائية ( Compact Dry TM total count TC) وبالاعتماد علي تقنية spread plate inoculation لزارعة البكتريا، تم توضع في الحاضنة لمدة 48 ساعة في درجة حرارة 37 درجة مئوية .ثم أحسب أعداد البكتريا النامية بعد 12,10,8,6,4,2 أيام بطريقة العد بالأطباق .

### 2.3.6 طرق الكشف عن تحلل الديزل

قياس تحلل الديزل بفعل الأنواع البكتيرية المستخدمة في هذه الدراسة باستخدام جهاز كروماتوكرافيا الغاز حيث تم استخلاص الديزل المتبقي حسب الخطوات التالية :

1- وزن 1 جرام من العينة في انبوب فصل واظافة 5 ملي من مذيب الهكسان .

2- وضع المحلول في هزاز لمدة ربع ساعة.

3- باستخدام قمع فصل تمرر المستخلصات خلال ورق الترشيح الموضوع عليه كبريتات الصوديوم ( لازالة الرطوبة وجزئيات الماء) ويتم تجميع العينات فى عبوات زجاجية

4- قياس تركيز الهيدركبونات من C10 الى C18 باستخدام جهاز الفصل الكروموتوغرافى وحساب نسبة المتفكك

### 2.3.7- تحديد نسبة تحلل الديزل (معدل التكسير الحيوي)

تم حساب النسبة المئوية لتحلل الديزل للعينة (A.B) ، بتطبيق المعادلة التالية:

$$\text{معدل ازالة الديزل} = \frac{\text{التركيز الاصلي} - \text{التركيز عند اي زمن}}{\text{التركيز الاصلي}} 100x \quad (1)$$

## 3- النتائج

يوضح الجدول(2) النتائج المتحصل عليها من قياس نمو الكائنات الدقيقة ( البكتيريا) فى التربة الملوثة خلال فترات زمنية مختلفة من فترة المعالجة فى التربة الغير محتوية على مواد مضافة ( مغديات ) ، الجدول يشير الى نمو معتدل وشبه ثابت فى عينة التربة الغير ملوثة (Control) وزيادة كبيرة فى العينات الملوثة والتى يستنتج منها ان الكائنات الدقيقة التى تم اضافتها من خلال اظافة الحمأة المنشطة تكاثرت فى التربة الملوثة واستهلكت المركبات العضوية ( مركبات الديزل) الموجودة فى التربة .

**جدول 2.** يوضح نتائج اختبارات قياس نمو في العدد الكلي للبكتيريا للعينة A

| اليوم | Control | A%10 | A%30 | A%50 |
|---|---|---|---|---|
| **0** | 1180 | 2530 | 2850 | 3000 |
| **2** | 2160 | 4270 | 3860 | 4800 |
| **4** | 2050 | 4860 | 4250 | 4950 |


Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4860 | 4500 | 4500 | 2000 | **6** |
| 4650 | 4620 | 4650 | 2100 | **8** |
| 4720 | 4700 | 4890 | 2320 | **10** |
| 4490 | 4790 | 5050 | 2380 | **12** |

يوضح الجدول(3) النتائج المتحصل عليها من قياس نمو الكائنات الدقيقة ( البكتيريا) فى التربة الملوثة خلال فترات زمنية مختلفة من فترة المعالجة فى التربة المحتوية على مواد مضافة (مغذيات)، الجدول يشير الى نمو معتدل وشبه ثابت فى عينة التربة الغير ملوثة (Control) وزيادة كبيرة فى العينات الملوثة والتى يستنتج منها ان الكائنات الدقيقة التى تم اضافتها من خلال اضافة الحمأة المنشطة تكاثرت فى التربة الملوثة واستهلكت المركبات العضوية ( مركبات الديزل) الموجودة فى التربة .

