

تأثير إضافة النفط الخام والمبيدين اندو وفاب على بعض صفات القشرة السطحية لتربة هور الحمار

ابتسام عبد الزهرة عبد الرسول
جامعة البصرة/ كلية الزراعة/ قسم علوم التربة والمياه

الخلاصة

أجريت الدراسة على تربة هور الحمار بعد معاملتها بالنفط الخام والمبيدين (اندوسلفان وفاب ملاثيون). أضيف النفط الخام للتربة بثلاثة تراكيز (1, 2, 3) مل/100 غم تربة، وبتركيز 0.5 مل / لتر للمبيد اندوسلفان و 1.5 مل / لتر فاب ملاثيون وبمعدل 10 مل / 100 غم تربة للمبيدين. وأظهرت النتائج إن التربة ذات بناء جيد (Strong fine sub angler clay blocks) لوجود نسبة عالية من (الطين+الغرين) 90.94%، واختلفت الصلابة وفقاً للإضافة (Medium fine sub angler clay blocks)، سبب الهيدروكربون النفطي ضعف في التركيب وازداد الضعف مع زيادة التركيز بسبب كراهة التربة للترطيب. ولم يظهر للمبيدين تأثير واضح في تركيب التربة. كما بينت الدراسة وجود تأثير في الصفات الفيزيائية للتربة، وأظهرت المعاملات فروق معنوية عالية في قيم معدل القطر الموزون بين المعاملات وترتب المقارنة وتشير النتائج بارتفاع قيم معدل القطر الموزون لمعاملات النفط على معاملة المقارنة والمبيدين. كما هدف البحث إلى إيجاد العلاقات بين سمك القشرة السطحية للتربة ومقاومة التربة للاختراق والتي أظهرت علاقات عكسية وبمعامل ارتباط ($r = -0.153$) ومع قيم معدل القطر الموزون ($r = -0.352$). أما علاقة الارتفاع الشعري مع قوة مقاومة التربة للاختراق فكانت طردية وبمستوى عالي المعنوية ($r = 0.557^{**}$)، بينما أعطت قيم معدل القطر الموزون علاقة طردية معنوية مع الارتفاع الشعري ($r = 0.469^{*}$) وبمستوى معنوية 0.05، ولكن علاقة الملحوحة مع رطوبة التربة الابتدائية بعد دورات الترطيب والتجفيف كانت علاقة طردية عالية المعنوية ($r = 0.87^{**}$) وبمستوى معنوية 0.01. ولتعزيز النتائج يمكن تطبيق تجارب تكميلية لدراسة تأثير هذه المخلفات في صفات أخرى للتربة وزراعتها بمحصول يتناسب وخصائصها.

