استصلاح فيزيائي وبيولوجي للترب الملوثة بالمواد البترولية

الدكتور قاسم الفرج

قسم التربة واستصلاح الأراضي، كلية الزراعة – جامعة الفرات

الملخص

تجربة حقلية تم تنفيذها في حاوي الطوب في منطقة دير الزور بهدف إجراء استصلاح فيزيائي لتربة ملوثة بالمواد النفطية المنقولة من منطقة الجفرة وبناء عليه فقد تم نقل كمية من التربة الملوثة وعلى عمق(2) متر وتم زراعتها بالشعير بعد خلطها بتربة نظيفة (تربة حاوي الطوب) وفق النسب التالية(10% ، 20% ، 30% ، 40% و 50%) مع شاهد تربة ملوثة وأخرى تربة نظيفة وجرى تقدير كمية ثاني أكسيد الكربون الناتج من التربة كمؤشر على تحلل المركبات النفطية كافة على تقدير محتوى تربة التجربة من الفطريات والبكتريا والأكتينومايس والفينولات الكلية وكانت النتائج كالتالي

انخفاض أعداد الفطور والبكتريا في الترب الملوثة وارتفاعها في التربة النظيفة وازدياد كمية ثاني أكسيد الكربون في المعاملتين الثالثة والرابعة 441.6 - 391.9على التوالي وبفارق معنوي بالمقارنة مع باقي المعاملات ذات نسب الخلط 30%، 40% و50% لأن الملوثات النفطية مارست دور سمي لميكروبات التربة فانخفض نشاطها التحللي المتمثل في انتاج ثاني أكسيد الكربون تفوق معاملتي الخلط 10% ، 20%على باقي المعاملات في مؤشرات المحصول (الكتلة الحيوية، الإشطاء، الإنتاجية)

.....

كلمات مفتاحية: مواد نفطية –تربة ملوثة – استصلاح فيزيائي، استصلاح بيولوجي- بكتريا - فطور

المقدمة

ملايين الأطنان من الملوثات والمخلفات العضوية النفطية الخامية تجد طريقها إلى التربة ومياه المحيطات سنويا بالصدفة، أو (الإهمال)، أو عن طريق صرف بقايا النفط ومشتقاته المختلفة في مواقع استخراجه والمناطق المحيطة به، والنفط مادة عضوية معقدة التركيب تتكون من مواد كربونية ألفاتيه وحلقية وعطرية يمكن أن تؤثر بها الأحياء الدقيقة في التربة وأن تحللها مستخدمة كربونها كمصدر للطاقة (Ogboghodo etal 2004) وهذا التحليل يعتمد بشكل مركز على الانزيمات التي تفرزها هذه الميكروبات وعلى عوامل بيئية أخرى مساعدة(Chaicau et.al 2003)

وباعتبار التربة أحد أهم المكونات البيئية الأساسية في النظام البيئي الكوني لما تمتلكه من خاصية حيوية تجعل التربة دائما في حركة ديناميكية ذاتية ذات فعل حيوي يجعل منها كائنا حيا ينبض بالحياة، والذي يتجلى في مجاميع كائناتها الحية الدقيقة المختلفة وقدرتها السريعة على تحليل أو تخليق مركبات جديدة تتوافق ورد أي فعل بيئي يمكن أن يؤثر عليها.

(Youdeowei 2008) (Daniel and Braid 2004)

لذا فإن البحث في الطرائق التي تحد من هذا التلوث تعددت، فمنها ما هو كيمياوي يعتمد على استخدام مركبات كيميائية التي غالبا ما تترك آثارا بعد الاستعمال (Mclead and etlis 2008) ومنها ما هو فيزيائي ميكانيكي يعتمد على إزالة النبع باستخدام التقنية الميكانيكية (الإزالة)

Essien. and. Anati (2009)