**جدول 3.** يوضح نتائج اختبارات قياس نمو في العدد الكلي للبكتيريا للعينة B

| B%50 | B%30 | B%10 | Control | اليوم |
|---|---|---|---|---|
| 3000 | 3020 | 2200 | 1180 | **0** |
| 4326 | 3980 | 3505 | 2160 | **2** |
| 4950 | 4690 | 3950 | 2050 | **4** |
| 4830 | 4980 | 4230 | 2000 | **6** |
| 4650 | 5200 | 5085 | 2100 | **8** |
| 4690 | 5160 | 4720 | 2320 | **10** |
| 4490 | 4980 | 4486 | 2380 | **12** |

الجدول 4 ، والشكل 1 يوضح نتائج اظافة الحماة على تفكك المادة العضوية والنقص الواضح نتيجة الزيادة فى تركيز الحمأة وبدون استعمال المواد المساعدة ( المغذيات )

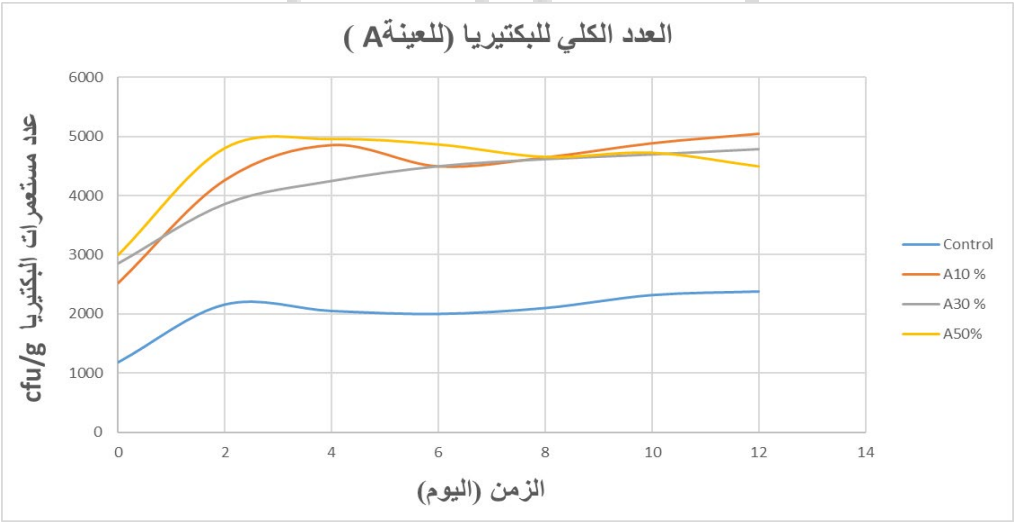
**جدول 4.** يوضح نتائج تحليل الديزل باستخدام ال GC للعينة A

| %50 | %30 | %10 | %0 | اليوم |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0.0 | 0.0 | 22 | **0** |



Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 25 | 19.0 | 14.3 | 21 | **2** |
| 45 | 38.1 | 33.3 | 18 | **4** |
| 60 | 57.1 | 40.5 | 19 | **6** |
| 80 | 61.9 | 61.9 | 16 | **8** |
| 90 | 81.0 | 66.7 | 15.5 | **10** |
| 98 | 95.2 | 76.2 | 14 | **12** |



