

استخدام الاصلاح النباتي لازالة الملوثات النفطية وتأثيره في بعض صفات التربة الكيميائية

حامد حسين الجبوري

مازن فاضل القره غولي

أستاذ مساعد

مدرس مساعد

قسم علوم التربة والموارد المائية / كلية الزراعة / جامعة بغداد

mazinalqrghwly@yahoo.com

المستخلص

أجريت تجربة حقلية لدراسة تأثير إضافة زيت محركات الديزل المستعمل بمستويات مختلفة ونوعين مختلفين من النبات (الجت والشعير)، ومستويين من السماد NPK 100 و 50 كغم.ه⁻¹ في بعض صفات التربة الكيميائية ذات نسجة مزيجة، ولتحديد كفاءة النبات في تحليل وخفض نسبة الهيدروكربون النفطي في التربة. أضيف زيت محركات الديزل المستعمل الى التربة بالمستويات 0، 20، 40، 60 كغم.ه⁻¹ بدءاً من 11-8-2010 وبعد ثلاثة أشهر من هذا التاريخ تمت الزراعة في أصص. انخفض تركيز الأيونات الذائبة في التربة من (5.74 و 4.32 و 1.82 و 1.41 و 6.40 و 1.7 و 5.73) سنتي مول.كغم⁻¹ الى (3.51 و 2.32 و 0.57 و 0.63 و 3.29 و 0.61 و 2.72) سنتي مول.كغم⁻¹ لكل من الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم والصوديوم وكلوريدات والبيكاربونات والكبريتات الذائبة بالتتابع وزاد تركيز النتروجين الكلي من 0.53 الى 0.83 كغم.ه⁻¹ والكاربون العضوي من 6.5 الى 45.2 كغم.ه⁻¹ وسعة التربة التبادلية للأيونات الموجبة من 18.10 الى 23.11 سنتي مول.كغم⁻¹ وأعداد إحياء التربة المجهرية من 19.7 و 18.4 الى 63.21 و 41.23 CFU لكل من البكتريا والفطريات بالتتابع بعد ثلاثة أشهر من الاضافة مع زيادة مستويات إضافة زيت محركات الديزل المستعمل، والحصول على انخفاض معنوي في تركيز المتبقي من زيت محركات الديزل في التربة حققتها معاملة نبات الجت ومعاملة إضافة السماد (100كغم.ه⁻¹) مقارنة مع المعاملات الاخرى. الحصول على نتائج مقبولة إحصائياً نتيجة تطبيق طريقة البنزين المقترحة في تقدير تركيز زيت محركات الديزل المستعمل المتبقي في التربة. نوصي باستخدام النبات البقولي في الاصلاح النباتي كما نوصي باعتماد تقنيات أخرى لإضافة السماد N-P-K. كلمات مفتاحية: الجت، الشعير، محركات الديزل، NPK.

*البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الأول

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences – 44(1): 130-137, 2013 Al-Qaragolley & Al-Jubouri

USING PHYTOREMEDIATION TO REMOVE PETROLEUM CONTAMINANTS AND ITS EFFECT ON SOME SOIL CHEMICAL CHARACTERISTICS

M. Al-Qaragolley*

H. Al-Jubouri

Assistant Lecture

Assistant Professor

Dept. Soil Sci. and Water Resources / College of Agric. / University of Baghdad

mazinalqrghwly@yahoo.com

ABSTRACT

A field experiment was conducted to study the effect of adding diesel engines oil used at different levels and two different species of plants (alfalfa and barley), and two levels of NPK 100 and 50 kg. ha⁻¹ the use of fertilizer, in some soil chemical characteristics, and to determine the efficiency of the plant in the analysis and reduce hydrocarbon oil in the soil. Diesel engine oil was added to the soil at levels of 0, 20, 40 and 60 g. Kg⁻¹ After three months the soil was cultivated in pots. Results showed that there was a significant decrease in the soluble cations in soil from (5.74, 4.32, 1.82, 1.41, 6.40, 1.70 and 5.73) Cmol.Kg⁻¹ to (3.51, 2.32, 0.57, 0.63, 3.29, 0.61 and 2.72) Cmol.Kg⁻¹ for all from Ca, Mg, K, Na, Cl, HCO₃ and SO₄ successively and a significant increase in the concentration of total nitrogen from 0.53 to 0.83 gm.Kg⁻¹, organic carbon 6.5 to 45.2 gm.Kg⁻¹, CEC 18.10 to 23.11 Cmol₊.Kg⁻¹ and numbers of microorganisms from 19.7 and 18.4 to 63.21 and 41.23 CFU for all from bacteria and fungi in soil after storing with increase oil levels added. There was also a significant decrease in the concentration values of oil in soil in treatment alfalfa plant and fertilizer additions (100 kg. ha⁻¹) compared with other treatments.

Key words: alfalfa, barley, diesel engine, NPK .

*Part of M.Sc. Thesis of first author.

المقدمة

تعد المخلفات الهيدروكربونية المحترقة معقدة جداً يمكن أن تبقى لمدة زمنية طويلة في البيئة (9) ومصادر وجود الهيدروكربون النفطي في البيئة مرتبط بعملية استهلاكه فضلاً عن الحوادث التي تؤدي الى التسرب من الأنابيب، أو الحاويات النفطية، والنواتج العرضية في أثناء عملية النقل التي يمكن أن تؤدي الى تلويث البيئة (4، 7، 15، 26). التلوث بزيت المحركات المستعمل احد أهم المشاكل الواسعة الانتشار في البيئة وأهمها التلوث بالنفط الخام (23)، كما أن المشتقات النفطية المختلفة الواصلة الى التربة تسبب خطراً فعالاً، لاحتوائها على مواد كيميائية سامة ولاسيما الهيدروكربونات الحلقية العطرية (14)، ويمكن أن يسبب النفط تأثيراً فيزيائياً لمنع، أو تقليل وصول الماء، والأوكسجين الى البذور (1). توجد طرائق مختلفة لإعادة توازن البيئة الملوثة بالمخلفات النفطية، وتتضمن هذه الطرائق الفيزيائية، والكيميائية، والحيوية (8)، ومن بين هذه الطرائق طريقة الاستصلاح النباتي التي تتم باستعمال النباتات، والإحياء المجهرية التي تعمل على إعادة توازن المركبات السامة (19)، وهذه الطريقة تستند على مقدرة النبات، والإحياء المجهرية على ازالة المواد السامة من المواقع الملوثة (19) تعتمد كفاءة نجاح هذه التقنية على آلية اختيار نوع النبات، واستعمال الأسمدة، وغيرها وأكثر النباتات كفاءةً هي النباتات البقولية (11). يتم الكشف عن المركبات الهيدروكربونية النفطية باستخدام الطرائق الكيميائية المتخصصة، من هذه الطرائق المستخدمة التي تتم باستخدام جهاز كروماتوغرافيا الغاز (G-C) (27)، والأخرى باستخدام طيف الأشعة تحت الحمراء (I-R) (10). إن إضافة المخلفات النفطية تؤثر في بعض صفات التربة الكيميائية منها محتوى التربة من المادة العضوية OM، والسعة التبادلية للأيونات الموجبة CEC، ومحتوى التربة من الكربون العضوي OC (20، 21، 30، 31). هدف الدراسة الحالية هو تنقية التربة الملوثة بمستويات مختلفة من مخلفات زيت الديزل المستعمل باستخدام نوعين من النباتات، النبات الأول الجت (*Medicago sativa L.*)، والنبات الثاني الشعير (*Hordeum vulgare L.*)، وتأثير مستويات التسميد في التجربة.

المواد والطرائق

أجريت هذه الدراسة في جامعة بغداد - كلية الزراعة - قسم علوم التربة والموارد المائية. عام 2010 - 2011، لدراسة كفاءة تقنية الاستصلاح النباتي في ازالة الملوث النفطي وتأثيره في بعض صفات التربة الكيميائية. جمعت عينات التربة من الأعماق 0-30 سم، محافظة بغداد_الجادرية، ومررت بمنخل قطر فتحاته 4 ملم (جدول 1 بعض صفات الكيميائية والفيزيائية لتربة الدراسة). جمعت عينات زيت محركات الديزل المستعمل من مصادر مختلفة تشمل مدن البياع والدورة واليوسفية، عملت عينة مركبة لاستخدامها في الدراسة (صفاتها في جدول 2). عبثت التربة في حاويات بلاستيكية ذات شكل متوازي المستطيلات مفتوحة من الأعلى، سعة 25 كغم تربة، وأضيف إليها زيت المحركات الديزل المستعمل بالمستويات 0، و20 و40 و60 كغم⁻¹، لغرض التلويث وخلطت بشكل متجانس، ثم حفظت تحت أشعة الشمس، لمدة ثلاثة أشهر بدءاً من تاريخ 11-8-2010، وقلبت لضمان تعريضها لأشعة الشمس وحدثت عملية تبخر وأكسدة المركبات الهيدروكربونية (17). استخدمت أصص بلاستيكية سعة 10 كغم تربة لغرض الزراعة ووضع في كل أصيص (6 كغم تربة غير معاملة الى الأسفل + 4 كغم تربة معاملة بزيت محركات الديزل المستعمل الى الأعلى) وزعت حسب التصميم العشوائي الكامل CRD. زرعة الجت (*Medicago sativa L.*)، والشعير (*Hordeum L. vulgare*) بتاريخ 11-11-2012، وتم الري وصولاً الى السعة الحقلية، ويعاد السقي عند استنزاف 50% من الماء الجاهز على أساس الطريقة الوزنية. أضيفت الدفعة الأولى من السماد بتاريخ 11-11-2010، كمية كاملة لكل أصيص كدفعة أولى أما الدفعات الأخرى التي تشمل المستويين فأضيفت لنبات الشعير فقط بسبب قدرة نبات الجت على تثبيت النتروجين (21). وكانت الإضافة حسب مراحل نمو الشعير، بعد 30 يوماً من الدفعة الأولى (مرحلة التفرع)، وبعد 45 يوماً من الدفعة الأولى (مرحلة البطانة) (3). وخففت النباتات بمعدل 7 نباتات لكل أصيص، تم الحصاد بتاريخ 11-5-2011، بعد ستة أشهر من الزراعة، كما أخذت عينات من تربة الأصص، وعملت عينة مركبة لإجراء بعض التحاليل الكيميائية، والفيزيائية والحيوية الآتية بعد

العضوية (OM) قدرت بطريقة الأوكسدة الرطبة (Walkley و Black) (18). الفسفور الجاهز قدر باستعمال بيكاربونات الصوديوم (0.5 M) NaHCO_3 حسب طريقة اولسن وطور اللون بمولبيدات الامونيوم وحامض الاسكوريك،

تجفيف العينات هوائياً، وإزالة الشوائب، وتنعيمها بمطريقة بلاستيكية يدوياً، وإمرارها من منخل قطر فتحاته 2 ملم وتم تقدير هذه الصفات بالطرائق الآتية: الايصالية الكهربائية (ECe) و درجة تفاعل التربة المشبعة (pHe) تم تقديرهما في مستخلص العجينة المشبعة (27). المادة

جدول 1. بعض صفات التربة الفيزيائية والكيميائية والحيوية المستعملة في الدراسة

القيم	وحدة القياس	الصفات
1.47	ديسي سيمنز .م ⁻¹	الايصالية الكهربائية ECe
7.14	-	درجة تفاعل التربة pH
5.74	سنتي مول .كغم ⁻¹	الكالسيوم الذائب Ca^{++}
4.32	سنتي مول .كغم ⁻¹	المغنسيوم الذائب Mg^{++}
1.82	سنتي مول .كغم ⁻¹	البوتاسيوم الذائب K^+
1.41	سنتي مول .كغم ⁻¹	الصوديوم الذائب Na^+
6.40	سنتي مول .كغم ⁻¹	كلوريدات الذائبة Cl^-
1.7	سنتي مول .كغم ⁻¹	البيكاربونات الذائبة HCO_3^-
-	سنتي مول .كغم ⁻¹	الكاربونات الذائبة CO_3^-
5.73	سنتي مول .كغم ⁻¹	الكبريتات الذائبة SO_4^-
0.53	غم .كغم ⁻¹	النتروجين الكلي N
21.68	ملغم . لتر ⁻¹	الفسفور الجاهز P
19.35	غم .كغم ⁻¹	المادة العضوية O.M
18.10	سنتي مول .كغم ⁻¹	السعة التبادلية الكاتيونية CEC
278	غم .كغم ⁻¹	معادن الكاربونات
1.2	غم .كغم ⁻¹	الجبس
480	غم .كغم ⁻¹	الرمل
400	غم .كغم ⁻¹	الغرين
120	غم .كغم ⁻¹	الطين
مزيجة	-	صنف النسجة
19.7	$\text{CFU} \cdot \text{gm}^{-1}$ of dry soil	بكتريا
18.4	$\text{CFU} \cdot \text{gm}^{-1}$ of dry soil	الفطريات

* Colony Forming Units (CFU) : وحدة تكوين المستعمرة.

النتائج والمناقشة

يتضح من جدول 3 أن الايصالية الكهربائية للعجينة المشبعة للتربة المعاملة بمستويات مختلفة من زيت محركات الديزل المستعمل، قد انخفضت بزيادة مستوى الإضافة من زيت محركات الديزل المستعمل، إذ حققت معاملة L_0 (0غم.كغم⁻¹) من زيت محركات الديزل المستعمل 1.59 ديسي سيمنز.م⁻¹ أعلى فرق معنوي على كافة مستويات إضافة زيت محركات الديزل وقد يعزى ذلك إلى أن بعض الأملاح الذائبة قد تحولت إلى صور غير ذائبة مقيدة في التربة لارتباطها بالزيوت المضافة التي عملت على تقليل قابلية ذوبان بعض الأملاح بإغلاقها المسامات الموجودة في التربة وتغليف الأملاح (20). كما تشير النتائج إلى وجود تغير معنوي في درجة تفاعل عجينة التربة المشبعة حققتها المعاملة L_3 (60 غم.كغم⁻¹) التي أعطت 7.64، إلا أنها من الناحية الكيميائية لا تعتبر معنوية على أساس نسبة الخطأ المقبول في القراءة (± 0.2) (29) وهذه النتائج تتفق مع نتائج watas وآخرون (31). كما أن في السعة التبادلية للأيونات الموجبة للتربة زادت معنوياً بزيادة مستوى الإضافة، إذ حققت المعاملة L_3 (60 غم.كغم⁻¹) من زيت محركات الديزل المستعمل 23.11 سنتي مول.كغم⁻¹ أعلى فرق معنوي وعلى كافة مستوى الإضافة وقد يعزى ذلك إلى أن تركيب هذه الزيوت المكونة من مركبات هيدروكربونية مختلفة (حلقية وبارافينية وغيرها)، وهذه المركبات تتكون من ذرات عديدة من الكربون، ترتبط بها ذرات الهيدروجين، وعند فقدان هذه المركبات ذرات الهيدروجين نتيجة التفاعلات الكيموحيوية التي تحدث في التربة، تتكون جذور سالبة لها القابلية العالية على امتزاز الأيونات الموجبة الشحنة، أي أنها تسلك سلوكاً مشابه لسلوك المادة العضوية، مما يؤدي إلى زيادة السعة التبادلية للأيونات الموجبة للتربة وهذا ما أشار إليه Kincannon (28) إذ وجد أن إضافة مخلفات نفطية مختلفة إلى التربة أدت إلى زيادة في السعة التبادلية الموجبة في نهاية التجربة، في حين نلاحظ حصول زيادة معنوية ومتوقعة في تركيز الكربون العضوي الكلي في التربة بزيادة مستوى الإضافة، إذ حققت المعاملة L_3 (60 غم.كغم⁻¹) من زيت محركات الديزل المستعمل 45.2 غم.كغم⁻¹ أعلى فرق معنوي وقد يعزى ذلك إلى أن زيت محركات الديزل المستعمل

واجري التقدير باستعمال جهاز قياس الطيف الضوئي Spectrophotometer على طول موجي قدرة 882 نانوميتر كما ذكر في (24) Page. الأيونات الذائبة الموجبة والسالبة تم تقديرها بمستخلص العجينة المشبعة حسب الطرائق الموصوفة في Richards (27) حيث قدر الصوديوم، والبوتاسيوم حسب طريقة جهاز اللهب الضوئي، وقدر الكالسيوم والمغنسيوم حسب طريقة التسخين بالفوسينات (Na₂-EDTA). قدرت الكبريتات حسب الطريقة الوزنية من خلال الترسيب بشكل كبريتات الباريوم. قدر الكلوريد بالتسخين مع نترات الفضة (0.01 N). و قدرت الكاربونات، والبيكارونات حسب طريقة التسخين. التوزيع الحجمي لمفصولات التربة (رمل وغرين وطين) قدرت بطريقة الماصة (5). و قدرت الأعداد الكلية للبكتريا والفطريات بطريقة العد بالإطباق (Plate Count Method) (6). ويعد ثلاثة أشهر من المعاملة قدرت جميع الصفات الكيميائية والحيوية الآتية الذكر بالإضافة إلى أن تركيز الهيدروكربون النفطي المتبقي في التربة قدر حسب طريقة البنزين النقي (25).

جدول 2. بعض مواصفات زيت محركات الديزل المستعمل

القيم	الصفات
232.03	اللزوجة عند 40 م ⁰ (كغم.م ⁻¹ .ثا ⁻¹)
22.09	اللزوجة عند 100 م ⁰ (كغم.م ⁻¹ .ثا ⁻¹)
115	معامل اللزوجة
0.909	الكثافة النوعية عند 6.15 م ⁰ (ميكاغرام.م ⁻³)
6	المركبات الخفيفة (غم.كغم ⁻¹)
953	كربون C (غم.كغم ⁻¹)
0.8	النتروجين N (غم.كغم ⁻¹)
0.37	الفسفور P (غم.كغم ⁻¹)
0.5	الخاصين Zn (غم.كغم ⁻¹)
0.13	الحديد Fe (غم.كغم ⁻¹)
2.3	الرصاص Pb (غم.كغم ⁻¹)

جدول 3. تأثير مستوى الإضافة من زيت محرك لديزل المستعمل في بعض صفات التربة بعد ثلاثة أشهر

LSD _{0.05}	L ₃	L ₂	L ₁	L ₀	وحدة القياس	الصفات
0.022	0.66	0.99	1.22	1.59	ديسي سيمنز.م ⁻¹	الايصالية الكهربائية ECe
0.034	7.64	7.50	7.33	7.32	-	تفاعل التربة pH _e
0.238	23.11	18.92	18.92	18.15	سنتي مول.كغم ⁻¹	السعة التبادلية الموجبة CEC
0.125	45.2	27.6	12.7	6.5	غم.كغم ⁻¹	الكربون العضوي OC
0.111	0.83	0.71	0.68	0.40	غم.كغم ⁻¹	النتروجن الكلي N
0.510	54.48	39.06	18.70	16.25	-	نسبة الكربون الى النتروجين C\N
0.089	12.39	16.22	18.27	19.51	ملغم .كغم ⁻¹	الفسفور الجاهز P
0.013	0.57	0.81	1.01	1.73	سنتي مول.لتر ⁻¹	البوتاسيوم الذائب K ⁺
0.009	0.63	0.77	0.93	1.11	سنتي مول.لتر ⁻¹	الصوديوم الذائب Na ⁺
0.008	3.51	4.58	5.12	5.53	سنتي مول.لتر ⁻¹	الكالسيوم الذائب Ca ⁺⁺
0.005	2.32	3.71	4.26	4.91	سنتي مول.لتر ⁻¹	المغنسيوم الذائب Mg ⁺⁺
0.010	2.72	4.31	4.92	5.73	سنتي مول.لتر ⁻¹	الكبريتات الذائبة SO ₄ ⁻²
0.007	3.29	4.36	5.54	6.42	سنتي مول.لتر ⁻¹	الكلوريدات الذائبة Cl ⁻
0.014	0.61	0.87	1.02	1.30	سنتي مول.لتر ⁻¹	البيكاربونات الذائبة HCO ₃ ⁻
2.403	63.21	41.23	31.74	22.23	CFU.gm ⁻¹	إعداد البكتريا
1.156	41.23	34.92	32.55	21.95	CFU.gm ⁻¹	إعداد الفطريات
0.158	57.1	33.7	13.0	-	غم.كغم ⁻¹	تركيز الزيت المتبقي في التربة

عن خليط من مواد عضوية (هيدروكربونية) ومحتوى الكربون فيه حوالي 953 غم.كغم⁻¹، لذلك فإن أضافته للتربة عملت على زيادة كمية الكربون ومن ثم نسبة الكربون الى النتروجين. يتضح من جدول 3 أن إضافة زيت محركات الديزل المستعمل بمستويات مختلفة الى التربة، أدت الى انخفاض في تركيز الايونات الذائبة، إذ بلغ أعلى فرق معنوي في تركيز K و Na و Ca و Mg و SO₄ و Cl و HCO₃ الذائبة في التربة 0.57 و 0.63 و 3.51 و 2.32 و 2.72 و 3.29 و 0.61 سنتي مول. لتر⁻¹ بالتتابع جميعها عند مستوى الإضافة L₀ (0 غم.كغم⁻¹) من زيت محركات الديزل المستعمل. أما محتوى الفسفور الجاهز P في التربة بلغ 12.39 ملغم.لتر⁻¹ عند مستوى الإضافة L₀ (0 غم.كغم⁻¹) من زيت محركات الديزل المستعمل ووقد يعزى الانخفاض في تركيز الايونات الذائبة في التربة الى أن أضافة زيت محركات

هو أساساً مادة عضوية يحوي على تركيز عالي من الكربون الكلي تقدر بـ 953 غم.كغم⁻¹، جدول 2 وهذا ما أشار إليه Udo و Fayemi (30) إذ حصل على زيادة في محتوى الكربون العضوي بعد 6 أسابيع من معاملة التربة بالمشتقات النفطية. أن تركيز النتروجين الكلي في التربة أزداد معنوياً عند المستوى الإضافة L₃ (60 غم.كغم⁻¹) من زيت محركات الديزل المستعمل 0.83 غم.كغم⁻¹، وقد يعزى ذلك الى محتوى زيت محركات الديزل المستعمل من النتروجين الكلي 0.8 غم.كغم⁻¹ في حين يلاحظ زيادة معنوي في نسبة الكربون العضوي الى النتروجين الكلي في التربة بزيادة مستوى الإضافة، إذ بلغت أعلى فرق معنوي في نسبة الكربون الى النتروجين في التربة عند المستوى الإضافة L₃ (60 غم.كغم⁻¹) من زيت محركات الديزل المستعمل التي أعطت 54.48 أن سبب هذه الزيادة زيت محركات الديزل لأنه عبارة

ويعزى ذلك الى دور السماد في تحفيز نمو النبات ونمو الاحياء المجهرية الأمر الذي ادى الى زيادة فرص خفض المركب الهيدروكربوني النفطي وتحلله، كما يبين الجدول نفسه وجود تأثير معنوي بالنسبة للوعين المزروعين من النبات في تركيز الزيت المتبقي في التربة المعاملة بمستويات مختلفة من زيت محركات الديزل المستعمل، إذ بلغت في P_1 (نبات الجت) و P_2 (نبات الشعير) المساوية الى 25.53 و 27.12 غم.كغم⁻¹ بالتتابع مقارنة مع معاملة المقارنة P_0 (من دون نبات) التي أعطت 33.82 غم.كغم⁻¹ ويعزى ذلك الى إفراز الجذر الذي حفزه على نمو الاحياء المجهرية المحللة للهيدروكربون النفطي، كما يلاحظ تفوق نبات الجت على نبات الشعير بسبب قدرته على تثبيت النتروجين الجوي داخل العقد الجذرية أما التداخلات بين مستوى إضافة زيت المحركات ونوع النبات فقد كانت معنوية، إذ حققت المعاملة L_3P_0 أعلى تركيز للزيت المتبقي في التربة 54.80 غم.كغم⁻¹ تربة ويعزى ذلك الى ارتفاع مستوى إضافة زيت محركات الديزل وانعدام نمو النبات الأمر الذي قلل من فرص نمو الاحياء المجهرية وخفض الهيدروكربون النفطي؛ وأما التداخل بين مستويات إضافة زيت المحركات الديزل ومستويات التسميد أيضاً فكان معنوياً لكافة مستويات إضافة زيت محركات الديزل، إذ بلغت أعلى تركيز للزيت المتبقي في التربة عند المعاملة L_3F_2 التي أعطت 52.40 غم.كغم⁻¹ تربة ويعزى ذلك الى تأثير مستوى إضافة زيت محرك الديزل المستعمل؛ وأما التداخل بين مستويات التسميد ونوع النبات فكان معنوياً عند المعاملة P_0F_2 التي أعطت 35.07 غم.كغم⁻¹ تربة إذ حققت أعلى تركيز محركات الديزل المتبقي في التربة بسبب انعدام دور النبات في خفض الهيدروكربون النفطي وانخفاض مستوى التسميد في حين كانت المعاملة P_1F_2 التي أعطت 25.00 غم.كغم⁻¹ تربة أقل تركيز زيت محركات الديزل المتبقي في التربة ويعزى ذلك الى دور افرازات الجذر المجهزة للعناصر الغذائية المحفزة لنمو الاحياء المحللة للهيدروكربون النفطي؛ ونلاحظ أن أعلى تركيز الزيت المتبقي في التربة قد حققتها المعاملة $L_3P_0F_1$ التي أعطت 55.00 غم.كغم⁻¹ تربة بسبب تأثير مستوى إضافة زيت محركات الديزل المرتفع وانعدام دور النبات وانخفاض مستوى إضافة السماد الى التربة.

الديزل المستعمل في التربة عمل على زيادة فرص تثبيت الايونات الذائبة في التربة وتحولها الى صور اقل جاهزية للنبات (32). يبين جدول 3 أن أعداد البكتريا والفطريات في التربة قد ازداد معنوياً بزيادة مستوى الإضافة من زيت محركات الديزل المستعمل إذ بلغت أعلى فرق معنوي في أعداد البكتريا والفطريات في التربة عند المستوى L_3 (60 غم.كغم⁻¹) من زيت محركات الديزل المستعمل التي أعطت 63.21 و 41.23 CFU.gm⁻¹ of dry soil بالتتابع وقد يعزى ذلك الى توفر الكاربون مصدراً غذائياً لهذه الاحياء، وازيادة المصدر تزداد أعدادها. يلاحظ من جدول 3 أن تركيز الزيت المتبقي في التربة المعاملة بمستويات مختلفة من زيت محركات الديزل المستعمل قد ازداد معنوياً بزيادة مستوى الإضافة من زيت محركات الديزل المستعمل، إذ بلغ أعلى فرق معنوي في تركيز الزيت المتبقي في التربة عند المستوى L_3 (60 غم.كغم⁻¹) من زيت محركات الديزل المستعمل 57.1 غم.كغم⁻¹، وفي الوقت نفسه يلاحظ انخفاض في تركيز زيت محركات الديزل المستعمل بالمقارنة مع مرحلة الإضافة إذ كانت L_1 ، L_2 ، و L_3 مساوية الى 20 و 40 و 60 غم.كغم⁻¹ بالتتابع وبعد ثلاثة أشهر من التحلل الحيوي أصبحت 13.0 و 33.7 و 57.1 غم.كغم⁻¹ بالتتابع يعزى ذلك الى عملية تبخر المواد الطيارة من زيت محركات الديزل المستعمل، والذي يشكل 6 غم.كغم⁻¹ من مكونات الزيت المستعمل (جدول 2)، وكذلك الى عملية الأكسدة الضوئية والتحلل الحيوي التي قامت بها الاحياء المجهرية خلال مدة الحفظ (2). يتضح من جدول 4 أن تركيز الزيت المتبقي في التربة المعاملة بمستويات مختلفة من زيت محركات الديزل المستعمل بعد الحصاد قد انخفضت بالمقارنة مع ما بعد الحفظ إذ أصبحت 7.72 و 26.67 و 52.13 غم.كغم⁻¹، ويعزى ذلك الى عملية التبخر والأكسدة الضوئية، والى التحلل الحيوي الذي قامت به الاحياء المجهرية خلال مدة الزراعة والذي حفز نموها النبات الذي قام بامتصاص الهيدروكربون النفطي وتطاييره عبر أوراق النبات (2)، كما يبين الجدول نفسه أن هناك انخفاض في تركيز الزيت المتبقي في التربة حققتة معاملة إضافة السماد F_1 (دفعة سماد كاملة) التي أعطت 28.02 غم.كغم⁻¹ مقارنة مع معاملة إضافة السماد F_2 (نصف دفعة سماد كاملة) التي أعطت 29.61 غم.كغم⁻¹

جدول 4. تأثير مستوى الإضافة من زيت محرك الديزل المستعمل ونوع النبات ومستوى التسميد في قيم تركيز المتبقي من زيت محركات الديزل المستعمل في التربة (غم.كغم⁻¹) بعد الحصاد

تحليل التباين (قيمة أقل فرق معنوي $LSD_{0.05}$)	مستوى إضافة زيت الديزل			نوع مستوى النبات التسميد	
	L ₃	L ₂	L ₁	F ₁	P ₀
L 0.051	55.0	32.4	10.3	F ₁	P ₀
P 0.051	54.6	38.10	12.5	F ₂	
F 0.041	49.4	20.7	4.9	F ₁	P ₁
LP 0.088	50.7	22.1	5.7	F ₂	
LF 0.072	51.2	22.5	6.2	F ₁	P ₂
PF 0.072	51.9	24.2	6.7	F ₂	
LPF 0.124					

معدل								
F ₂	F ₁	P ₂	P ₁	P ₀	L ₃	L ₂	L ₁	
29.61	28.02	27.12	25.53	33.82	52.13	26.67	7.72	

P ₂	P ₁	P ₀	P F	L ₃	L ₂	L ₁	L F	L ₃	L ₂	L ₁	L P
26.63	25.00	32.57	F ₁	7.13	25.20	51.87	F ₁	54.8	35.25	11.40	P ₀
27.60	26.27	35.07	F ₂	52.40	28.13	8.30	F ₂	51.55	21.40	5.30	P ₁
								51.55	23.35	6.45	P ₂

L₀ : 0غم زيت.كغم⁻¹ تربة. P₀: من دون نبات. F₁: 0.25غم سماد.10كغم⁻¹ تربة
 L₁ : 20غم زيت.كغم⁻¹ تربة. P₁: نبات الجت. F₂: 0.125غم سماد. 10كغم⁻¹ تربة.
 L₂ : 40غم زيت.كغم⁻¹ تربة. P₂: نبات الشعير.
 L₃ : 60غم زيت.كغم⁻¹ تربة.

المصادر

(5)Black, C.A. 1965a. Method of Soil analysis. Part I. Am. Soc. of Agron Inc. Publisher, Madison, Wisconsin, USA, Fifth Printing Physical and Mineralogical Properties.
 (6)Black, C.A. 1965b. Method of Soil analysis. Part II. Am. Soc. of Agron Inc. Publisher, Madison, Wisconsin, USA, Fifth Printing Chemical and Microbiological Properties.
 (7)Bossert, I. and Bartha, R. 1984. The fate of petroleum in soil ecosystems. *Petroleum Microbiology*. R.M. Atlas. MacMillan: New York. P.435-473.
 (8)Cole, G.M. 1994 Assessment and remediation of petroleum contaminated sites. Lewis Publishers. Boca Raton.
 9_Cooke, M. and Dennis A.J. 1983. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: Formation,

(1)Adam, G.; Duncan, H. 2002. Influence of diesel fuel on seed germination. *Environ. Pollut.* 10, 363-370.
 (2)Alber, P.H. 1995 Petroleum and individual polycyclic aromatic hydro-carbon. Handbook of ecotoxicology. USA : CRC press publishing : 330-355.
 (3)Ali, N .2011. Fertilizer technologies and their uses. Department of Soil Science and Water Resources-College of Agriculture - University of Baghdad. (In Arabic). Page 225.
 (4)Bauman, B. 1991. Research needs: motor fuel contaminated soils. *Hydro-carbon Contaminated Soils*. E. J. Calverese and P. T. Kosteci. Lewis Publishers: Chelsea, MI. 41-56.

- Agriculture – University of Baghdad. (In Arabic).
- (21) Kincannon, C.B. 1972. Oily waste disposal by soil cultivation process. U.S. Environmental protection Agency, Report + EPA-R₂-72-110 Washington, D.C.
- (22) Merkl, N., Schultze-Kraft R, and Infante C. 2005. Phytoremediation in the tropics influence of heavy crude oil on root morphological characteristics of graminoids. *Environmental Pollution* ; 138(1) :383-392.
- (23) Odjegba, V.; Sadiq, A.O. 2002. Effects of spent engine oil on the growth parameters, chlorophyll and protein levels of *Amaranthus hybridus* L. *The Environmentalist*, 22, 23-28.
- (24) Page, A.L., R.H. Miller, and Keeney. 1982. Methods of soil analysis , part 2. 2nd Ed. Am. Soc. Of Agron. Crop Sci. Soc. Of Agron. 9.
- (25) Raymond, R.L, J.O. Hudson, and V.W. Jamison. 1976. Oil degradation in soil Appl. Environ. Microbiol. 31:522-535.
- (26) Reis, J.C. 1996. Environmental control in petroleum engineering. Gulf Publishing Company. Houston.
- (26) Richards, L.D. 1959. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. United States Salinity Lab. Staff. Agriculture Handbook No. 60.
- (28) Rontani, P. Bonin and J.K. 1999 Volkman. American society for microbiology. Applied and Environmental microbiology. 65 1, 221-230.
- (29) Russell, E.W 1973 " Soil condition and plant growth". 10th edition Longman, London.
- (30) Udo, E. J. and Fayemi, A. A. A. 1975. The effect of oil pollution of soil on germination, growth and nutrient uptake of corn. *Journal of Environmental Quality*. 4 (4): 537-540.
- (31) Wattas, J.R., Corey, J.C. and McLeod, K.W. 1982. Land application on studies of industrial waste oils. *Environ. Pollut., Ser. A*, 28, 165-175.
- (32) Xu, J. G. and Johnson, R. L. 1995. Root growth, microbial activity and phosphatase activity in oil contaminated, remediated and uncontaminated soils planted to barley and field pea. *Plant and Soil*. 173: 3-10.
- Metabolism and Measurement. USA : Battelle Press Inc : 44-50.
- (10) Dahlin, J. Michel and C. 1994. Henry. Recovery of mangrove habitats at the vesta bella spill site (one year post-spill observations). Institute of environmental studies. Louisiana state university Hazmat report. 1-30.
- (11) Elena, Dominguez-Rosado and John Pichtel. 2004 Corresponding author: Ball State University, Natural Resources and Environmental Management, Muncie, IN 47306.
- (12) Handbook (60). USSL. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA.
- (13) Hesse, P.R. 1971. A textbook of soil chemical analysis, William Clowes and sons limited, London, pp. 461-476.
- (14) Huang, X.D.; Alawi, Y.E.; Penrose, D.M.; Glick, B.R.; Greenberg, B.M., 2004. A multi process Phytoremediation system for removal of polycyclic aromatic hydrocarbons from contaminated soils. *Environ. Pollut.*, 130, 465-476.
- (15) Indiana Department of Environmental Management (IDEM). 2002. *Environmental Facts*. Indianapolis, IN: Office of Pollution Prevention and Technical Assistance.
- (16) Issam, I. B., and A. H. Sayegh. 2007. Methods of analysis for soils of arid and semi-arid regions. American University of Beirut. Beirut, Lebanon.
- (17) ITRC, 1999. Phytoremediation decision tree. The Interstate Technology and Regulatory Cooperation Work Group, Phytoremediation Work Team.
- (18) Jackson, M.L. 1958. Soil chemical analysis. Prentice-Hall Inc. Englewood, Cliffs, N.J.
- (19) Joner, A.J., D. Hirman, O.H.J. S Zoler, D. Todorovic, C. Leyval, and A.P. Liobner, 2004. "Priming Effects On PAH Degradation and Ecotoxicity during Phytoremediation Experiment." *Environ. Pollut.*, 128: 429-435.
- (20) Jubouri, H. 1995. Effect of Used Cars Oil on some Chemical Soil Properties Pollution by Lead and Plant growth. Master. College of