ولكن تبقى الطرائق الحيوية التي تعتمد على النشاط الحيوي للميكروبات في إزالة التلوث النفطي أكثر فاعلية وانتشار، إذ تقوم هذه الميكروبات الموجودة أصلا في التربة أو التي تضاف لها على أساس أنها ميكروبات أثبتت فاعلية عالية في تحليل وتفكيك مثل هذه المركبات الهيدروكربونية، فهذه الميكروبات تستخدم المركبات الهيدروكربونية كمصدر للكربون الذي تعتبره مصدر للطاقة لها والذي يتجلى من خلال قياس غاز ثاني أكسيد الكربون كناتج احتراق أو تحلل لهذه المركبات. وفي دراسات عدة جرى قياس تحلل المركبات البترولية الملوثة للترب بفعل أجناس أو أنواع بكتيرية.(Diaz E.(2008

وتبقى التقانة الحيوية توفر الحلول البيئية لمجموعة واسعة من هذه الملوثات. اذ توجد في الطبيعة بكتيريا محللة للنفط ولكنها تكثر في مياه البحر الملوثة بالنفط بشكل دائم. تحتاج هذه البكتيريا إلى عناصر كثيرة بينها: مغنيزيوم، فوسفور ونيتروجين. وتعد البكتيريا والفطريات من أهم الكائنات الدقيقة التي لها القدرة على أكسدة أو تحلل المواد النفطية. وهذه الكائنات الدقيقة واسعة الانتشار في التربة وفي البيئات المائية. وقد قام كثير من الباحثين بدراسة هذه الكائنات ودراسة قدرتها على القيام بعملية التحلل البيولوجي داخل المختبرات

(Koukkou 2011)(Loughlin etal2000) (Luzier 2007) (Diaz 2008) وما بحثنا هذا إلا شكل من أشكال المعالجة الفيزيائية وبآلية حيوية طبيعية لترب ملوثة بمواد نفطية خامية

أهمية البحث:

لما التلوث النفطي في التربة من مخاطر بيئية دفع الكثير للتفكير في طرق مختلفة لتنظيف البيئة من هذه الملوثات ولكن التكامل بين الاستصلاح الفيزيائي والبيولوجي للترب الملوثة مع استخدام بعض العوامل البيوكيماوية (الاستزراع) و التي يعتبر أحد أهم الطرق الطبيعية التي تؤدي إلى زيادة معدل التحلل البيولوجي للمواد النفطية من التربة وتنظيفها من هذه الملوثات

الهدف من البحث:

دراسة التكامل بين الاستصلاح الفيزيائي والبيولوجي للترب الملوثة بالمواد البترولية من خلال تقدير

أ- الكتلة الحيوية للمحصول النباتي المستخدم في عملية الاستصلاح

ب- الفينولات الكلية في النبات والتربة

ت- ثاني أكسيد الكربون في التربة الملوثة.

ث- أعداد الميكروبات الكلية (فطريات و بكتريا وأكتينومايس)

مراحل تنفيذ البحث:

- نقل التربة الملوثة على عمق حتى مترين من منطقة الجفرة (تربة ملوثة) إلى حاوي الطوب بهدف استصلاحها بتربة نظيفة وفق نسب خلط متدرجة
- خلط التربة الملوثة وزراعتها بمحصول حبي (الشعير) يهدف لإعادة تأهيل التربة (استزراعها) وتنظيفها من الملوثات
- قياس وتقدر كمي لغاز ثاني أكسيد الكربون المنطلق من هذه التربة تحت تأثير الاستزراع

مواد وطرائق العمل:

1 موقع التجربة: لقد تم تنفيذ تجربة حقلية للموسم الزراعي (2011/2010) في منطقة الاستصلاح بحاوي قرية الطوب بدير الزورحيث تم جلب تربة ملوثة بمواد نفطية خامية من منطقة الجفرة وخلطها مع ترب منطقة حاوي الطوب بهدف استصلاحها وتنظيفها من المخلفات النفطية