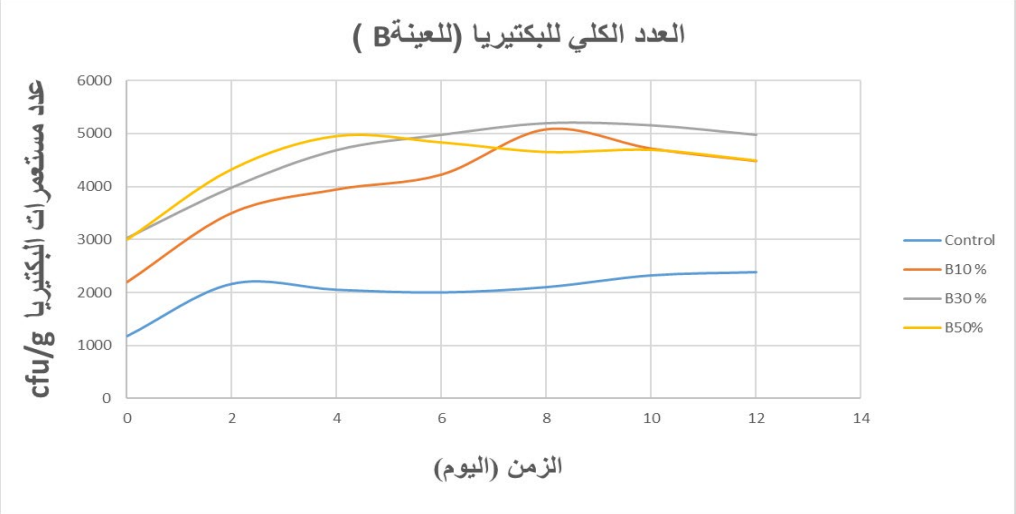

**شكل 1. يبين العلاقة بين نمو البكتريا مع الزمن**

تاثير البكتيريا الموجودة فى الحماة واضح فى ازالة المواد العضوية من التربة ويزداد بازدياد نسبة الحمأة الى التربة ، وان اضافة الحماة بنسب 10، 30، 50 % ادى الى تفكك المادة العضوية بنفس المعدل تقريباً خلال 12 يوم من بداية عملية المعالجة البيولوجية فى نفس التجارب التى اجريت باستخدام نسب مختلفة من الحمأة وباضافة مغذيات ، تم تقريبا الحصول على نفس النتائج ، تقريباً بنفس التكاثر فى اعدجاد البكتيريا خلال فترة المعالجة والتى يمكن تفسيرها بحصولها عل المغذيات من الكربون اللازم لتكاثرها من خلال تكسير مركبات الديزل وتحويلها الى كربون استفادت منه . التجارب اظهرت ايضاً انه لايوجد فرق بين اضافة المغذيات من عدمه ويمكن تفسير ذلك باحتواء الحمأة على المغذيات اللازمة لتكاثرها


Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

**جدول 5.** يوضح نتائج نسبة تحلل الديزل (معدل التكسير الحيوي للعينة B)

| اليوم | %0 | %10 | %30 | %50 |
|---|---|---|---|---|
| **0** | 22 | 0 | 0 | 0 |
| **2** | 21 | 19 | 45 | 45 |
| **4** | 18 | 43 | 50 | 60 |
| **6** | 19 | 67 | 70 | 65 |
| **8** | 16 | 76 | 80 | 75 |
| **10** | 15.5 | 90 | 90 | 90 |
| **12** | 14 | 98 | 100 | 95 |




**شكل 1. يبين العلاقة بين نمو البكتريا مع الزمن باستعمال مواد مضافة**

## المناقشة

في الشكل(1) بدون مواد مضافة و(2) مع وجود موادج مضافة ، يمكن ملاحضة العلاقة بين معدل نمو البكتريا والزمن عند تراكيز مختلفة من الديزل ، و فى الظروف الجوية العادية ( درجة الحرارة 20–25 د.م ) ، وبمقارنة معدل النمو للبكتريا مع العينة الكنترول ، نلاحظ أنه يوجد تغير بسيط في معدل نمو البكتريا للعينة الكنترول وهذا دليل واضح على عدم وجود مادة غذائية كافية للبكتريا في العينة الكنترول ، أما في حالة البكتريا داخل الوسط ( الديزل ) يؤدي إلى تغير في معدل نمو البكتريا وهذا دليل على أن


Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

(الحماة المنشطة ) التي تم وضعها في باقي العينات هي التي عملت علي تفكك الديزل للحصول على الكربون اللازم لنموها وازديادة كتلتها الحيوية .

