

تأثير نوع المحراث وعمق الحراثة في مظهر الحراثة وقوة السحب والايصالية المائية المشبعة*

ايناس عبد الستار عبد الجبار التميمي عبد الرحمن ايوب سعيد الصباغ
قسم المكنان والآلات الزراعية / كلية الزراعة / جامعة بغداد

المستخلص

أجريت تجربة حقلية في احد حقول كلية الزراعة- أبو غريب خلال عام 2009 في تربة غرينية طينية لدراسة تأثير نوع المحراث وعمق الحراثة في مظهر الحراثة وقوة السحب والايصالية المائية المشبعة بتصميم القطاعات الكاملة التعشبية Randomized Complete Block Design وبثلاثة مكررات. استخدمت نوعين من المحارث في هذه الدراسة هما المحراث المطرحي القياسي والمحراث المطرحي ذي الأسلحة المحورة بإضافة زعنفتين عموديتين على كل سلاح من أسلحة المحراث المطرحي (العامل الأول) ولثلاثة أعماق للحراثة هي 10 و15 و20 سم (العامل الثاني) مع جرارين الأول ماسي فورمسن (MF-650) والثاني نيوهولاند ("66" S) كوحدة ميكانيكية. وتم دراسة بعض المؤشرات والتي تمثلت بمظهر الحراثة الذي شمل النسبة المئوية للكتل الترابية ذات الأقطار الأكبر من 10 سم وخشونة سطح التربة وقوة السحب والايصالية المائية المشبعة. أوضحت النتائج وجود تأثير معنوي لنوع المحراث لجميع الصفات المدروسة، إذ أدى استخدام المحراث المطرحي المحور الى الحصول على أقل نسبة مئوية للكتل الترابية ذات الأقطار الأكبر من 10 سم وأقل خشونة لسطح التربة بينما حصل المحراث المطرحي القياسي على أقل قوة سحب وأعلى ايصالية مائية مشبعة. وكان التأثير معنوياً أيضاً لأعماق الحراثة في جميع الصفات المدروسة، إذ أدى زيادة عمق الحراثة من 10 الى 15 والى 20 سم الى زيادة معنوية في النسبة المئوية للكتل الترابية ذات الأقطار الأكبر من 10 سم وخشونة سطح التربة وقوة السحب و اقل ايصالية مائية مشبعة.

The Effect of Plow Type and plowing Depth on Plowing Goodness Draw Par Force and Saturated Hydraulic Conductivity

Enas Abdul Sattar A.Altameme Dr.Abdul Rahman A. Alsabbag
Agricultural Machines / College of Agriculture / University of Baghdad

ABSTRACT

A field experiment was conducted at the field Agriculture College-University of Baghdad- Abu-Ghraib during year 2009 in silty clay soil to study the effect of plow type and plowing depth on plowing goodness draw par force and saturated hydraulic conductivity of the soil. In this study, two type of plows: standard moldboard plow and modified moldboard plow and three plowing depth 10 cm, 15 cm and 20 cm, were used with two tractors, Massy forgeson (MF-650) and New Holland, as machinery unit for plowing. The study included some technical performance indicators of machinery unit that included plowing goodness which include surface roughness of soil and the percentage of soil clods with a diameter greeter than 10 cm and draw par power and saturated hydraulic conductivity. The experiment was conducted by including Randomized Complete Blocks Design which was used under significant level of 0.05. The results were as following: The modified moldboard plow in getting less plowing goodness, standard moldboard plow in getting less draw par power and higher saturated hydraulic conductivity. Increasing plowing depth from 10, 15 to 20 cm increased tillage goodness and drawpar power but decreased the saturated hydraulic conductivity.

* البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الأول.

تاريخ تقديم البحث للنشر 2010/11/22 ، تاريخ القبول 2010/12/28.

المقدمة

[and Watts] أن قوة السحب لمعدات الحراثة تتغير بشكل واسع ومباشر تبعاً لنوع آلة الحراثة المستخدمة ونوع التربة ورطوبتها والمعاملات السابقة لها كذلك كثافتها والغطاء النباتي الموجود فيها وعمق الحراثة وسرعة الجرار. أشار (Padureanu وآخرون، 2004) الى ان قدرة قوة السحب تعتمد أساساً على عوامل متعلقة بالجرار كوزن الجرار وعدد محاور الدفع ونوع الإطارات والضغط داخل الإطارات كما تعتمد على عوامل متعلقة بالتربة كصلابة سطح التربة والمحتوى الرطوبي لها فضلاً عن عمق الحراثة الذي يعد من العوامل المهمة المؤثرة على قوة السحب.

تعد الايصالية المائية المشبعة واحدة من اهم الخصائص المائية التي تراعى في ري التربة وغسلها من الأملاح، وتستعمل لدراسة خواص التربة المائية وتقييم جريان الماء في التربة (Johnson وآخرون، 2005). وأشار [العاني وآخرون، 2000] أن الحراثة العميقة أدت الى زيادة عالية في الايصالية المائية المشبعة للطبقة التي وصلت اليها الحراثة مقارنة بالحراثة السطحية.

تهدف التجربة الى معرفة نوع المحراث الذي يعطي أفضل مظهر حراثة وقوة سحب وأفضل ايصالية مائية مشبعة للتربة تحت أعماق حراثة مختلفة.

يعد المحراث المطرحي القلاب أكثر أنواع المحارث إستعمالا في العراق وبقية انحاء العالم لمزاياه الكثيرة من تحضير مرقد البذور وقابليته العالية على دفن بقايا النباتات وخطها بالتربة والقضاء على الحشرات والمسببات المرضية للجو لتهلك [علي، 1986]. وتعد خشونة سطح التربة من المؤشرات المهمة التي تحدد كفاءة معدات الحراثة والتنعيم ودليل لمظهر الحراثة ولبناء التربة وثنائية تجمعاتها وعمق مرقد البذور [Rickman، 1996]. تتأثر خشونة سطح التربة بعوامل عدة أهمها الحراثة والبقايا النباتية ونوع الري ونسجة التربة وبعض صفاتها الفيزيائية [Zobeck، 1995]. وذكر [Alberts وآخرون، 1995] أن خشونة سطح التربة أو مظهر الحراثة يمكن قياسه من خلال حساب الكتل الترابية ذات الاحجام الأكبر من 10سم بالنسبة لمعدات الحراثة ويستدل على استواء سطح التربة بعد الحراثة من خلال انتظام الكتل الترابية وترتيبها بشكل جيد. وجد [الحديشي، 2004] أن زيادة أعماق الحراثة من 15 الى 20 والى 25سم لها تأثيرا معنويا في النسبة المئوية للكتل الترابية ذات الأقطار الأكبر من 10سم، وعزا سبب تلك الزيادة الى ظهور التربة تحت السطحية التي تكون ذات كثافة وصلابة أعلى من التربة السطحية. ذكر [Onwualu، 1998]

المواد وطرائق العمل

الاسكندرية-العراق، وأستخدم نفس المحراث بعد تحويله بإضافة زعنفتين عموديتين على كل سلاح من أسلحة المحراث المطرحي، بلغ وزن الزعنفة الواحدة 510 غم وبسبك 6 ملم. - استعمل جراران عند تنفيذ التجربة وذلك لربط الداينوموميتر بين الجرارين لغرض قياس قوة السحب، الجرار الأول كان ماسي فوركسن (MF 650) والثاني من نوع فيات (نيوهولند 66 "S") وتم قياس بعض المؤشرات الفنية والايصالية المائية المشبعة للتربة وكما يأتي:

نفذت التجربة في أحد حقول كلية الزراعة - جامعة بغداد - ابو غريب في عام 2009 لدراسة تأثير نوع المحراث وعمق الحراثة في مظهر الحراثة وقوة السحب والايصالية المائية المشبعة على قطعة أرض مساحتها 2500م²، نسجتها طينية غرينية (4% رمل و43% طين و53% غرين) غير مزروعة للموسم السابق. أستخدم ترتيب الألواح المنشقة بتصميم القطاعات الكاملة التعشبية وبثلاثة مكررات (الساھوكي ووهيب، 1990).

- أستخدم المحراث المطرحي القياسي محلي الصنع من انتاج المنشأة العامة للصناعات الميكانيكية

1. مظهر الحراثة

أ. النسبة المئوية للكتل الترابية ذات الأقطار الأكبر من 10سم (%)

$$M = (W_1 - W_2 / W_1) * 100 \dots\dots\dots(1)$$

إذ إن:

M : النسبة المئوية للكتل الترابية ذات الأقطار الأكبر من 10سم (%)
 W₁ : الكتلة الكلية للعينة (كغم)
 W₂ : كتلة العينة العابرة من المنخل التي قطرها أقل من 10سم (كغم).

لاستخراج مظهر الحراثة (النسبة المئوية للكتل الترابية ذات الأقطار الأكبر من 10سم) تم جرف التربة بواسطة كيلة خشبية بمساحة 1/2 م² من مناطق عشوائية لكل وحدة تجريبية ثم وزنت بعدها نخلت بمنخل سلكي أقطار فتحاته 10سم وبعدها وزن ما تبقى من العينة على المنخل وتم استخدام المعادلة الآتي [Bhushan وآخرون، 1973]:-

ب. خشونة سطح التربة

المسطرة حتى سطح الأرض بفارق 10سم عرض بين قراءة وأخرى ويتم تكرار تلك القراءات 10 مرات بواقع 10سم من طول خط الحرث بين قراءة وأخرى لأخذ المعدل للمعاملة الواحدة، وهكذا للمعاملات جميعها لغرض الحصول على الرسم البياني لخشونة سطح التربة.

لمعرفة خشونة سطح التربة الناتجة من استخدام المحراث المطرحي القياسي والمحور تحت الأعماق المستعملة في التجربة، تم استعمال مسطرة مدرجة بطول 2.50م ومسندان خشبيان بارتفاع 0.5م لكل منهما، ثبت المسندان على جانبي خط الحرث وتم وضع المسطرة المدرجة فوقهما وتم التأكد من استوائها من خلال مسطرة استواء بعد ذلك تم أخذ القراءات من

2. قوة السحب (كيلونيوتن)

$$FT = F_{pu} - F_{rm} \dots\dots\dots(2)$$

إذ إن:

FT : قوة السحب (كيلونيوتن)
 F_{pu} : قوة الدفع والمحراث في أثناء عملية الحراثة (كيلونيوتن)
 F_{rm} : مقاومة التدرج والمحراث يكاد يلامس الأرض (كيلونيوتن).

حسبت قوة السحب بإستخدام جهاز الداينوميتر النابضي نوع Dillon مربوط بين الجرارين وتم شبك المحراث بالجرار الثاني وتسيير الجرارين في الحقل والمحراث يكاد يلامس الأرض، وذلك لقياس مقاومة الحركة (مقاومة التدرج) للجرار والمحراث، ومن ثم تسيير الجرارين في الحقل وبينهما الداينوميتر والمحراث في حالة الحراثة على وفق الأعماق المطلوبة وذلك لحساب قوة الدفع، وتم حساب قوة السحب على وفق المعادلة الآتية:

3. الإيصالية المائية المشبعة (سم/ساعة)

K : الإيصالية المائية المشبعة للتربة (سم/ساعة)
 V : حجم الماء المتدفق (سم³)
 L : طول عمود التربة (سم)
 A : مساحة المقطع (سم²)
 t : الزمن (ساعة)
 Δh : الفرق في الضاغط المائي (سم)

استخدمت طريقة إرتفاع الماء الثابت Constant head Method للتربة غير المثارة المشبعة وفقا لطريقة [Klute، 1965] وحسبت قيم الإيصالية المائية المشبعة من معادلة دارسي وكالاتي:-

$$K = V L / A t \Delta h \dots\dots\dots(3)$$

إذ إن:

النتائج والمناقشة

1. مظهر الحراثة

أ. النسبة المئوية للكتل الترابية ذات الاقطار الاكبر من 10 سم (%)

الاقطار الاكبر من 10 سم. وحقت الأعماق 10 و 15 و 20 سم قيم كتل ترابية بلغت 36.787 و 42.125 و 48.933% بالتتابع. ويشير الجدول (1) الى معنوية التداخل بين نوع المحراث وعمق الحراثة في النسبة المئوية للكتل الترابية ذات الاقطار الاكبر من 10 سم، إذ امتلك المحراث المطرحي المحور والعمق 10 سم أقل قيمة بلغت 18.997% بينما امتلك المحراث المطرحي القياسي والعمق 20 سم أعلى قيمة بلغت 60.499%.

يوضح الجدول (1) التأثير المعنوي لنوع المحراث في النسبة المئوية للكتل الترابية ذات الاقطار الأكبر من 10 سم، إذ يتضح أن متوسط القيم كان أقل في المحراث المطرحي المحور مقارنة بالمحراث المطرحي القياسي، وبلغت متوسطات تلك القيم 27.703% و 57.527% في المحراث المطرحي المحور والمحراث المطرحي القياسي بالتتابع. ويبين الجدول كذلك التأثير المعنوي لأعماق الحراثة، إذ بزيادة أعماق الحراثة ازدادت النسبة المئوية للكتل الترابية ذات

جدول (1) تأثير نوع المحراث وأعماق الحراثة في النسبة المئوية للكتل الترابية ذات الاقطار الاكبر من 10 سم (%)

متوسط المحارث	20	15	10	الأعماق نوع المحراث
57.527	60.499	57.506	54.578	مطرحي قياسي
27.703	37.368	26.744	18.997	مطرحي محور
	48.933	42.125	36.787	متوسط الأعماق
التداخل	أعماق الحراثة 0.752		نوع المحراث 0.614	L . S . D عند مستوى 5%

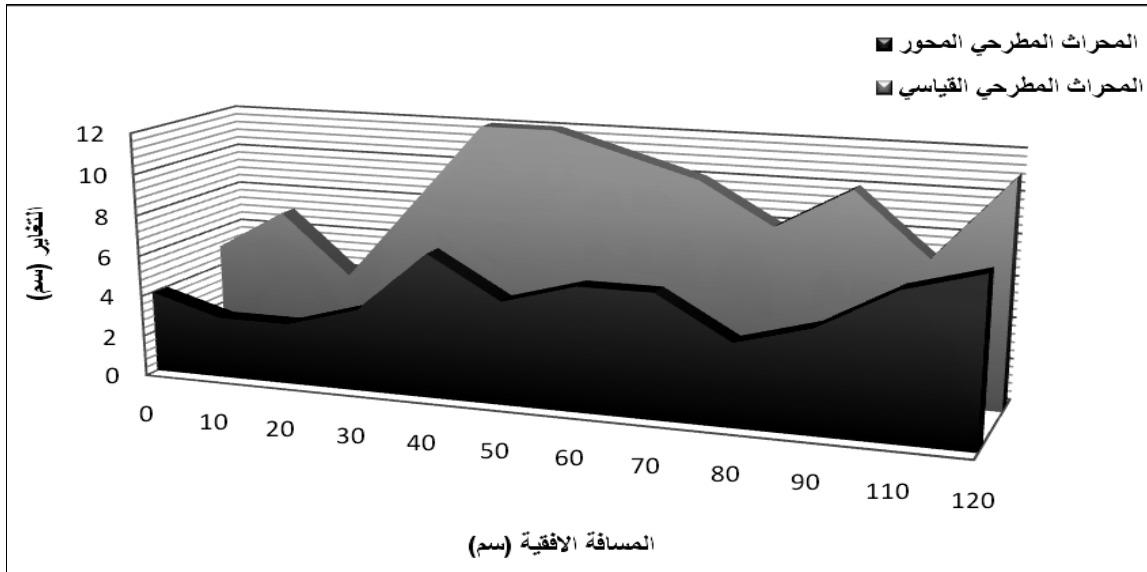
أقل من المتكونة من المحراث المطرحي القياسي عند قلب التربة. أما السبب في زيادة الكتل الترابية الأكبر من 10 سم بزيادة أعماق الحراثة، فيعود الى ظهور او قلب الترب تحت السطحية التي تكون ذات كثافة وصلابة أعلى من الترب السطحية وتتفق هذه النتائج مع النتائج التي حصل عليها كل من [البنا واخرون، 1986] و[الشجيري، 2008].

إن التأثير المعنوي لنوع المحراث وعمق الحراثة والتداخل بينهما في النسبة المئوية للكتل الترابية ذات الاقطار الاكبر من 10 سم قد يعود الى أن المحراث المطرحي القياسي في أثناء عملية الحراثة يترك كمية كبيرة من الكتل الترابية الأكبر من 10 سم، بينما عملت الزعانف الموضوعة على اسلحة المحراث المطرحي المحور على تقطيت او تقطيع الكتل الترابية الى أحجام

ب. خشونة سطح التربة

ترك كتل كبيرة على السطح، بينما عملت الزعانف الموضوعة على أسلحة المحراث المطرحي المحور على تقطيع الكتل الترابية الى أحجام أقل من تلك المتكونة من المحراث المطرحي القياسي مما أعطى مظهراً أقل خشونة لسطح التربة المحروثة.

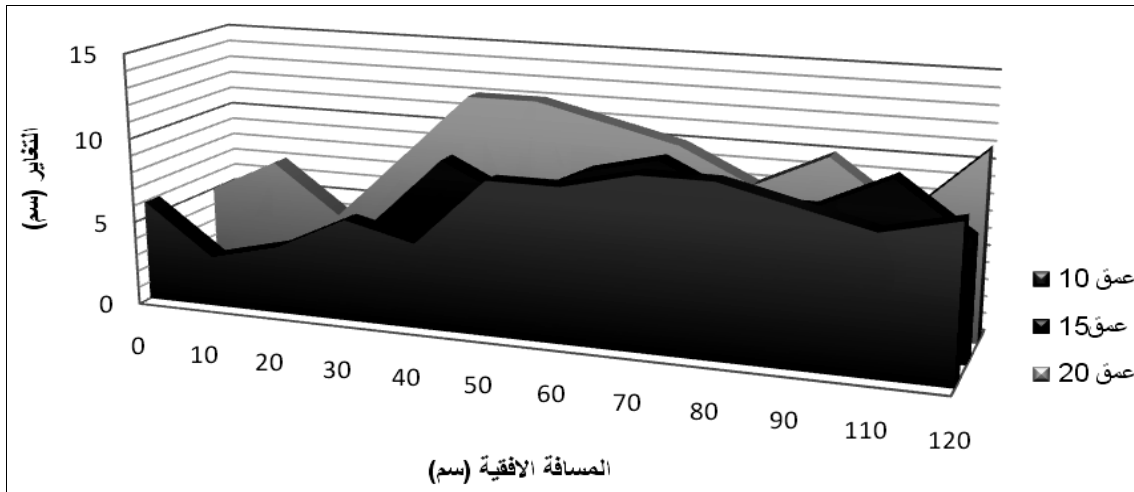
يبين الشكل (1) تأثير نوع المحراث في خشونة سطح التربة، إذ أعطى المحراث المطرحي القياسي سطحاً أكثر خشونة من المحراث المطرحي المحور وقد يعود السبب في ذلك لكون المحراث المطرحي القياسي يقلب التربة تحت السطحية الى السطح مما يؤدي الى



شكل (1) تأثير نوع المحراث في خشونة سطح التربة

وقد يعود السبب في ذلك الى ظهور التربة تحت السطحية التي تكون ذات كثافة وصلابة اعلى من الترب السطحية، وجاءت هذه النتائج متوافقة مع النتائج التي حصل عليها [الحديثي، 2004].

يبين الشكل (2) تأثير أعماق الحراثة في خشونة سطح التربة . يتبين أنه بزيادة أعماق الحراثة من 10 سم الى 15 سم والى 20 سم إزداد سطح التربة خشونة ولكلا المحراثين، إذ كلما إزداد عمق الحراثة كان مظهر الحراثة في التربة أكثر خشونة والعكس صحيح



شكل (2) تأثير اعماق الحراثة في خشونة سطح التربة

2. قوة السحب (كيلو نيوتن)

فيما بين الجدول (2) أيضاً التأثير المعنوي لأعماق الحراثة، إذ بزيادة أعماق الحراثة ازدادت قوة السحب. وحققت الأعماق 10 و 15 و 20 سم قوة سحب بلغت 10.978 و 11.853 و 12.958 كيلو نيوتن، بالتتابع. ويشير الجدول (2) الى أن التداخل بين نوع المحراث وعمق الحراثة له تأثير عالي المعنوية في قوة السحب، إذ بلغت أقل قيمة لقوة السحب 10.013 كيلو نيوتن عند

يوضح الجدول (2) التأثير المعنوي لنوع المحراث في قوة السحب. إذ يتضح ان متوسط قوة السحب ازداد معنوياً في معاملة نوع المحراث، إذ امتلك المحراث المطرحي القياسي أقل قوة سحب مقارنة بالمحراث المطرحي المحور، وبلغت متوسطات تلك القيم 10.661 كيلو نيوتن و 13.199 كيلو نيوتن في المحراث المطرحي القياسي والمحراث المحور، بالتتابع.

معامله المحراث المطرحي القياسي وعمق الحراثة 10سم، فيما حقق المحراث المطرحي المحور وعمق الحراثة 20سم أعلى قيمة لقوة السحب بلغت 14.599 كيلونيوتن.

جدول (2) تأثير نوع المحراث وأعماق الحراثة في قوة السحب (كيلونيوتن)

متوسط المحارث	الأعماق			نوع المحراث
	20	15	10	
10.661	11.317	10.651	10.013	مطرحي قياسي
13.199	14.599	13.055	11.944	مطرحي محور
	12.958	11.853	10.978	متوسط الأعماق
التداخل	أعماق الحراثة		نوع المحراث	L . S . D
0.982	0.186		0.152	عند مستوى 5%

بالمحراث المطرحي المحور. أما السبب في زيادة قوة السحب بزيادة أعماق الحراثة فقد يعود الى ان زيادة عمق الحراثة تؤدي الى زيادة الحمل الواقع على المحراث مما يزيد من قيمة المقاومة التي يلاقيها المحراث فتزداد قوة السحب. وتتفق هذه النتائج مع ما توصل اليه [الشجيري، 2008].

ان التأثير المعنوي لنوع المحراث وعمق الحراثة والتداخل بينهما في قوة السحب قد يعود سببه الى ان النسبة المئوية للانزلاق في المحراث المطرحي القياسي إذ كانت أقل من النسبة المئوية للانزلاق للمحراث المطرحي المحور مما أدى الى حصول المحراث المطرحي القياسي على أقل معدل لقوة السحب مقارنة

3. الإيصالية المائية المشبعة (سم/ساعة)

10 سم أعلى معدل للإيصالية المائية بلغ 3.649 سم/ساعة بينما سجل 1.718 سم/ساعة عند تداخل المحراث المطرحي المحور والعمق 20سم. ان التأثير المعنوي لنوع المحراث وعمق الحراثة والتداخل بينهما في الإيصالية المائية المشبعة قد يعود سببه الى زيادة قيم الإيصالية المائية المشبعة لمعاملة المحراث المطرحي القياسي بسبب المسامية العالية وحجم المسامات الكبيرة المسؤولة عن حركة الماء في التربة وتتفق هذه النتائج مع ما وجدته [محمد والموسوي، 2000]. أما السبب في انخفاض الإيصالية المائية المشبعة عند زيادة أعماق الحراثة فقد يعود السبب في ذلك الى ان هناك علاقة ارتباط عالية بين الإيصالية المائية المشبعة والمسامية والمسامة الكبيرة للتربة وهذا ما توصل اليه [Ahuja وآخرون، 1982].

يوضح الجدول (3) التأثير المعنوي لنوع المحراث في الإيصالية المائية المشبعة. إذ يتضح ان معدل الإيصالية المائية ازداد معنوياً في المحراث المطرحي القياسي مقارنة بالمحراث المطرحي المحور، وبلغت متوسطات تلك القيم 2.975 و 2.580 سم/ساعة في المحراث المطرحي القياسي والمحراث المطرحي المحور، بالتتابع. فيما يوضح الجدول (3) أيضاً التأثير المعنوي لأعماق الحراثة، إذ بزيادة أعماق الحراثة انخفضت قيم الإيصالية المائية المشبعة وحققت الأعماق 10 و 15 و 20 سم متوسط قيم إيصالية مائية بلغت 3.386 و 3.159 و 1.788 سم/ساعة بالتتابع. وأظهرت النتائج في جدول (3) ان التداخل بين نوع المحراث وعمق الحراثة اثر معنوياً في الإيصالية المائية المشبعة، إذ سجل المحراث المطرحي القياسي والعمق

جدول (3) تأثير نوع المحراث وأعماق الحرث في الايصالية المائية المشبعة (سم/ساعة)

متوسط المحارث	20	15	10	الأعماق نوع المحراث
2.975	1.859	3.418	3.649	مطرحي عادي
2.580	1.718	2.900	3.122	مطرحي محور
	1.788	3.159	3.386	متوسط الأعماق
التداخل		أعماق الحرث	نوع المحراث	L . S . D
0.174		0.031	0.025	عند مستوى 5%

(2) تفوق التداخل الثنائي بين المحراث المطرحي المحور والعمق 10 سم في الحصول على اقل نسبة مئوية للكتل الترابية ذات الاقطار الاكبر من 10 سم وتفوق التداخل الثنائي بين المحراث المطرحي القياسي والعمق 10 سم في الحصول على اقل قوة سحب وأعلى ايصالية مائية مشبعة.

نستنتج من هذه الدراسة على ضوء النتائج التي تم التوصل اليها ما يأتي :

(1) تفوق استخدام المحراث المطرحي المحور في الحصول على اقل نسبة مئوية للكتل الترابية ذات الاقطار الأكبر من 10 سم واقل خشونة لسطح التربة وتفوق المحراث المطرحي القياسي في الحصول على اقل قوة سحب واعلى ايصالية مائية مشبعة.

المصادر

- (1) البنا، عزيز رمو، طارق حمة كريم، سعد الدين محمد امين وعبد الله الشخيلي. "دراسة تأثير السرعات الأرضية لبعض انواع المحارث على جودة الحرث في منطقة اسكي كلك". 4(1):51-61، 1986.
- (2) الحديثي، هاني اسماعيل عبد الجليل. تأثير التداخل بين ضغط الاطار وعمق الحرث في أداء الجرار MF-650 مع المحراث المطرحي القلاب في بعض الصفات الفيزيائية للتربة ولسرعة مختلفة. رسالة ماجستير، قسم المكننة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة بغداد، 2004 .
- (3) الساهوكي، مدحت مجيد وكريمة محمد وهيب. تطبيقات في تصميم وتحليل التجارب. دار الحكمة للطباعة والنشر، جامعة بغداد، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، 1990.
- (4) الشجيري، تحسين علاوي ضلع. تأثير الاوزان المضادة للاطارات القائدة في الساحة ونوع المحراث وعمق الحرث في بعض مؤشرات الأداء للوحدة الميكانيكية وبعض الصفات الفيزيائية للتربة، رسالة ماجستير. قسم المكننة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة بغداد، 2008.
- (5) العاني، عبد الله نجم، داخل راضي وطالب عكاب. "تأثير الحرث والسماذ النتروجيني في بعض الخصائص الفيزيائية لترب الالهوار ونمو وانتاج الرز والذرة الصفراء". مجلة الزراعة العراقية. 57:2-69، 2000.
- (6) علي، لظفي حسين محمد. الساحبات ومعدات وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة بغداد، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، 1986.
- (7) محمد، ضياء عبد وكوثر عزيز حميد الموسوي. "تأثير انواع المحارث على بعض الصفات الفيزيائية للتربة". مجلة العلوم الزراعية العراقية. 31(4):51-66، 2000.
- 8) Ahuja,L.; R. Williams and J. Nay "Bulk density and effective porosity to characterize spatial variability of soil hydraulic properties and effect of cropping system tillage on erosion". Agronomy Abs. Am. Soc. Agro. pp. 137, 1982.

- 13) Onwualu, A.P. and Watts, K.C. "Draught and vertical forces obtained from dynamic soil cutting by plane tillage tools". *Soil and Tillage Res.* 48(4):239-253, 1998.
- 14) Padureanu, V. ; S. Nastasoiu and M. Nastasoiu "The Increasing of tractor plough system efficiency by using supplementary driven axle activated by tractor power takeoff (PTO)". *Rousse , Bulgaria* . 82-1190, 2004 .
- 15) Rickman, W. Ron. (1996) Sound Patterns, Reveal Soil Roughness and Porosity, orientate university in cooperation with usda agric. Research Serve, Pendleton.
- 16) Zobeck, M. "Soil surface roughness measurement", USDA, Agric. Research Service, Lubbock , 1995.
- 9) Alberts, E.F.; M.A.Nearing; M.A.Wehez and J.R. Simanton "Soil Component. Agronomy" .3(6) :270-278, 1995.
- 10) Bhushan, L.S. ; S. O. Varod and C.P. Gupta "Influence of tillage practices on clod size porosity and water retention Indian". *J. Agric. Sci.* 43:466-471, 1973.
- 11) Johnson, D.O.; F. J. Arriaga and B. Lowery "Automation of a Falling Head Parameter for Rapid Determination of Hydraulic conductivity of multiple samples". *Soil Sci. Soc. Am. J* (69): 828-833, 2005.
- 12) Klute, A. Laboratory measurement of conductivity of unsaturated soil. In C. A. Blake(ed). *Method of soil Analysis*, part 1. *Agronomy*. 9: 253-261, Amer. Soc. Agron. Madison, Wis. 1965.