2 جرى تحليل عينة تربة مركبة مأخوذة من موقع الدراسة (تربة حاوي الطوب)، والجدول (1) يبين أهم خصائص تربتي التجربة قبل الزراعة

الجدول (1) يبين بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لتربتي التجربة قبل الزراعة

مصدر التربة	التركيب الميكانيكي %			غ/100 غ تربة		PPm			pH	dsm/Ec 1/5
	رمل	سلت	طين	مادة عضوية	CaC03	N	P	K		
حاوي الطوب	43.12	30.10	26.78	0.823	27.4	4.04	1.35	113.6	7.85	1.15
حاوي الجفرة(ملوثة)	31.5	38.0	30.50	2.93	7.93	13.5	33.2	355.4	8.12	0.820

3 تصميم التجربة:

استخدم تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بثلاث مكررات الواحدة، وتمت عملية الخلط على عمق 70 cm وقد تم دراسة المعاملات التالية:

1 – شاهد (تربة ملوثة 100%)

2 - شاهد (تربة نظيفة 100%)

3- تربة ملوثة 10% + تربة نظيفة 90%) بمعدل (500) متر مكعب تربة ملوثة منقولة/ للهكتار

4 - تربة ملوثة 20% + تربة نظيفة 80%) بمعدل (1000) متر مكعب تربة ملوثة منقولة/ للهكتار

5 - تربة ملوثة 30% + تربة نظيفة 70%) بمعدل (1500) متر مكعب تربة ملوثة منقولة/ للهكتار

6 – تربة ملوثة 40% + تربة نظيفة 60%) بمعدل (2000) متر مكعب تربة ملوثة منقولة/ للهكتار

7 - تربة ملوثة 50% + تربة نظيفة 50%) بمعدل (2500) متر مكعب تربة ملوثة منقولة/ للهكتار

مع الأخذ بعين الاعتبار أن نسبة الخلط تمت على أساس حجمي، حيث قدرت مساحة القطعة التجريبية الواحدة (عرض 4 متر وطول 5 متر)

4 قياس ثاني أكسيد الكربون:

تم قياس ثاني أكسيد الكربون وفقا لطريقة (ISMEIR 1962) باستخدام المرطبانات الزجاجية المحكمة الإغلاق بطريقة المعايرة واستخدم لهذه الطريقة مرطبانات زجاجية محكمة الإغلاق حاوية على ماءات البار يوم عيار 0.1n

5 التحليل الميكروبيولوجي:

جرى تحليل لعينات التربة المدروسة مكروبيولوجيا باستخدام طريقة التخفيف و الصب بالأطباق Standard Plate Count Methodsبهدف تقدير العدد الكلي لأهم مجاميع الميكروبات في التربة

6 تسميد التربة:

1الأسمدة الفوسفاتية بمعدل 20 كغ/هكتارP205 قبل الزراعة

2الأسمدة الآزوتية: بمعدل 70 كغ/هكتار يوريا عند بداية الإشطاء

7 المحصول المدروس: الشعير الاسود العربي

النتائج والمناقشة:

بعد أن تم نقل التربة بهدف استصلاحها حيوياً بالاعتماد على المحتوى الطبيعي للتربة من الميكروبات جرى تنفيذ التجربة وفق معاملاتها السبعة بعد أن جرى توصيف كيمياوي وفيزيائي للترب الملوثة والنظيفة والجدول (1) يوضح أهم الخصائص الفيزيائية والكيمياوية لترب التجربة.

ولتقدير مدى التحلل الحيوي للمخلفات النفطية في التربة كان لابد من تقدير كمية ثاني أكسيد الكربون الناتج منها وفقا لتسلسل زمني (بعد الإنبات) ، (عند تمام الإشطاء) ، (قبل الحصاد) ، ولدى قراءة نتائج هذا الجدول نجد أن كمية ثاني أكسيد الكربون في المعاملة (1) وهي شاهد (تربة ملوثة) قد كانت أخفض كمية في مراحل القياس الثلاثة وهذا يدل على ضعف النشاط الميكروبيولوجي في هذه التربة الملوثة ، وإذا ما قورنت مع التربة النظيفة نجد أن كمية ثاني أكسيد الكربون قد زادت في الترب الغير ملوثة بفروق ذات دلالة معنوية واضحة . لكن المقارنة الأهم في هذا الجدول هي نتائج المعاملة رقم (3) ، (4) والتي كانت بها نسب الخلط على التوالي (10% ، 20%)إذ كانت قيم ثاني اكسيد الكربون أعلى القيم وقد بلغت في المعاملة الثالثة 234.8، 378.3، 391.9 (ملغ/100غرام تربة) على التوالي في مواعيد القياس الثلاثة وبلغت اعلى قيمة في المعاملة الرابعة عند موعد القراءة قبل الحصاد وبلغت 441.6(ملغ/100غرام تربة)ثم بدأت قيم ثاني أكسيد الكربون تنخفض مع زيادة نسب الخلط بالتربة الملوثة وبلغت أقل قيمة لها عند المعاملة السابعة (نسبة الخلط 50%) وبلغت 179.7 (ملغ/100غرام تربة) ومنه نستنتج أن نسب الخلط (10% ، 20%) تربة ملوثة بمواد نفطية مع تربة نظيفة أعطى كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون بالمقارنة مع الشاهد أو باقي المعاملات وهذا يدل على أن هذه النسب من الخلط لم تشكل عامل

سمي لميكروبات التربة بل عملت كعامل حيوي غذائي مشجع لنموها هذا مؤشر حيوي على أن المخلفات البترولية بنسب ضعيفة مشجعة للنمو المكروبي انعكس من خلال كميات ثاني اكسيد الكربون المنبعث من التربة نتيجة النشاط الحيوي لميكروبات التربة

الجدول (2) يبين قيم ثاني اكسيد الكربون في التربة (ملغ/100غرام تربة)

القراءات	معاملة 1 شاهد	معاملة 2 شاهد	معاملة 3	معاملة 4	معاملة 5	معاملة 6	معاملة 7	(L.S.D) %5
بعد الإنبات	147.5	201.7	234.8	321.3	291.7	203.2	181.5	32.7
تمام الإشطاء	156.6	234.5	378.3	339.5	272.7	198.5	138.7	28.8
قبل الحصاد	173.7	241.3	391.9	441.6	290.8	201.3	179.7	34.5

ومع استكمال تقدير ثاني أكسيد الكربون كمؤشر عام على النشاط الميكروبيولوجي في التربة، كان لابد من تأكيد هذه النتيجة من خلال تقدير أعداد هذه الميكروبات في تربة التجربة ونتائج الجدول (3) تبين هذه القيم بالإضافة إلى الفينولات الكلية ومن خلال استقراء نتائج هذا الجدول نجد أنها تتوافق من حيث المبدأ مع الجدول (2) ونجد أن أعداد الفطريات بلغت أعلى قيمة لها عند المعاملة (4) وبلغت(**17.0** ×10000) وأقل قيم عند المعاملة (1) الشاهد أي التربة الملوثة وبلغت (**4.30** ×10000) والنتيجة ذاتها نجدها عند تقدير البكتريا والفينولات الكلية أي أن المعاملة الرابعة وهي نسبة الخلط (20%) اظهرت أفضل انعكاس إيجابي على أعداد الفطريات والبكتريا في هذه المعاملة وبفروق معنوية مع باقي المعاملات ومنه نستنتج ان أفضل نسبة خلط في الاستصلاح الفيزيائي للترب الملوثة يكون عند نسبة الخلط 20% والذي انعكس بشكل إيجابي على أعداد الميكروبات في التربة باستثناء الأكتينومايسس لأن هذه المجموعة تحتاج لمواد عضوية صعبة التحلل مثل السيللوز والكيتين بينما الفضلات النفطية مركبات كربونية سهلة التحلل تنشط من خلالها البكتريا والفطريات

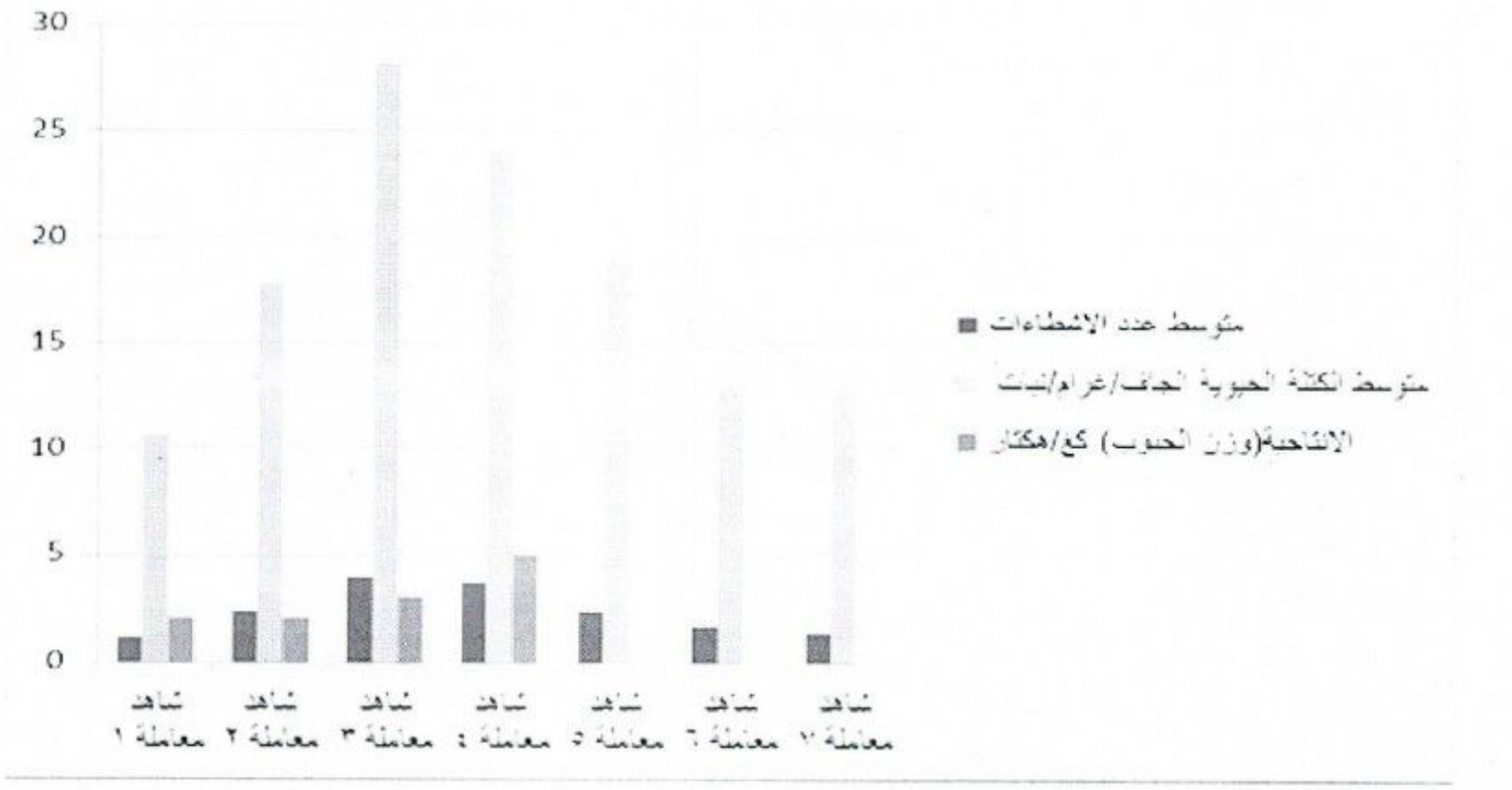
جدول(3) العدد الكلي لمجاميع الأحياء الدقيقة النامية و الفينولات الكلية تحت تأثير مستويات مختلفة من الخلط للتربة

المعاملات	وزن الكتلة الفطرية الرطبة (غ)			
	الفطريات ×10000	البكتريا ×1000000	الأكتينومايس ×1000	الفينولات الكلية ملغ/100مادة جافة
شاهد معاملة1	4.30	7.30	1.3	0.345
شاهد معاملة2	9.00	12.0	0.0	0.421
شاهد معاملة3	16.3	33.60	3.0	0.678
شاهد معاملة4	17.0	25.82	2.3	0.843
شاهد معاملة5	12.0	12.15	1.3	0.780
شاهد معاملة6	11.3	12.96	1.0	0.689
شاهد معاملة7	11.3	10.99	1.0	0.562
L.S.D. 5%	1.98	7.54	0.087	0.198

وقد جرى تقدير الفينولات الكلية في الترب كمؤشر بيوكيماوي ورد فعل الميكروبات على التراكيز المختلفة من المواد النفطية وبالفعل فقد ارتفعت قيم الفينولات الكلية في التربة مع ازدياد أعداد الميكروبات التي تقاوم رد الفعل البيئي المتمثل في الإجهاد المتمثل في تراكيز المركبات النفطة في التربة

الجدول(4) يبين وزن الكتلة الحيوية (غ/مادة جافة/متر مربع) لمحصول الشعير تحت تأثير مستويات مختلفة من الخلط

المعاملات	متوسط عدد الإشطاءات	متوسط الكتلة الحيوية الجافة/غرام/نبات	الإنتاجية (وزن الحبوب) كغ/هكتار
شاهد معاملة1	1.1	10.59	835.40
شاهد معاملة2	2.3	17.84	1421.6
شاهد معاملة3	3.9	28.18	1875.1
شاهد معاملة4	3.7	23.96	1909.3
شاهد معاملة5	2.3	18.89	1031.3
شاهد معاملة6	1.6	12.85	911.5
شاهد معاملة7	1.3	13.12	732.2
(L.S.D) 5%	0.074	4.345	145.56



مخطط بياني يبين فيه العلاقة ما بين المعاملات ومتوسط عدد الاشطاءات ومتوسط الكتلة الحيوية الجافة والانتاجية

وفي نهاية التجربة كان لابد من إجراء بعض التقديرات التي تخص النبات والذي يمثل المؤشر المحصولي لهذه التجربة ونتائج الجدول (4) تبين أهم هذه القيم ولدى دراسة متوسطات الإشطاء تبين ان اقل عدد إشطاءات كان في التربة الملوثة وبلغ في المتوسط (1.1)وأعلى قيمة كانت في المعاملة الثالثة وبلغت (3.9) وقد انعكست هذه القيم بشكل إيجابي على الكتلة الحيوية للمحصول وبخاصة في المعاملتين الرابعة والخامسة والتي كانت فيهما نسب الخلط (10% ، 20%) وتبلورت النتيجة بشكل نهائي في تقدير الإنتاجية والتي أكدت تفوق المعاملتين الرابعة والخامسة بشكل معنوي على باقي المعاملات

الاستنتاجات:

من خلال المناقشة التي تقدمت للنتائج والمؤشرات التي استخدمت في القياس للترب المستخدمة في هذا البحث نستنتج:

i. انخفاض أعداد الفطور والبكتريا في الترب الملوثة وارتفاعها في التربة النظيفة

ii. ازدياد كمية ثاني أكسيد الكربون في المعاملتين الثالثة والرابعة وبفارق معنوي بالمقارنة مع باقي المعاملات وهذا دلالة على النشاط الميكروبي

iii. انخفاض كمية ثاني اكسيد الكربون في معاملات الخلط بالنسب 30%، 40% 50% لأن الملوثات النفطية مارست دور سمي لميكروبات التربة فانخفض نشاطها التحللي المتمثل في ثاني أكسيد الكربون

iv. أعطى مؤشر تقدير الفينولات منعكس إيجابي على رد فعل ميكروبات التربة اتجاه المواد النفطية كملوثات تمارس إجهاد بيئي عليها

v. تفوق معاملتي الخلط 10% ، 20%على باقي المعاملات في مؤشرات المحصول (الكتلة الحيوية، الإشطاء، الإنتاجية)

التوصية: ينصح من خلال نتائج التجربة الأولية

a. التركيز على نسب الخلط 10% ، 20% عند الاستصلاح الفيزيائي للترب الملوثة بمعالجتها مع ترب نظيفة

b. الاستمرار في البحث وإدخال مؤشرات تخص كيمياء التربة (تقدير معادن ثقيلة)

References:

1. Chainea, C.H; Lepremian G. and J. Ballerini (2003)
   Bioremediation and Toxicity Assessment water, air and soil pollution 144(1-4):419-440.

2. Daniel-Kalio, L.A and Braido S.A (2004)
   the effect of oil spill on a cultivated wet land area on the Niger Delta.

3. Diaz E. (2008) Mocrobial Biodegration Soil Caister Academic Press. ISBN 978-16-3

4. Essien, J.P. and S.P. Anati (2009)
   Chromatium Species and emerging bioindicator of crude oil pollution of tidal mud flats in the Delta Mangoue ecosystem, Nigeria Environment Monitoring and assessment 153(1-4)

5. Koukkou, A.I(2011)

   Microbial Biremediation of non-metal, current research. Caister Academic Press. ISBN 978-83-7

6. Luzier, W.D (2007)
   Petroleum and Soil Pollution Jvostsnalal. (22),117-125

7. Loughlin, E.J; Traina, S.J and G.K Sims (2000) Effect of sorption on the biodegration of melt.

8. Mcleod M.P and L.D eltis (2008)
   Genomic insights into the aerobic pathway for degration of organic pollutants, Microbial Biodegration. Caister Academic Press ISBN 978-17-2

9. Ogboghodo, I.A; Iruaga E.K; Osemwotai and J.U Choker (2004)
   An Assessment of the effect of crude oil pollution On Soil properties, Germination and growth of maize
   Using tow crude types.
   Environmental Monitoring and Assessment (96)1-3:143-152

10. Youdeowei, P.O (2008)
    the effect of crude oil pollution and subsequent fire on the engineering geolog and environ. 76(1):119-121

Physical and biological reclamation Polluted soils By Petroliam s By Materials

Soils Science Department, Faculty of Agriculture, Al-Furat University.

Summary

The research was carried out in Atoob Hawi in Dier Ezzor region in order to conduct physicist reclamation of Pollused soils oil contaminated . The contaminated soil was taken on \2\ in depth of the ALJUFRA a fields and mixed with pure soil of Atoob Hawi according to the following percentage (10% ,20% ,30% ,40%, 50%) as well as contaminated and uncontaminated soils all the soils was cultivated of barley .

The evaporated co2 of soils was estimated as indicator of decomposition of compounds that guide to evaporation amount of fungi , bacteria ,apoktinomays and the total phenols .

Results showed of decreasing amount of fungi and bacteria in the contaminated soils but increasing it in the uncontaminated . The amount of carbon dioxide increased significantly in mixing 30% and 40% with value 39109 , 44106 respectively , and the explanation of that refers to taxonic effect of oil contaminated in the other side , the mixing 10% and 20% was superiority of the biomass and productivity characteristics .

.....

Keyrds:oil maferi ales folluted soil –phycecal-pioloical reclamatiom .Baekria.Funyi