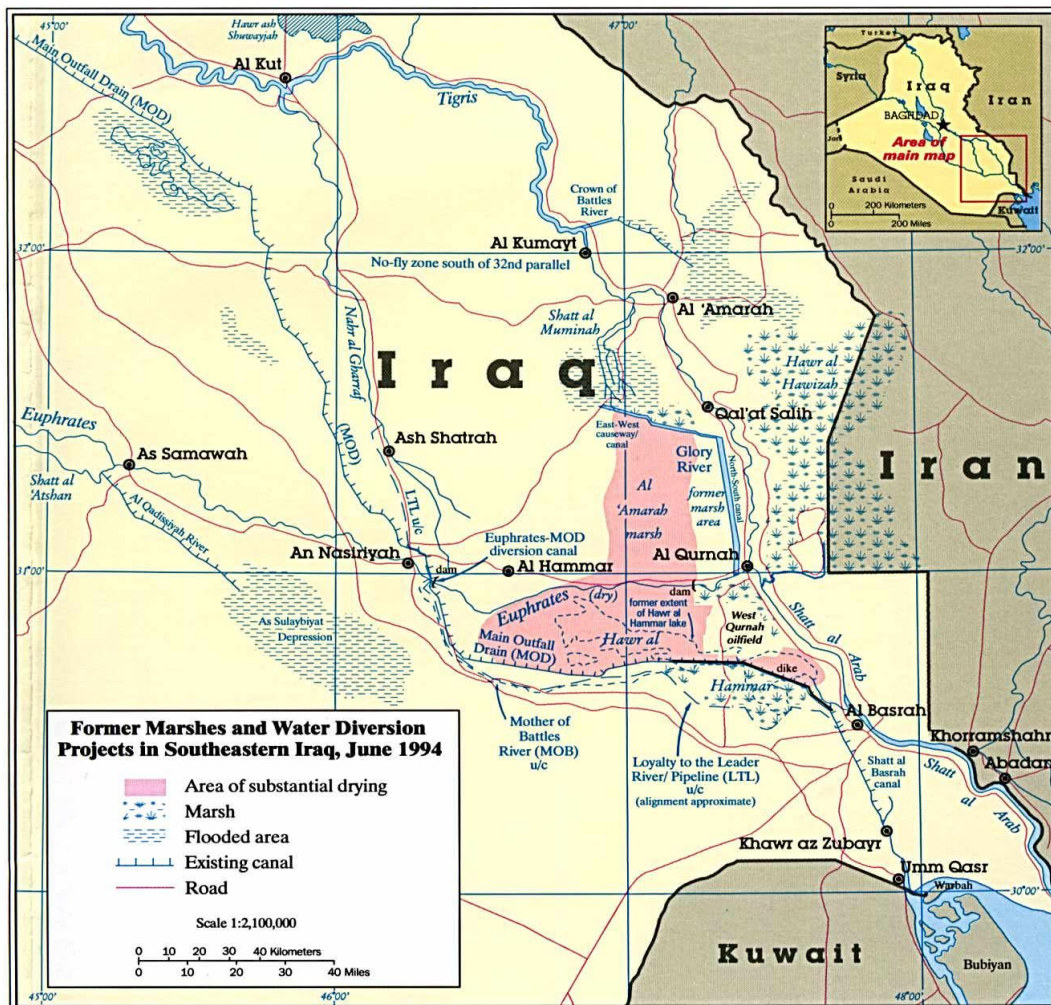
Abstract

Some soil properties was study of Al Hammer Marsh, After addition crowd and pesticides Endosulfan and VapMalathion which applied with concentrations (1, 2, 3) ml/100gm soil of oil and 0.5 m/ l of Endo and 1.5 m/ l of Vap as well as 10ml/100 gm soil to each. The structure of soil was identified as(strong fine sub angler blocks), due to high (Clay + silt) 90.93%. But after the addition of oil the structure of soil have been changed to (medium fine sub angler blocks) which influence with treatment. Also it has provided that different properties of soil lyophobic variable confirmed decrease with addition of oil. Pesticides predication has no significant influence. The results have provided highly correlated of mean weight diameter between groups. Moreover all properties of soils were highly correlated. Crust have no significant correlation with penetration as well as with mean weight diameter ($r=-0.352$) and ($r=-0.153$) respectively. While positive significant correlation between capillary rise (head) and penetration also with MWD ($r= 0.557^{**}$) and ($r= 0.469^{*}$) respectively. The result have provided positive significant correlation ($r=0.87^{**}$) between salinity and initial soil moisture after wetted and dried period. To enhance the results it is possible to apply study as a management program for agriculture of soil with crops suitable to its properties.

المقدمة

تنتشر الاهور في محافظات (البصرة،الناصرية و العمارة).ومنها هورابن نجم وأبي الحجار والرماح واللايح وأكبرها هور الحمارخارطة (1). المساحة الكلية للأهورالجنوبية (8350) كم² المغمورمنها حالياً (300) كم². ونتيجة الحركات التكتونية السالبة انغمرت منطقة الأهوربالمياه النهرية أما التكتونية الموجبة عزلت الخليج عن الأهور(Karim,1998). وأراضي الأهور مستوية في أغلب المواقع باستثناء المناطق المرتفعة. ونظراً لوجود حقول

النفط في المنطقة وحصول تسرب نفطي بالإضافة لأستخدام المبيدات يجعل من الضرورة دراسة تأثير المدخلات حيث يحتوي النفط الخام على المواد الصلبة والسائلة (CnH2n) وعند تعرضها لحرارة عالية تنكسر الأصرة (C-H) وينتج عنها انبعاث حرارة Morrison et al., 1966. وأن طبيعية المواد الالكترووليتية الضعيفة ترفع حرارة الوسط وقابليتها للنفوذ ولانتشار تشابه الغازات. أما الاسفلتين الصلب لا يمتلك هذه الصفة مطلقا ، فقد يمتز على سطوح التربة. وتمتلك المواد قابلية الذوبان بين أطوار التربة المختلفة فتصنف غرويات التربة كارهة للمذيب Lyophobic وأخرى محبة للمذيب Lyophilic (الازكوم، 1982). ففي التربة الطينية ذات المواد الالكترووليتية الضعيفة تحدث ظاهرة الهسترة Hysteresis صغر حجم المسامات نتيجة الجهد الهيدروليكي لتكرار التجفيف حيث تتحطم التربة وتصبح مضغوطة، أما التربة الطينية ذات التحبب الجيد لها حجم فراغات بينية اكبر من التربة المتحطمة (Brady, 1974). وتمتلك بعض البوليمرات فعالية تكوين تجمعات تربة وهي واحدة من أهم التطبيقات الزراعية الحديثة. فقد أكد (السباعي، 1965) الأستخدام المتكرر للمبيدات بسبب تراكمها في التربة ويكون تأثيرها مختلف حسب نسجة التربة (Kijin, 1967) حيث وجد تأثير قليل للبوليمر مثل أسيتيت في التربة المزيجة. وفي حالة زيادة مياه الري كمتطلبات غسل نقل ملوحة التربة Rhoades and Ingvalson (1969)، فضلا عن تحسين حركة الماء والنفاذية.



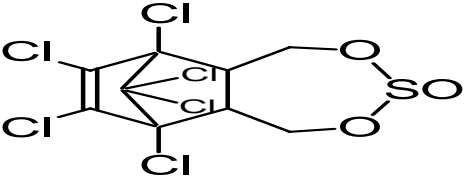
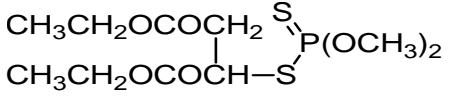
خارطة (1) توضح مناطق الاهوار الجنوبية وموقع هور الحمار
المواد وطرائق العمل

أخذت نماذج تربة من الطبقة السطحية (0-20) سم لخمسة مواقع لتربة هور الحمار. خلطت التربة ثم جففت هوائيا ومررت من منخل 2 ملم ، عوملت التربة بالنفط الخام (1, 2, 3) مل نفط/ 100غم تربة وبتركيز 0.5 مل/لتر للمبيد اندوسلفان و 1.5 مل / لتر للمبيد فأب ملايين وبمعدل 10 مل / 100غم تربة للمبيدين. قيس التوصيل الكهربائي، الأس الهيدروجيني ،المادة العضوية للترب بطريقة Walkley-Black والايونات المتبادلة حسب ما مذكور في (Page et al., 1982) ،وعرضت المعاملات الى عشرة دورات من الترطيب

والتجفيف. و تم تقدير الكثافة الظاهرية (pb) حسب الطريقة الموصوفة في (Black *et al.*,1965)، و حسب معدل القطر الموزون (MWD) لمعرفة ثباتية التجمعات بالطريقة الرطبة للانحلال عبر سيات من المناخل وبتطبيق المعادلة المقترحة من قبل Youker and McGuinness,(1956). وسمك القشرة crust (سم)، ومقاومة التربة للاختراق (pent) لطبقة القشرة بجهاز المخراق. كما قيس التوصيل الكهربائي والأس الهيدروجيني وكذلك الرطوبة المشبعة (Pw_s) من الأسفل إلى الأعلى ورطوبة التربة الابتدائية (Pw_0) و تم قياس الارتفاع الشعري للماء (h) ولجميع المعاملات. حللت النتائج إحصائياً من خلال تحليل التباين ومقارنة المعاملات باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS. جمعت بيانات للمبيدين المستخدمين بالدراسة الجدول (1).

جدول (1) * المبيدين بأسمائها و المادة الفعالة وقابليتها على الذوبان في الماء .

* The Pesticide Manual. 2002.

| الاسم التجاري المادة الفعالة وقابليتها على الذوبان في الماء mg/l | الاسم والتركيب الكيميائي |
|--|---|
| أندوسلفان 35 % م.م امولسيون Amoliceion (0.32 – 0.33) ملغم / لتر عند درجة حرارة 22 م للتكئين الفا وبيتا اندوسلفان | (1,4,5,6,7,7-hexachloro-8,9,10-trinorborn-5-en-2,3-ylenebismethylene) sulfite; 6,7,8,9,10,10-hexachloro-1,5,5a,6,9,9a-hexahydro-6,9-methano-2,4,3-benzodioxathiepine 3-oxide.  |
| فأب - ملاثيون 50% م.ق.ب ملاثيون Malathion 145 ملغ / لتر عند درجة حرارة 25 م | diethyl(dimethoxythiophosphorylthio)succinate; S-1,2-bis(ethoxycarbonyl)ethyl O,O-dimethyl phosphorodithioate  |

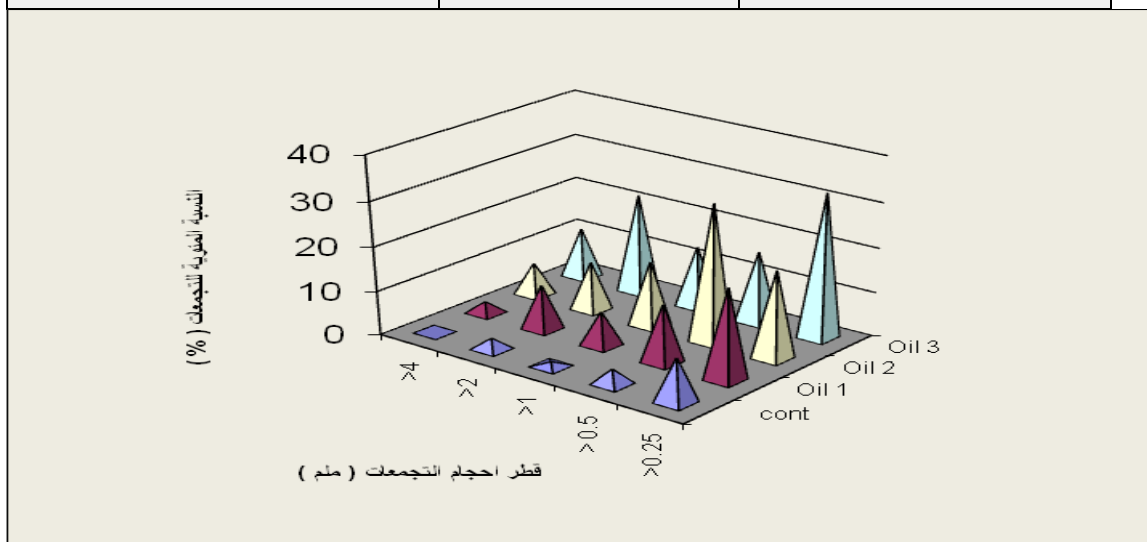
النتائج والمناقشة

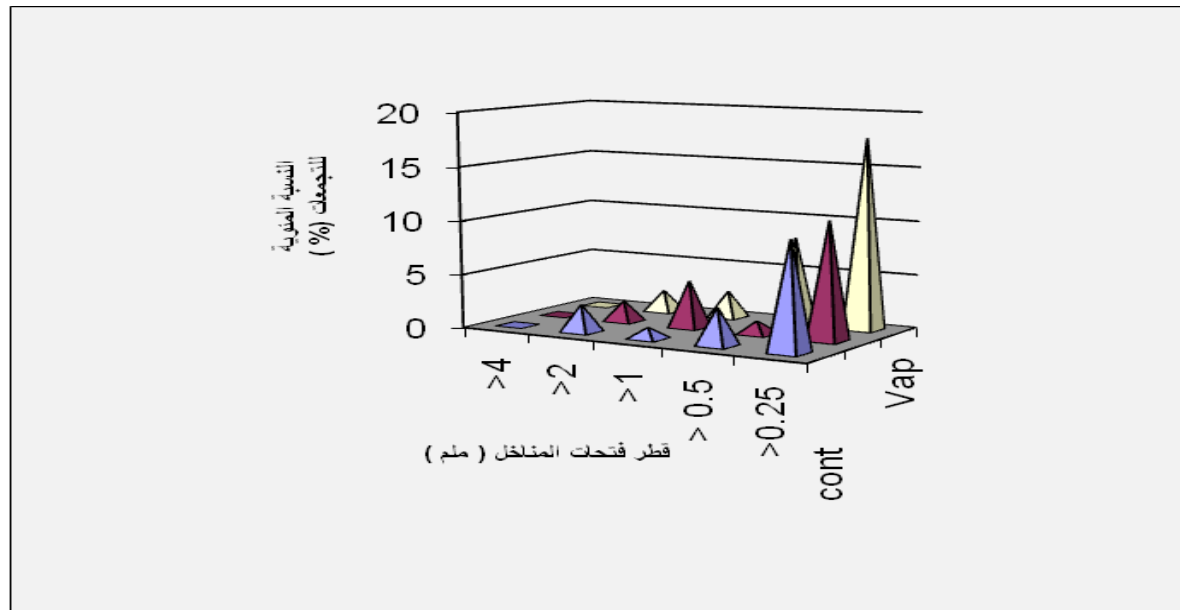
بينت نتائج تحليل التربة جدول (2) أن تربة هور الحمار ذات مفصولات ناعمة واغلبها من معدني (الطين+الغرين) 90.94 %، كما ورد في (Buringh,1960)معظمها ترسبات نهريّة لنهر الفرات وهي مواد طينية و سلتية. وأظهر الفحص المورفولوجي أن التربة ذات بناء جيد (Strong fine sub angler clay blocks) لوجود نسبة عالية من الطين و المادة العضوية (0.62 غم/كغم). لكن أدارتها صعبة جدا لارتفاع محتواها الرطوبي 35-40% وبالتالي صعوبة إجراء عمليات الحراثة فيها لوجود طبقة صماء على عمق (1-2م) ، و البزل فيها طبيعي يعتمد على المد والجزر، كما وردة في فحوصات قطاع التربة في (Aqrawi and Evans,1994). والتربة قليلة الملوحة (4.20 ديسيمنز/م) وصالحة للزراعة .

الشكل (1a) يوضح تأثير دورات الترطيب والتجفيف لمعاملات النفط الخام على معدل النسبة المئوية لتجمعات التربة. ويتضح ان التراكيز جميعها أدت الى زياده واضحة بقيم التجمعات وبفارق معنوي وحسب الترتيب Oil1, Oil2, Oil3. حيث تفوقت Oil3 على جميع المعاملات الاخرى ولجميع الاقطار لوجود الروابط بين التربة والواصر المفككة للهيدروكربون وهذا مطابق لما ورد في Morrison *et al.*,1966. أما تأثير دورات الترطيب والتجفيف على معاملات المبيدين الشكل (1b) فقد تفوقت معاملة المبيد Endo على معاملة Vap واقلها ثباتية تجمعات معاملة المقارنة وبفارق عالي المعنوية ، تأثير قليل للمبيد على التربة (Kijin,1967).

جدول (2) بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لترب هور الحمار قبل المعاملة.

| القيمة | الوحدة | الصفة |
|--------|----------------------|-----------------|
| 7.93 | — | PH |
| 20.4 | ds. m ⁻¹ | E.C |
| 0.45 | g. kg ⁻¹ | النروجين الكلي |
| 0.62 | | المادة العضوية |
| 45.83 | meq. l ⁻¹ | الصوديوم |
| 6.53 | | البوتاسيوم |
| 25.19 | | الكالسيوم |
| 114.8 | | المغنسيوم |
| 090.6 | mg. kg ⁻¹ | الرمل |
| 0374.0 | | الغرين |
| 0535.4 | | الطين |
| 40 -35 | % | الرطوبة الوزنية |

شكل (1_a) تأثير المعاملات على نسب حجوم تجمعات التربة المحسوبة للنفط الخام.



شكل (1b) تأثير المعاملات على نسب حجوم تجمعات التربة المحسوبة للمبيدين والمقارنة. كما تبين نتائج جدول (3) معادلات الارتداد لحجم التجمعات، وكانت الارتباطات عالية المعنوية معاملة Oil2 فقد يعود السبب لارتفاع النسبة المئوية لقيم التجمعات ذات الأقطار (>0.5 mm) عما هو عليه في التراكيز الأخرى للنفط. ثباتية التجمعات تزداد بخفض قابلية الترطيب wettability وتصبح التربة وكأنها جافة تعمل مع الطين ألفة منخفضة (عودة، 1990). العلاقة واضحة بين معامل الارتباط والتحبب إذ أعطت تربة معاملة Oil1 أعلى ارتباط ($R^2 = 0.85^{**}$) وأقلها Oil3 ($R^2 = 0.45^{**}$)، وقد يعود السبب لزيادة نسب المجاميع الثابتة بالماء المتكونة للأقطار الأكبر من (2mm) عند زيادة التركيز النفطي في المعاملة Oil3 وأنخفاض النسب الأخرى. والمعاملة Vap أعطت معامل ارتباط ($R^2 = 0.84^{**}$) مقارنة لمعاملة Oil1، لا توجد أواصر حلقية في المبيد Vap كما في المبيد اندوسلفان جدول (1). عموماً استخدام النفط الخام اعطى أعلى تحبب وكانت التجمعات وحسب استقراريتها من الأعلى إلى الأقل (Cont, Vap, Endo, Oil1, Oil2, Oil3). معاملة المقارنة أقل تجمعات تربة ($MWD=4.33$ mm) وهي نسبة جيدة لتربة الهور إذا قورنت بأستقرارية تجمعات تربة الجنوب العديمة البناء.

جدول (3) المعادلات الخطية للمعاملات ومعامل الارتباط لحجم التجمعات

| المعاملات | المعادلات | R^2 |
|-----------|---------------------|-------------|
| Cont | $Y = 2.098X - 2.87$ | 0.71^{**} |
| Oil 1 | $Y = 3.88 X - 0.77$ | 0.85^{**} |
| Oil 2 | $Y = 4.50 X + 3.30$ | 0.60^{**} |
| Oil 3 | $Y = 3.61 X - 8.45$ | 0.45^{**} |
| Endo | $Y = 2.11 X - 2.63$ | 0.59^{**} |
| Vap | $Y = 4.16 X - 6.40$ | 0.84^{**} |

** Significant at the 0.01 level

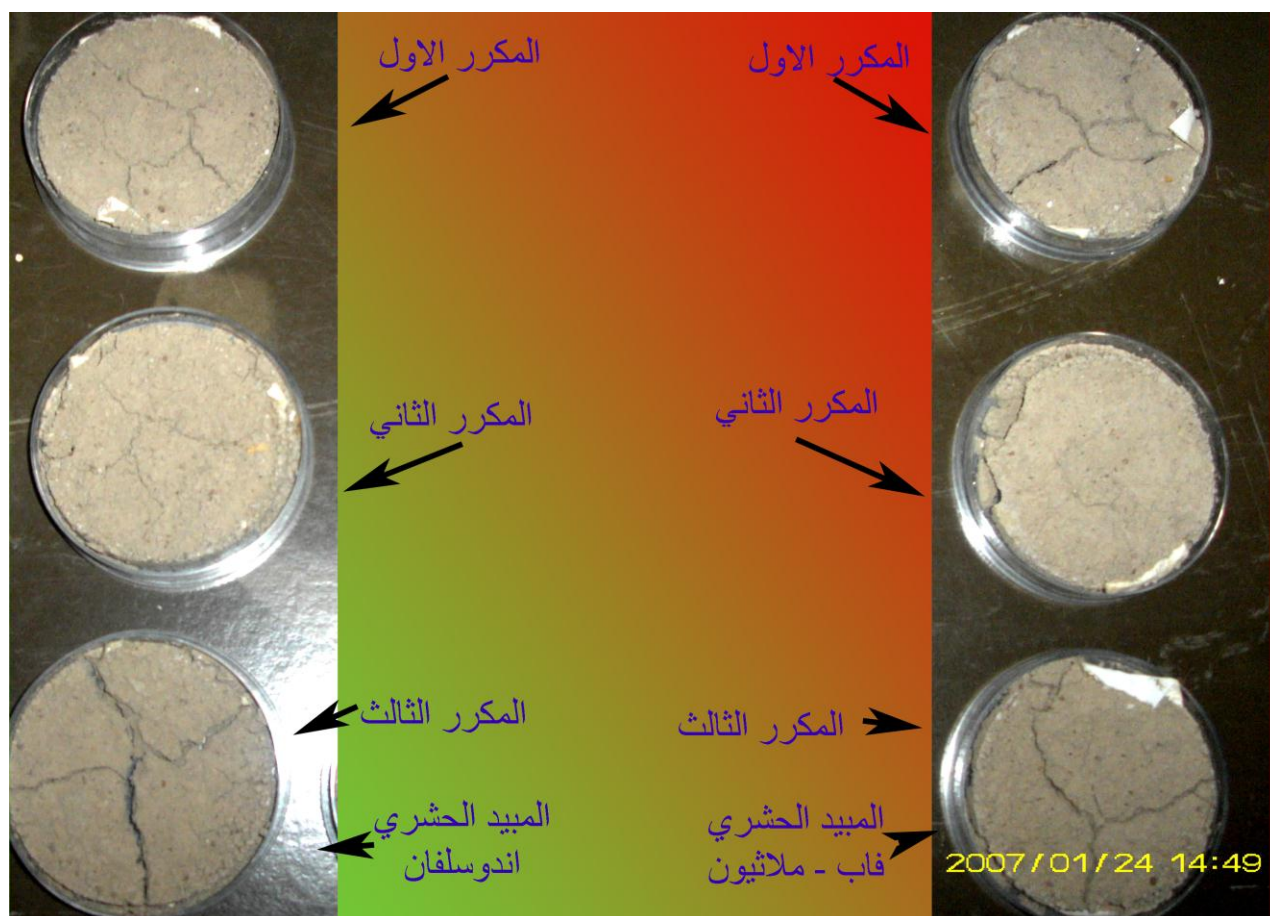
يظهر من خلال الشكلين (2a) و (2b) تكون القشرة السطحية المنشقة بعد التعرض إلى عشر دورات من الترطيب والتجفيف ولمدة سنة، كما اختلف سمك القشرة المتكون بالإضافة لاختلاف عدد الشقوق الحاصلة بالقشرة. وأكثر الترب تشققاً هي تربة المقارنة تليها تربة المعاملة بالمبيد Vap.

شكل (3a) يوضح العلاقات والمعادلات الخطية الحاصلة بين تأثير تراكيز النفط الخام على الارتفاع الشعري مع الزمن التجميعي. حيث أعطت التربة غير المعاملة أعلى ارتفاع شعري بالمقارنة مع الترب التي احتوت على تراكيز من النفط الخام، وكانت تربة المقارنة مقارنة من معاملة فأب ملاثيون واندوسلفان كما في الشكل (3b)، والعلاقة الوغارتمية للخطوط متقاربة أيضاً في نهاية الفترة الزمنية. بينما أعطت تربة المعاملة بتراكيز النفط الخام Oil3 أقل ارتفاع شعري مع الزمن التجميعي، حيث أزداد الارتباط ($R^2 = 0.77$) مع زيادة التركيز، والعلاقة عكسية للتراكيز النفطية مع الارتفاع الشعري، إذ سبب الهيدروكاربون النفطي ضعف التركيب

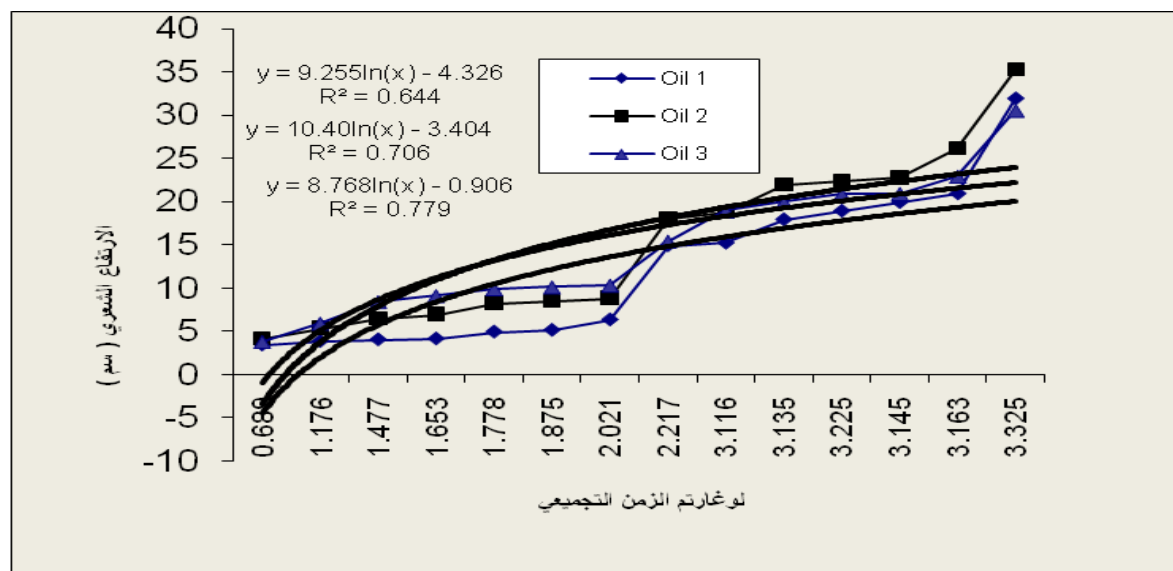
بسبب كراهة التربة للتربيط وازداد الضعف مع زيادة التركيز، متفق مع (عودة، 1990). و لم يظهر للمبيدين تأثير واضح في الارتفاع الشعري كما في الشكل (3b) لعدم تأثير التركيب بإضافة المبيدين، معامل الارتباط (R^2) للارتفاع الشعري لتربة المبيدين متقاربة مع تربة المقارنة و حسب الترتيب تليها تربة المبيد Vap ثم تربة المبيد Endo (0.748, 0.756, 0.759) على التوالي. التربة ذات تحبب وبناء جيد قبل إضافة المبيدين والنفط (strong fine sub angler clay blocks)، وان العلاقة بين جهد الماء الشعري للتربة والتوصيلية المائية تعتمد بشكل مباشر على نسجة التربة ومن ثم المادة العضوية والتحبب والبناء Saxton and Rawls(2005). ونسجة التربة طينية لم تتغير، لكن التربة الحاوية على النفط أعطت اقل صلابة (medium fine sub angler clay blocks).



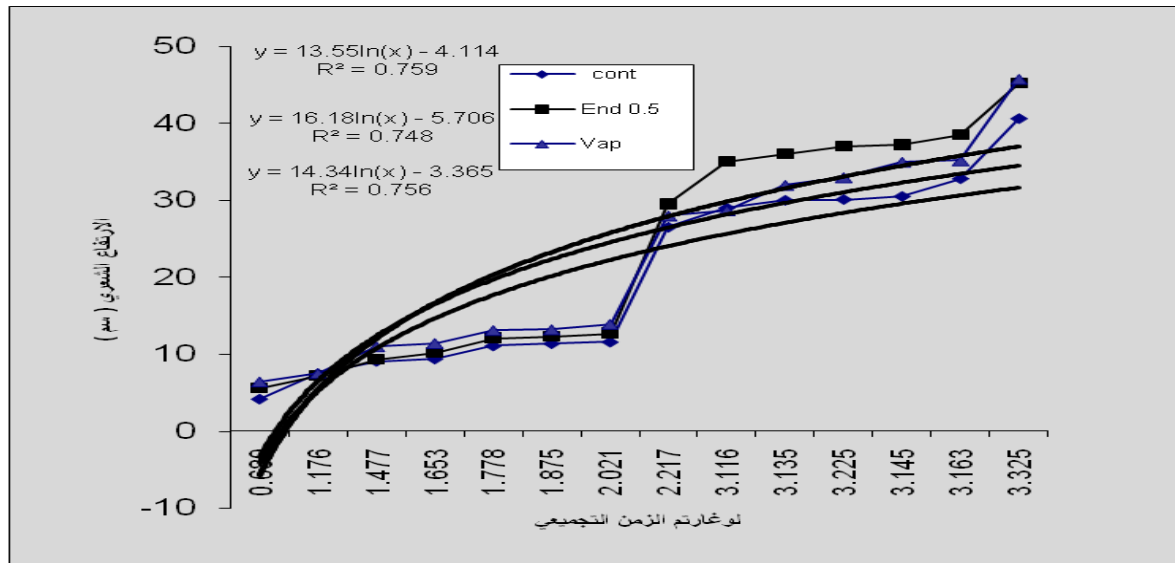
الشكل (2a) تأثير تركيز الهيدروكربون النفطية على تشقق القشرة السطحية للتربة



الشكل (2_b) تأثير المبيد الحشري فاب ملاثيون واندوسلفان على تشقق القشرة السطحية



شكل (3_a) علاقة تأثير النفط الخام على الارتفاع الشعري مع الزمن التجميعي .



شكل (3 ب) علاقة تأثير المبيدين اندو، فاب والمقارنة على الارتفاع الشعري مع الزمن التجمعي .

ويشير تحليل التباين والتداخلات في الجدول (4) الى وجود فروق عالية المعنوية وبمستوى معنوية 0.05 بين المعاملات ولجميع خواص التربة المدروسة الفيزيائية والكيميائية بسبب اضافة تراكيز النفط الخام والمبيدين وتأثيرها على تكوين القشرة السطحية والمتمثلة بسمك القشرة.

جدول (4) تحليل التباين لخواص التربة الفيزيائية والكيميائية.

| Source | F | | | | | | | | |
|------------------------|----|--------|--------|------------|-----------------|-------------|--------|------------|--------|
| | Df | Pent | Head | MW D | Pw ₀ | Pw | ρb | pH | E.C |
| Between n Groups | 17 | .480** | .309** | .555* * | .601* * | 1.656* * | .361** | .476* * | .574** |

** Significant at the 0.01

نتائج جدول (5) تبين أن علاقة الارتفاع الشعري مع قوة مقاومة التربة للاختراق كانت طردية عالية المعنوية ($r = 0.667^{**}$)، وهذا يدل على صغر المسام بسبب تماسك التربة الناعمة ذات المحتوى العالي من الطين، وهذا مطابق لما توصل اليه Mc Nabb et al., 2001. et تماسك التربة الناعمة يؤدي الى رص التربة وعلاقة قوة مقاومة التربة للاختراق عكسية ومعنوية مع معدل القطر الموزون ($r = -0.554^{*}$)، كذلك قوة مقاومة التربة للاختراق علاقتها عكسية وغير معنوية مع الرطوبة ولكنها طردية مع الكثافة الظاهرية، حيث وجد Unger and Jones, (1998) ان قوة مقاومة التربة للاختراق تعتمد على خصائص التربة والكثافة الظاهرية بالإضافة الى العامل الرئيسي المعتمد على رطوبة التربة ووجود الطين. والعلاقة عكسية بين قوة مقاومة التربة للاختراق ورطوبة التربة وطردية مع زيادة المحتوى الطيني. وأظهرت (MWD) معدل القطر الموزون علاقة عكسية مع الارتفاع الشعري ($r = -0.469^{*}$)، وهذا متفق مع Lampurlanes and Cantero- Martines, (2003). ولم تظهر علاقة واضحة مع سمك القشرة Crust حيث أعطى سمك القشرة علاقة عكسية غير معنوية مع الرطوبة النسبية الوزنية وبأرتباط ضعيف ($r = -0.209$)، أما مع باقي الصفات الفيزيائية والكيميائية فكانت العلاقة سالبة وغير معنوية أيضا، وقد يعود السبب لدورات الترطيب بالخاصية الشعرية التي تعرضت لها التربة من الأسفل الى الأعلى لم تؤثر على سمك القشرة السطحية بشكل معنوي. وكانت علاقة الملوحة مع رطوبة التربة الابتدائية طردية عالية المعنوية ($r = 0.87^{**}$). امتصاص التربة للماء في دورات الترطيب والتجفيف يزيد من تركيز الاملاح بالتربة وخاصة التربة الطينية.

لذا تتطلب إدارة خاصة أراضي الاهوار التي تتعرض للغمر والانحسار للتقليل من تأثير الصرف drainag effluent ويجب التخلص منه بعمليات مأمونة. ويمكن تطبيق تجارب تكميلية لدراسة تأثير هذه المخلفات في صفات التربة، وتعزز النتائج

بزراعة هذه التربة بمحصول يتناسب وصفاتها، و يجب أن نأخذ في الاعتبار التأثير الجانبي على البيئة ولا يقتصر على مزايا الإنتاج الزراعي المستدام. حيث غالبا ما تكون مياه الصرف ملوثة بالأملاح والمبيدات والعوالق أو الترسبات وبعض شوائب المدخلات الزراعية .

جدول(5) تحليل التباين للتداخل بين المعاملات وعلاقتها بخواص التربة

| الصفة | Crust | pent | head | MWD | Pw ₀ | Pw _s | ρb | pH |
|-----------------|-------|--------|--------|---------|-----------------|-----------------|-------|--------|
| Pent | -.153 | | | | | | | |
| Head | -.076 | .667** | | | | | | |
| MWD | -.352 | -.554* | -.469* | | | | | |
| Pw ₀ | -.209 | -.117 | -.295 | .213 | | | | |
| Pw | .161 | -.288 | .209 | .011 | -.429 | | | |
| Pb | -.039 | .172 | -.018 | -.013 | -.226 | .108 | | |
| pH | .269 | .261 | .353 | -.605** | -.365 | .499 | .147 | |
| E.C | -.146 | -.271 | -.239 | .181 | .807** | -.003 | -.197 | -.149* |

**Correlation is significant at the 0.01 level, *Correlation is significant at the 0.05 level

References

- Aqrabi, A.A.M. and Evans, G. (1994). Sedimentation in the lakes and marshes (Ahwar) of the Tigris-Euphrates Delta, Southern Mesopotamia. *Sediment logy*, 41, pp. 755-776.
- Black, C. A. 1965. Method of soil analysis. Part (1). Physical properties. Am. Soc. Agro. Publisher Madison . Wisconsin, USA.
- Brady , N. C. 1974. The nature and properties of soils. MacMillan publishing co. New York.
- Buringh, P. 1960. Soil and Soil Conditions in Iraq . Ministry of Agriculture , Baghdad.
- Karim , H. H., 1998 ; Developmental Stage and tectonic stability of Southern Mesopotamian during recent Geological history. Vol.(13), N(1), Marina.
- Kijne. J. W. (1967). Influence of soil conditioners on infiltration and water movement in the soils . *Soil Sci. Soc.Am.Proc.*31,8 -13.
- Lampurlanes, J. and C.Cantero- Martinez,2003.Soil bulk density and penetration resistance under different tillage and crop management system and their relation ship with Barley root groth. *Agro.J.*,95;526-536.
- Mc Nabb, D. H.; A. D. Startsev and H. Nguyen .2001.Soil wetness and traffic level effects on bulk density and air-filled porosity of compacted Boreal forest soil .*Soil Sci. J.*,65:1238-1247.
- Morrison .R.T,R.N. Boyd ;Bacon .1966. Organic chemistry, third addition USA.
- Page, A .L ., R.H. Miller and D. R. Keeney.1982. Methods of soil analysis. Part (2).2nd ed. Agro. 9.
- Rhoades .J.D ; and R.D. Ingvalson .1969. Macroscopic swelling and hydraulic

- Conductivity properties of four vermiculite soil. Soil . Soc. Am. Proc. 33; 364-368.
- Saxton , K. and W,Rawls,,2005 .Soil water characteristic estimates matter for hydrologic soilutions .USDA. Agr. Res. by texture and organic Service (Abs.)
- The Pesticide Manual. 2002. 12th ed.; British crop protection council. Noting ham : 235-236
- Unger, P. W. and O.R. Jones ,1998.Long-term tillage and cropping systems effect bulk density and penetration resistance of soil cropped to dry land wheat and sorghum .Soil Tillage Res., 45 : 39-57.
- Youker ,R .E and J.L .Mc Guinness, 1956 .A short method of obtaining mean weigth diameter value of aggregate analysis of soil .Soil Sci.,83;291-294.
- الازكوم,مهدي ناجي ،1982. مقدمة في الكيمياء التحليلية والفيزيائية مطبعة جامعة البصرة ص 126-129.
- السباعي، عيد الخالق حامد.1965. الكيمياء الطبيعية في تجهيز واستخدام مبيدات الآفات ومدى ثبات وفاعلية مخلفاتها. دار المعارف للطبع والنشر . كلية الزراعة. جامعة أسيوط. ص383.
- إبراهيم. 1990. أساسيات فيزياء تربة . مطبعة جامعة البصرة. ص167.
- عوده، مهدي