و نلاحظ النمو البكثريا من بداية الخلط التربة بالحماة المنشطة الي اليوم الثاني ولم تمر بمرحلة التاقلم او الركود. و ان تركيز 30 % كانت اسرع فترة نمو مازالت حتي اليوم الثاني عشر في النمو ، علي عكس العينة (2) كما الموجود فيها عامل محفز لجميع التركيز حيث كان افضلها تركيز 30 % ايضا لكن عند اليوم الثامن وصلة الي دروة النمو ثم بداء التركيز يقل تدريجين ، وهذا يدل علي ان العامل المحفر سارع في مرحلة النمو

## العلاقة بين النسب المئوية نسبة تحلل الديزل (معدل التكسير الحيوي)

استعملت تقنية كروماتوكرافيا الغاز لقياس التحلل الحيوي للديزل المعامل بالحماة المنشطة في هذه الدراسة إذ لوحظ النسبة المئوية لتكسير الديزل بالنسبة للعينات متقاربة التركيز كانت عالية جدا للعينة (2) مضاف الية موادج مضافة، ومن هذا نستنتج أن البكتريا الموجودة في الحماة المنشطة لها القدرة على تكسير الديزل عند,(1) افضل من العينة تراكيز 10% ، 30% ، 50%.ولكن افضلها 30 % للعينة(2) حيث وصلت نسبة تفكك المواد العضوية الي 100 % خلال فترة زمنية 12 يوم

## الخلاصة

1- وجود الكائنات الحية الدقيقة في التربة يساهم فى انخفاض سمية الملوثات الهيدروكربونات البترولية الكلية وتحويلها الى مركبات غير سامة

2- للكائنات الحية الدقيقة القدرة على تفكيك الديزل وبالتالي خفض او الازالة التامة للملوثات العضوية بمرور الزمن.

## التوصيات:

1- هذه دارسة اقتصرت على التجارب المعملية، لذا نوصي بتوسيع الدارسة لتشمل دارسات الحقلية.

2- أجراء دراسات مستقبلية لتحديد أفضل درجة حرارة يتم فيه تفكك الحيوي لديزل.

3- دارسة أنواع أخرى من الهيدروكربونات ومعرفة كفاءة الكائنات الدقيقة في معالجتها حيويا.

4- استخدام تركيز اخري من الديزل مثل اقل من 10 % وكذلك أكثر من 50 % لمعرفة كفاءة الحماة المنشطة في المعالجة الحيوية.

5- إطالة عمر الدراسة لملاحظ المرحلة الأخيرة من مراحل نمو البكتيريا حيث ينتهي الغذاء وتصل الي مرحلة الموت.

## المراجع

[1] سنان فهد أبوقمر، "تحسين قدرة النباتات علي تنظيف الارضي الملوثة بالنفط الخام باستخدام الاكتينوبكتيريا: نطبيقات عملية في الامارات "، مجلة عجمان للدراسات والبحوث،المجلد التاسع عشر ، العدد الاول لسنة 2020.



Copyright © LJAST

حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

[2] ظافر فخري عبدالقادر ، "هونر هيوا عارف ، عدنان علي حماد ، "اختبار كفاءة تحلل الهيدروكربونات بواسطة بكتيريا معزولة من ترب ملوثة بالمشتقات النفطية" ، مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة ، المجلد التاسع، العدد الثالث لسنة 2015 .

[3] أيمان الصادق منصور الحمادي، "عزل وتعريف البكتيريا السائدة في الترب الملوثة بالنفط ومشتقاته وقابليتها لاستهلاك الهيدروكربونات "، Annals of Agric. Sci. Moshtohor, Vol. 52(3) (2014), 433–450.

[4] وفاء محروس عامر ، "المعالجة الحيوية للملوثات البيئية" ، مجلة أسيوط للدراسات البيئية ، العدد الحادي والعشرون لسنة 2001 .



Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية