

تصنيع أشكال مختلفة لسلح المحراث تحت التربة وتأثيرها حقلها في الصفات الفيزيائية للتربة
ياسين هاشم يونس الطحان
محمود ناطق عبد القادر
قسم المكننة الزراعية/كلية الزراعة والغابات/جامعة الموصل

الخلاصة

أجريت الدراسة بدايةً بتصنيع نوعين من أسلحة المحراث تحت التربة في الورش المحلية في الموصل وهما السلاح ذو السطح المدبب بعرض ثابت والسلاح ذو السطح المدبب بعرض متدرج، بالاعتماد على الأبعاد القياسية للسلاح التقليدي دارج الاستخدام، ومن ثم مقارنة الأداء الحقلية لهذين السلاحين مع أداء السلاح التقليدي في حقل ذو تربة طينية غرينية عند اشتغالهما بثلاثة أعماق هي ٢٠ و ٣٠ و ٤٠ سم، وفي حالتين للتربة غير مفككة و مفككة، وذلك عن طريق قياس مجموعة مؤشرات شملت مساحة مقطع التربة المثارة والمحتوى الرطوبي للتربة عند عمق الحراثة وتحتة في منتصف الموسم ونهايته وقوة مقاومة التربة للاختراق عند عمق الحراثة وتحتة في منتصف الموسم ونهايته والإيصالية المائية المشبعة للتربة عند عمق الحراثة في نهاية الموسم. تم إتباع تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بالألواح المنشقة-المنشقة لتحليل البيانات إحصائياً، وفيما يأتي أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة: حقق السلاح ذو السطح المدبب بعرض متدرج أعلى القيم لكل من مساحة مقطع التربة المثارة والمحتوى الرطوبي للتربة عند عمق الحراثة وتحتة في منتصف الموسم ونهايته والإيصالية المائية المشبعة للتربة، كما حقق أقل القيم لقوة مقاومة التربة للاختراق عند عمق الحراثة في منتصف ونهاية الموسم، بينما حقق السلاح ذو السطح المدبب بعرض ثابت القيم الأقل لقوة مقاومة التربة للاختراق تحت عمق الحراثة في منتصف الموسم ونهايته. وحقق عمق الحراثة ٤٠ سم القيم الأعلى لكل من مساحة مقطع التربة المثارة والمحتوى الرطوبي للتربة عند عمق الحراثة وتحتة في منتصف الموسم ونهايته، بينما حقق عمق الحراثة ٢٠ سم أقل القيم لكل من قوة مقاومة التربة للاختراق عند عمق الحراثة وتحتة في منتصف الموسم ونهايته والقيم الأعلى للإيصالية المائية المشبعة للتربة. وحققت حالة التربة المفككة القيم العليا لمساحة مقطع التربة المثارة و للمحتوى الرطوبي للتربة عند عمق الحراثة وتحتة في منتصف الموسم ونهايته والإيصالية المائية المشبعة للتربة.

المقدمة

إن عملية إنتاج أي محصول تتضمن مجموعة عمليات زراعية متسلسلة تبدأ في الغالب بعمليات الحراثة وتهيئة مرقد البذور، و عوّف Grisso وآخرون (١٩٩٦) عملية الحراثة على أنها عملية تجرى لتحديث خواص التربة من خلال خلط وقطع وقلب أو تحريك التربة لينتج عنها تحسين في ظروفها لتحقيق النمو الأفضل للمحصول والحاصل، في حين كانت الحراثة من وجهة نظر Gill و Vanden Berg (١٩٦٨) تمثل معالجة التربة بالقوى الميكانيكية، وأن أسلحة الحراثة هي تلك الأجزاء الميكانيكية المستخدمة لتسليط القوى على التربة، والتي تسبب بعض التأثيرات المرغوبة مثل الخلط أو القطع أو قلب و تحريك التربة، إن أحد أسلحة الحراثة هذه هو المحراث تحت التربة، والذي صنّفه البنا (١٩٩٠) واحداً من معدات تهيئة التربة للمعاملات الخاصة، فيما كان من وجهة نظر Kepner وآخرون (١٩٨٢) واحداً من أشكال المحارث الحفارة التي تعد من معدات تهيئة التربة للمعاملات الأولية، وعلى أي حال إن استخدام هذا النوع من المحارث يرتبط بحالات خاصة مثل ظهور الطبقة المُتصلبة أو المرصوصة (Compacted Layer) تحت سطح التربة على اختلاف مسبباتها من فعل الأحمال المنتقلة على التربة، كما بين ذلك Raper و Mac Kirby (٢٠٠٦) أو نتيجة غسل الدقائق الناعمة للتربة خصوصاً في الترب ذات النسجة الخشنة والحاوية على نسبة من الدقائق الناعمة، كما بين ذلك Busscher وآخرون (٢٠٠٢)، كما يُستخدم المحراث تحت التربة عند إجراء حراثة إلى عمق أكبر من أعماق الحراثة الاعتيادية لزراعة المحاصيل الصناعية (Bernacki وآخرون، ١٩٧٢)، أو لفتح قنوات ميازل الأنفاق ليزل المياه في الترب الغدقة (Godwin وآخرون، ١٩٨١)، أو عندما يراد معاملة الطبقة تحت السطحية دون قلب مقطع التربة خصوصاً في المناطق المعرضة تربتها للتعرية (Dietrich، ١٩٩٦).

مستل من رسالة الماجستير للباحث الثاني

تاريخ تسلّم البحث ٢٧ / ٩ / ٢٠٠٩ وقبوله ١٤ / ١٠ / ٢٠١٠

وجد Spoor و Godwin (1978) انه عند إضافة الأجنحة لسلاح المحراث تحت التربة تزداد بالمقابل مساحة مقطع التربة المثارة، وأنه عند استخدام أجنحة بعرض 300 ملم و 420 ملم أصبحت المساحة 0.184 م^2 و 0.200 م^2 على التوالي في حين كانت عند استخدام السلاح غير المجنح 0.098 م^2 عند إجراء

الحراثة على عمق 350 ملم، وذكر أن إضافة الأجنحة إلى سلاح المحراث تحت التربة تعمل على زيادة العمق الحرج، وأن المحارث تحت التربة التي لها زوايا ميل متساوية، ولها نفس شكل السلاح ونفس زاوية الاختراق، لها نفس العمق الحرج تقريباً، وعندما قورن السلاح ذو المقطع المستطيل بالسلاح ذي المقطع المربع لوحظ أن السلاح ذا العرض الأقل أعطى أقل عمق حرج عند نفس زاوية الاختراق، وذكر Mckyes (1985) انه من الممكن تغيير العمق الحرج لنوع معلوم من التربة عن طريق تغيير بعض المؤشرات الهندسية لمُعَدّة الحراثة، وأن زيادة العرض الفعال للألة ستعمل على زيادة العمق الحرج، إضافة إلى زيادة الحجم المثار للتربة المفككة. بين Aday و Hmood (1995) أن المساحة المفككة ازدادت من 0.07 م² إلى 0.114 م² عند إضافة أجنحة بعرض 0.26 م إلى سلاح المحراث تحت التربة وإعطائه زاوية ميل 23° مقارنة بالمحراث تحت التربة بدون أجنحة عند العمل في تربة طينية غرينية ووجد أن مساحة مقطع التربة المثارة كانت أكبر في الترب المحروثة منها في الترب غير المحروثة بنسبة 13%، ووجد Mckyes و Maswaure (1997) أنه عند زيادة عرض السلاح من 75 ملم إلى 150 ملم، ازدادت مساحة مقطع التربة المثارة من 0.0254 م² إلى 0.0382 م². وذكر الحلفي (1998) أن إضافة الأجنحة لسلاح المحراث تحت التربة تعمل على دفع العمق الحرج إلى الأسفل بعيداً عن سطح التربة، مما يزيد من مساحة التربة المثارة، ويبيّن أن المساحة المثارة تقل بزيادة زاوية ميل ساق المحراث تحت التربة. وجد Raper وآخرون (2005) أن المحراث تحت التربة أعطى أعلى مساحة تربة مثارة، وقل قوة مقاومة اختراق للتربة مقارنة بالمحراث الحفار المحور، وأكد هلال (2007) أن لعمق الحراثة بالمحراث تحت التربة في تربة طينية غرينية تأثيراً عالي المعنوية في مساحة مقطع التربة المفككة، حيث ارتفعت المساحة المفككة بنسبة 30% عند زيادة عمق الحراثة بمقدار 10 سم بالنسبة للمحراث تحت التربة ذي السلاح الواحد، وعزا سبب ذلك إلى أنه عند زيادة العمق ستزداد مساحة مقطع التربة المعرضة لتأثير السلاح مما يؤدي إلى زيادة حجم التربة المقطوع، واندفاع العمق الحرج بعيداً عن سطح التربة للأسفل، إضافة إلى زيادة التأثيرات الجانبية الناتجة عن التشققات التي تحصل في التربة المجاورة. لاحظ Raoufat و Abadi (2007) في دراسة على المحراث تحت التربة في تربة طينية عند إضافة محارث ضحلة تعمل أمام المحراث تحت التربة، أن إضافة محارثين يعملان على تفكيك سطح التربة أمام المحراث تحت التربة لعمق يعادل نصف عمق الحراثة، أعطت أعلى قيم لمساحة مقطع التربة المثارة بواسطة المحراث وأقل قيم لمقاومة التربة للاختراق.

لاحظ Busscher وآخرون (1988) أن إجراء عملية الحراثة تحت التربة على عمق 45 سم في تربة تمّت حراثة سطحها على عمق 15 سم أعطت قيماً قليلة لمقاومة التربة للاختراق وبفرق معنوي عند بداية الموسم. لاحظ Bernier وآخرون (1989) أن نماذج تفكيك التربة كانت أفضل في الترب المزيجية الرملية مما هي عليه في الترب المزيجية الطينية. وأكد Raper وآخرون (2000) أن استخدام المحراث تحت التربة سواء على عمق ضحل 18 سم أو على عمق كبير 30 سم سيعمل على خفض قوة مقاومة التربة للاختراق وإلى حد عمق الحراثة.

وجد Drewry و Paton (2000) في دراسة استمرت لمدة سنتين ونصف في تربة مزيجية غرينية، لمقارنة تأثير نوعين من أسلحة المحراث تحت التربة، هما السلاح التقليدي، والسلاح ذو أجنحة، ويعملان في التربة لعمق 250-300 ملم، أن استخدام السلاح الممنح للمحراث تحت التربة حقق أعلى قيم للإيصالية المائية، حيث بلغت 1200 ملم/ساعة عند العمق 24-30 سم، والتي لم تختلف معنوياً عند استخدام السلاح بدون أجنحة، كما انه بعد مرور 22 شهراً من المعاملة، لم يلاحظ فرق يذكر بين السلاحين في تأثيرهما في الصفات الفيزيائية للتربة. أشار Wanas (2006) في دراسة أجريت في مصر على تربة طينية لمقارنة تأثير معاملات بدون حراثة بالمعاملات المحروثة في الصفات الفيزيائية للتربة عند الحراثة على عمق 20 سم و 40 سم، إلى أن قيم الإيصالية المائية المشبعة للمعاملات المحروثة تفوقت معنوياً على المعاملة بدون حراثة؛ ومن جانب آخر كانت الإيصالية المائية في القطاعات المحروثة على عمق 20 سم أعلى منها في القطاعات المحروثة على عمق 40 سم، حيث بلغتا 0.83 سم/ساعة و 0.74 سم/ساعة، على التوالي. الهدف من البحث هو وذلك لتحديد شكل السلاح الذي يعطي أفضل نوعية للحراثة تحت التربة و تحديد الحالة الفضلى للتربة وعمق الحراثة بالمحراث تحت التربة التي عندها يُعطي المحراث تحت التربة أفضل أداء.

مواد البحث وطرقه

اجري البحث بدايةً بتحديد أشكال الأسلحة المطلوب اختبارها ومقارنتها وبعد ذلك تم تصنيع تلك الأشكال في الورش المحلية وذلك بإتباع خطوات متسلسلة بدأت برسم الخرائط الهندسية للأشكال المحددة، إلى حين الحصول على الأسلحة بحالتها النهائية، وشملت هذه الخطوات:

١. تحديد أشكال وأبعاد الأسلحة المطلوب تصنيعها وعمل النماذج الخشبية لها.
٢. اختيار السبيكة المعدنية المناسبة وشملت فحص المكونات والخواص الميكانيكية لمجموعة من السبائك المتوفرة ووقع الاختيار على السبيكة AISI 6150 حسب تصنيف (American Iron and Steel Institute) إذ تميزت بإعطاء أعلى قيمة لكل من الصلادة ومقاومة الشد من باقي السبائك المختبرة.
٣. التقطيع والتشكيل وتضمنت جميع خطوات القطع والتشكيل التي أجريت على السبيكة لإعطائها الشكل المطلوب.
٤. المعالجات الحرارية وتضمنت عملية تخمير شامل للسبيكة قبل التشكيل تبعها عملية تقسية بعد تشكيلها ومن ثم عملية مراجعة حرارية للسلاح لإزالة الاجهادات الداخلية للمعدن الناتجة عن عملية التقسية. وبعد إتمام عملية التصنيع نفذت تجربة حقلية لمقارنة الأسلحة المصنعة المتمثلة بالسلاح المدب بعرض ثابت والسلاح المدب بعرض متدرج والموضحين بالشكلين ١ و ٢ بالسلاح التقليدي الموضح بالشكل ٣ في حقل يقع في قرية الكبة الواقعة إلى الشمال الغربي من مدينة الموصل بحدود ١٠ كيلو مترات كانت تربته طينية غرينية، ويوضح الجدول (١) بعض الصفات الفيزيائية للتربة عند تنفيذ التجربة، إذ نفذت تجربة عاملية بثلاثة عوامل بتصميم الألواح المنشقة-المنشقة (Split-Split Plot Design) (داوود والياس، ١٩٩٠)، وكانت العوامل المختبرة هي حالة التربة غير مفككة ومفككة، أعماق الحراثة ٢٠ و ٣٠ و ٤٠ سم، وأشكال الأسلحة المدب بعرض ثابت، المدب بعرض متدرج و التقليدي، كررت كل معاملة ثلاث مرات واختبرت متوسطات النتائج بطريقة دنكن متعددة المدى عند مستوى احتمال ٠.٠٥ في اختبار معنوية الفروقات بين المتوسطات، وتم إرواء الحقل وتركه دون زراعة.



الشكل (١) : السلاح ذو السطح المدب بعرض ثابت



الشكل (٢) : السلاح ذو السطح المدب بعرض متدرج



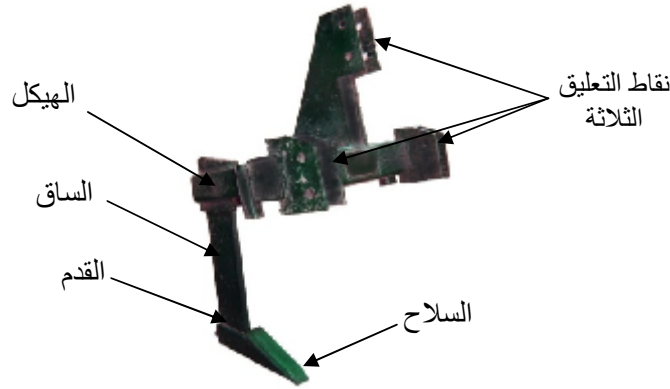
الشكل (٣) : السلاح التقليدي

الجدول (١): بعض الصفات الفيزيائية لتربة الحقل

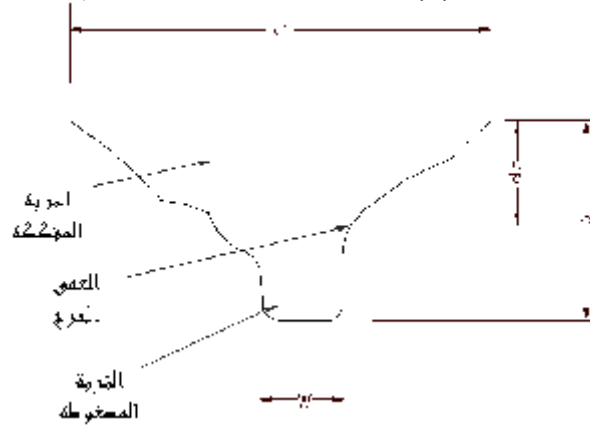
الإحصائية المانية المشبعة للتربة سم/ساعة	مقاومة التربة للاختراق كغم/سم	الكثافة الظاهرية ميكاغرام/م	المحتوى الرطوبي الوزني %	النسجة	الغرين غم/كغم	الطين غم/كغم	الرمل غم/كغم	المعم سم
0.614	6.812	1.238	17.30	طينية غرينية	475.00	484.34	40.66	١٠-٠
0.054	15.088	1.504	21.03	طينية غرينية	433.34	492.66	74.00	٢٠-١٠
0.066	14.333	1.470	21.76	طينية غرينية	427.50	490.25	82.25	٣٠-٢٠
0.257	10.241	1.340	20.40	طينية	383.34	526.00	90.67	٤٠-٣٠
0.484	9.454	1.277	21.59	طينية	384.44	530.00	85.56	٥٠-٤٠

استخدمت في تنفيذ التجربة ساحبة نوع عنتر ٧١ القدرة التصميمية لها ٦٤.٥ حصان، والمحراث تحت التربة وهو من النوع المعلق محلي الصنع أحادي السلاح فيه المسافة العمودية من أسفل الهيكل إلى سطح الأرض تحت مقدمة السلاح مباشرة ٧٥٠ ملم، عرض الساق ١٥٨ ملم، سمكها ٢٤ ملم وكتلتها ١٠٧ كغم وهو معروض في الشكل (٤). وتم حراثة التربة السطحية للقطاعات الممثلة للأرض المحروثة قبل الحراثة تحت التربة باستخدام محراث حفار لعمق ١٠ سم، ومن ثم استخدام المحراث تحت التربة مع الأشكال المختلفة للأسلحة وبالأعماق المحددة ولحالي التربة. وكانت المؤشرات المدروسة والمعادلات المستخدمة في حسابها هي:

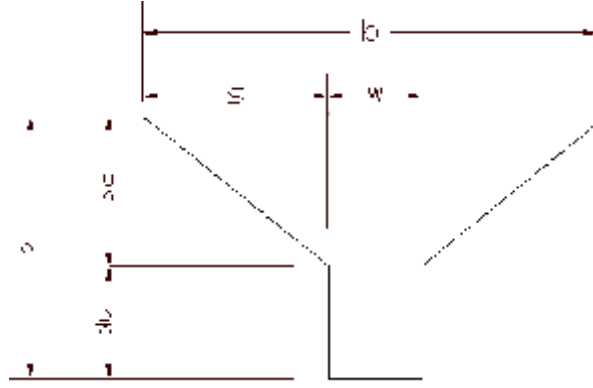
١. مساحة مقطع التربة المثارة: تم حسابها عن طريق حفر خندق عمودي على خط سير المحراث تحت التربة وإزالة التربة بفرشاة لينة لإظهار اثر السلاح ومن ثم تظهر المساحة المفككة كما موضحة في الشكل (٥). اذ تقاس المسافات b, W, du, d بواسطة شريط قياس وتبسيط عملية الحساب يحول الشكل المخطط (٥) الى الشكل الهندسي (٦).



الشكل (٤): المحراث تحت التربة المستخدم



الشكل (٥): مقطع حقيقي لمساحة التربة المثارة



الشكل (٦): مقطع هندسي لمساحة مقطع التربة المثارة

إذ تحسب مساحة التربة المثارة من المعادلة :

- A : مساحة مقطع التربة المثارة (متر^٢).
 S : المسافة المفككة على احد جانبي ساق المحراث (متر).
 dc : بعد العمق الحرج عن السطح (متر).
 W : عرض التربة المحروثة تحت العمق الحرج (متر).
 d : عمق الحراثة (متر).
 du : بعد العمق الحرج عن قعر أخدود الحرث (متر).
 b : عرض المسافة المفككة (متر).

٢. قوة مقاومة التربة للاختراق: استخدم جهاز المخراق الحقلي (Pentrometer) لقياس قوة مقاومة التربة للاختراق، حيث تم القياس عن طريق وضع الجهاز بصورة عمودية على الأرض، وتسلط ضغط ثابت على المقبض أعلى الجهاز ليخترق المخروط طبقة التربة المراد قياس قوة مقاومتها للاختراق، ومن ثم تسجل القراءة، وأخذ ثلاث قراءات لكل مكرّر، ثم احتساب معدلها، بعد ذلك طبقت العلاقة الآتية :

قوة مقاومة التربة للاختراق = قراءة الجهاز × الثابت / (٩.٨١ × مساحة قاعدة المخروط)

وقد أخذت القراءات قبل الحراثة للأعماق من صفر إلى ٥٠ سم لكل ١٠ سم لتوضيح حالة الحقل، بينما أخذت قراءات بعد الحراثة عند منتصف الموسم (بعد مرور ٤٥ يوماً على الحراثة) وعند نهاية الموسم (بعد مرور ١١٥ يوماً على الحراثة) عند عمق الحراثة، وتحت عمق الحراثة أيضاً.

٣. المحتوى الرطوبي للتربة: تم تقدير المحتوى الرطوبي بالطريقة الوزنية، كما جاء في Gardner (١٩٨٦)، عند منتصف الموسم (بعد مرور ٤٥ يوماً على الحراثة)، وفي نهاية الموسم (بعد مرور ١١٥ يوماً على الحراثة) عند عمق الحراثة وتحت عمق الحراثة، ولكل وحدة تجريبية عن طريق اخذ عينات التربة من الحقل على الأعماق المحددة، ومن ثم وضعها في أكياس بلاستيكية وإحكام غلقها، حيث يتم وزنها قبل التجفيف وبعده ومن ثم تطبيق المعادلة الآتية على البيانات المستحصلة :

$$\theta_m = (Mw / Ms) \times 100$$

حيث إن :

θ_m = المحتوى الرطوبي الوزني (%).

Mw = كتلة الماء (غرام).

Ms = كتلة الجزء الصلب (غرام).

٤. الإيصالية المائية المشبعة للتربة: يتم قياس الإيصالية المائية المشبعة للتربة بطريقة الضاغط المائي الساقط مختبرياً وذلك بعد أخذ عينات التربة غير المستثارة من الحقل عند نهاية الموسم (بعد مرور ١١٥ يوماً على المعاملة) بوساطة اسطوانات مفتوحة الطرفين، بقطر ١٠ سم، وارتفاع ١٠ سم، كما جاء في Klute و Dirksen (١٩٨٦) وحسب المعادلة التالية:

$$K = (a.l / A.t) \times \ln(H_0 / H_1) \dots\dots\dots(13)$$

حيث إن :

K = الإيصالية المائية المشبعة (سم/ساعة).

a = مساحة مقطع الأنبوب القائم (سم^٢).

- 1 = ارتفاع عمود التربة (سم).
 A = مساحة مقطع عمود التربة (سم²).
 t = الزمن اللازم لانخفاض مستوى الماء داخل الأنبوب القائم من H₀ إلى H₁ (ساعة).
 H₀ = ارتفاع عمود الماء في الأنبوب القائم عند الزمن من صفر (سم).
 H₁ = ارتفاع عمود الماء في الأنبوب القائم بعد t من الزمن (سم).

النتائج والمناقشة

- أ. تأثير حالة التربة في المؤشرات المدروسة:
1. مساحة مقطع التربة المثارة (م²): حققت حالة التربة المفككة القيم الأعلى لمساحة مقطع التربة المثارة القيمة الأعلى والبالغة 0.1028 م²، بينما تحققت أقل قيمة لمساحة مقطع التربة المثارة من قبل الحالة غير المفككة للتربة والتي بلغت 0.0995 م²، وقد يعود سبب ذلك إلى انخفاض قيمة الضغط الحاصر للتربة (Confine Pressure) في حالة التربة المفككة مما يعمل على دفع العمق الحرج للتربة بعيداً عن السطح وبالتالي زيادة مساحة التربة المثارة بحسب ما ذكر Aday وآخرون (1993).
 2. المحتوى الرطوبي الوزني للتربة (%): يبين الجدول (2) أن حالة التربة المفككة أظهرت القيم العليا للمحتوى الرطوبي في منتصف ونهاية الموسم عند وتحت عمق الحراثة حيث كانت (22.76، 22.19، 23.30 و 23.30) % للمعاملات المذكورة وعلى التوالي، وقد يعود السبب في ذلك إلى أن الزيادة في المساحة المثارة للتربة تعمل على زيادة قابلية التربة على استيعاب مياه الري.
 3. قوة مقاومة التربة للاختراق (كغم/سم²): يوضح الجدول (2) عدم وجود فروقات معنوية بين المعاملتين في قوة مقاومة التربة للاختراق عند عمق الحراثة وتحت في منتصف الموسم ونهايته، وعلى العموم كانت القيم الأقل لهذا المؤشر قد استحصلت من الحراثة في التربة المفككة وقد يعود السبب في نقصان قيم قوة مقاومة التربة للاختراق عند عمق الحراثة في منتصف الموسم ونهايته إلى الزيادة الملحوظة في مساحة مقطع التربة المثارة وهذا يتفق مع ما توصل اليه Busscher وآخرون (1988)، حيث لاحظوا انخفاض قيم مقاومة التربة للاختراق عند عمق الحراثة في الأراضي المحروثة حراثة سطحية متبوعة بحراثة تحت التربة.
 4. الايصالية المائية المشبعة للتربة (سم/ساعة): من الجدول (2) لم يلاحظ وجود فروقات معنوية بين المتوسطات لهذا المؤشر، وحققت حالة التربة المفككة القيم الأعلى لهذا المؤشر، والقيمة الأقل تحققت في حالة التربة غير المفككة، وقد يعود سبب ذلك إلى زيادة مساحة مقطع التربة المثارة في التربة المفككة عنها في التربة غير المفككة والتي أعطت فرصة أفضل لحركة الماء في التربة.

ب. تأثير أعماق الحراثة في المؤشرات المدروسة:

1. مساحة مقطع التربة المثارة (م²): يتبين من الجدول (3) أن عمق الحراثة تحت التربة 40 سم تفوق معنوياً في تحقيق أعلى مساحة لمقطع التربة المثارة والبالغة 0.1381 م²، بينما أعطى العمق 20 سم أقل

الجدول (2): تأثير حالة التربة في المؤشرات

الايصالية المائية المشبعة للتربة (سم/ساعة)	قوة مقاومة التربة للاختراق كغم/سم ²				المحتوى الرطوبي للتربة %				ت ₁ ت ₂ ت ₃	م ² م ² م ²
	تحت عمق الحراثة		عند عمق الحراثة		تحت عمق الحراثة		عند عمق الحراثة			
	منتهى الموسم	منتصف الموسم	منتهى الموسم	منتصف الموسم	منتهى الموسم	منتصف الموسم	منتهى الموسم	منتصف الموسم		
0.422	13.73	11.70	9.95	7.03	21.80 ب	21.97 ب	20.37 ب	20.76 ب	0.0995 ب	غير مفككة
0.517	12.88	11.20	8.38	6.50	23.30 أ	23.30 أ	22.19 أ	22.76 أ	0.1028 أ	مفككة

*الأحرف المختلفة دلالة على وجود فروقات معنوية، وأعطى الحرف أ للقيمة الفضلى.

قيمة لهذا المؤشر إذ بلغ 0.0644 م²، وسبب ذلك يعود إلى أن زيادة عمق الحراثة تزيد من عرض المقطع العرضي للمساحة المفككة، إضافة إلى دفع العمق الحرج بعيداً عن سطح التربة، وبذلك تزداد مساحة مقطع التربة المثارة، وتتفق هذه النتائج مع نتائج Aday وآخرون (1993) و Mckyes و Maswaur (1997) وهلال (2001)، الذين بينوا أن الزيادة في عمق الحراثة يزيد من مساحة مقطع التربة المثارة.

2. المحتوى الرطوبي الوزني للتربة (%): يوضح الجدول (3) للمتوسطات تفوق عمق الحراثة تحت التربة 40 سم في تحقيق أعلى القيم للمحتوى الرطوبي للتربة عند عمق الحراثة وتحت في منتصف الموسم والبالغة

١٨.٢٩ و ٢١.٠٩ % وعند عمق الحراثة وتحتة في نهاية الموسم والبالغة ١٧.٩٨ و ٢٠.٦٠ %، وقد يعود السبب في ذلك إلى زيادة المساحة المثارة للتربة عند ذلك العمق والذي يؤدي إلى زيادة قابلية التربة على استيعاب مياه الري.

٣. **قوة مقاومة التربة للاختراق (كغم/سم^٢):** حقق عمق الحراثة ٢٠ سم اقل القيم لهذا المؤشر عند عمق الحراثة وتحتة في منتصف الموسم ونهايته إذ بلغت هذه القيم ٦.٠٦ و ٧.١٦ و ٧.٤٧ و ١٠.٤٢ كغم/سم^٢. وقد يعود السبب في ذلك إلى الحالة المفككة للتربة عند ذلك العمق مقارنة بباقي الأعماق الأكبر.

٤. **الايصالية المائية المشبعة للتربة (سم/ساعة):** يبين الجدول (٣) للمتوسطات تفوق عمق الحراثة ٢٠ سم معنويا في تحقيق أعلى قيمة للايصالية المائية المشبعة للتربة والبالغة ٠.٦١١ سم/ساعة، بينما حقق عمق الحراثة ٤٠ سم اقل قيمة لهذا المؤشر والتي كانت ٠.٢٩٨ سم/ساعة. وقد يعود سبب ذلك إلى الحالة المفككة للتربة عند العمق ٢٠ سم مما أدى إلى زيادة قابلية حركة الماء في التربة.

ج. تأثير أشكال الأسلحة في المؤشرات المدروسة:

١. **مساحة مقطع التربة المثارة (م^٢):** يعرض الجدول (٤) للمتوسطات وجود فروقات معنوية لتأثير أشكال الأسلحة في هذا المؤشر، حيث حقق السلاح ذو السطح المدبب بعرض متدرج القيمة الأكبر والبالغة ٠.١١٠٩ م^٢، بينما حقق السلاح ذو السطح المدبب بعرض ثابت اقل قيمة لهذا المؤشر والبالغة ٠.٠٩٥٢ م^٢، والتي بدورها لم تختلف معنويا عن تلك المتحققة من استخدام السلاح التقليدي. ويعود سبب ذلك إلى مقدار الزيادة في عرض السلاح ذي السطح المدبب بعرض متدرج عن السلاحين الآخرين، مما أدى إلى زيادة مساحة مقطع التربة المثارة، وهذا يتفق مع ما أورده Mckyes (1985) و Maswaure (1997).

٢. **المحتوى الرطوبي الوزني للتربة (%):** الجدول (٤) للمتوسطات يبين تفوق السلاح ذو السطح المدبب بعرض متدرج في تحقيق أعلى القيم للمحتوى الرطوبي عند عمق الحراثة وتحتة في منتصف الموسم ونهايته حيث بلغت قيمه ٢٣.٦٢ و ٢٤.٠٥ و ٢٢.٦٨ و ٢٣.٦٣ %، بينما تحققت القيم الأقل من استخدام السلاح التقليدي حيث كانت ١٩.٢٤ و ٢١.٠١ و ١٩.٣٣ و ٢١.٣٢ %.

٣. **قوة مقاومة التربة للاختراق (كغم/سم^٢):** يبين من الجدول (٤) أن السلاح ذو السطح المدبب بعرض متدرج قد حقق اقل القيم لهذا المؤشر عند عمق الحراثة في منتصف الموسم ونهايته إذ بلغت ٦.١٩ و ٧.٩٠ كغم/سم^٢ على التوالي، والسبب في ذلك يعود إلى زيادة مساحة مقطع التربة المثارة عند استخدام السلاح ذي السطح المدبب بعرض متدرج، وهذا يتفق مع ما ذكره Busscher وآخرون (1988) على أن من محاسن المساحة المفككة العالية تقليل صلابة التربة وإعطاء فرصة أفضل لنمو الجذور. وحقق السلاح ذو السطح المدبب بعرض ثابت أقل القيم لهذا المؤشر تحت عمق الحراثة في منتصف ونهاية الموسم والبالغة ١٠.٩٤ و ١٢.٥٣ كغم/سم^٢، في حين سجل السلاح التقليدي أعلى القيم لهذا المؤشر عند عمق الحراثة وتحتة في منتصف الموسم ونهايته حيث كانت ٧.٤١، ١٢.١٤، ١٠.٣٩، ١٤.١١ كغم/سم^٢.

٤. **الايصالية المائية المشبعة للتربة (سم/ساعة):** يبين الجدول (٤) للمتوسطات تفوق السلاح ذو السطح المدبب بعرض متدرج في تحقيق أعلى قيمة للايصالية المائية المشبعة للتربة والبالغة ٠.٥٩٥ سم/ساعة، بينما أعطى السلاح التقليدي اقل قيمة لهذا المؤشر وكانت ٠.٣٥١ سم/ساعة، وقد يعود سبب ذلك إلى الزيادة الملحوظة في مساحة مقطع التربة المثارة عند استخدام السلاح ذو السطح المدبب بعرض متدرج والتي أعطت فرصة فضلى لحركة الماء في التربة.

د. تأثير التداخل بين العوامل المختبرة في المؤشرات المدروسة:

١. **مساحة مقطع التربة المثارة (م^٢):** النتائج المعروضة في الجدول (٥) للمتوسطات توضح عدم وجود فروقات معنوية بين المعاملات في هذا المؤشر، ويلاحظ من النتائج المعروضة في الجدول أعلاه أن السلاح ذو السطح المدبب بعرض متدرج عند عمق الحراثة ٤٠ سم في التربة المفككة قد حقق أعلى قيمة والبالغة ٠.١٥٢٤ م^٢، بينما تحققت أقل قيمة من استخدام السلاح ذو السطح المدبب بعرض ثابت عند عمق حراثة ٢٠ سم في حالة التربة المفككة.

٢. **المحتوى الرطوبي الوزني للتربة (%):** الجدول (٥) يوضح تفوق السلاح ذو السطح المدبب بعرض متدرج عند عمق الحراثة ٤٠ سم في حالة التربة المفككة في إظهار أعلى قيم للمحتوى الرطوبي عند عمق الحراثة في منتصف الموسم، وتحت عمق الحراثة في منتصف ونهاية الموسم حيث بلغت القيم ٢٦.٤٦، ٢٥.٩١، ٢٦.٦٩ %، وحقق السلاح ذو السطح المدبب بعرض ثابت عند عمق الحراثة ٤٠ سم في حالة التربة المفككة أعلى قيمة للمحتوى الرطوبي تحت عمق الحراثة في منتصف الموسم إذ بلغت ٢٥.٩١ %،

بينما تحققت القيم الأقل لهذا المؤشر عند عمق الحراثة وتحتة في منتصف الموسم ونهايته من استخدام السلاح التقليدي عند عمق حراثة ٢٠ سم في حالة التربة غير المفككة حيث كانت القيم ١٤.١٠، ١٧.٧٨، ١٥.٣٥، ١٨.٢٥ %.

٣. قوة مقاومة التربة للاختراق (كغم/سم^٢): الجدول (٥) يبين تفوق السلاح ذو السطح المدب بعرض متدرج عند عمق حراثة ٢٠ سم في حالة التربة المفككة في تحقيق أقل القيم لهذا المؤشر عند عمق الحراثة في منتصف الموسم ونهايته وتحت عمق الحراثة في منتصف الموسم حيث بلغت ٥.٢٠، ٥.٥٣، ٦.٣٧ كغم/سم^٢، وحقق السلاح ذو السطح المدب بعرض ثابت عند عمق الحراثة ٢٠ سم في حالة التربة المفككة أقل قيمة لهذا المؤشر تحت عمق الحراثة في نهاية الموسم حيث بلغت ٨.٨٨ كغم/سم^٢. بينما كانت القيم العليا لهذا المؤشر عند عمق الحراثة في منتصف الموسم ونهايته قد تحققت من استخدام السلاح التقليدي على عمق ٤٠ سم في حالة التربة غير المفككة وبلغت ٨.٩٤، ١٢.٧٨ كغم/سم^٢، وسجلت القيم العليا لهذا المؤشر تحت عمق الحراثة في منتصف ونهاية الموسم من استخدام السلاح التقليدي على عمق حراثة ٣٠ سم في حال التربة غير المفككة حيث بلغت ١٥.٦١، ١٦.٤٣ كغم/سم^٢.

٤. الايصالية المائية المشبعة للتربة (سم/ساعة): الجدول (٥) يوضح تفوق السلاح ذو السطح المدب بعرض متدرج عند عمق الحراثة ٢٠ سم في حالة التربة المفككة في تحقيق أعلى قيمة للايصالية المائية المشبعة للتربة والبالغة ٠.٩٠٤ سم/ساعة، بينما أعطى السلاح التقليدي عند عمق الحراثة ٤٠ سم في حالة التربة غير المفككة أقل قيمة لهذا المؤشر والبالغة ٠.١٣٣ سم/ساعة.
نستنتج مما سبق أن:

١. السلاح ذو السطح المدب بعرض متدرج قد حقق القيم الأعلى لمساحة مقطع التربة المثارة والمحتوى الرطوبي للتربة عند عمق الحراثة وتحتة في منتصف الموسم ونهايته، والايصالية المائية المشبعة للتربة كما وحقق القيم الأقل لقوة مقاومة التربة للاختراق عند عمق الحراثة في منتصف الموسم ونهايته، بينما حقق السلاح ذو السطح المدب بعرض ثابت أقل القيم لقوة مقاومة التربة للاختراق تحت عمق الحراثة في منتصف الموسم ونهايته.

٢. عمق الحراثة ٤٠ سم حقق أعلى قيمة لمساحة مقطع التربة المثارة وللمحتوى الرطوبي للتربة عند وتحت عمق الحراثة.

٣. حالة التربة المفككة قد تفوقت في إعطاء أعلى قيمة لمساحة مقطع التربة المثارة وللمحتوى الرطوبي ألوزني للتربة عند وتحت عمق الحراثة في منتصف الموسم ونهايته وللإيصالية المائية المشبعة للتربة، كما وحققت القيم الأقل لقوة مقاومة التربة للاختراق عند عمق الحراثة وتحتة في منتصف الموسم ونهايته.

الجدول (٣): تأثير أعماق الحراثة في المؤشرات المدروسة

الايصالية المانية المشبعة للتربة سم/ساعة	قوة مقاومة التربة للاختراق كغم/سم ^٢				المحتوى الرطوبي للتربة %				مساحة مقطع التربة المثارة م ^٢	أعماق الحراثة سم
	تحت عمق الحراثة		عند عمق الحراثة		تحت عمق الحراثة		عند عمق الحراثة			
	نهاية الموسم	منتصف الموسم	نهاية الموسم	منتصف الموسم	نهاية الموسم	منتصف الموسم	نهاية الموسم	منتصف الموسم		
أ 0.611	أ 10.42	أ 7.16	أ 7.47	أ 6.06	ب 20.60	ب 21.09	→ 17.98	→ 18.29	→ 0.0644	٢٠٠٠
ب 0.499	→ 15.14	→ 14.21	ب 9.04	ب 6.71	أ 22.94	ب 22.57	ب 22.07	ب 22.50	ب 0.1008	٣٠٠٠
→ 0.298	ب 14.36	ب 12.98	→ 10.99	→ 7.53	أ 24.12	أ 24.25	أ 23.79	أ 24.50	أ 0.1381	٤٠٠٠

*الأحرف المختلفة دلالة على وجود فروقات معنوية، وأعطى الحرف أ للقيمة الفضلى.

الجدول (٤) تأثير أشكال الأسلحة في المؤشرات المدروسة

الايصالية المانية المشبعة للتربة سم/ساعة	قوة مقاومة التربة للاختراق كغم/سم ^٢				المحتوى الرطوبي للتربة %				مساحة مقطع التربة المثارة م ^٢	أشكال الأسلحة
	تحت عمق الحراثة		عند عمق الحراثة		تحت عمق الحراثة		عند عمق الحراثة			
	نهاية الموسم	منتصف الموسم	نهاية الموسم	منتصف الموسم	نهاية الموسم	منتصف الموسم	نهاية الموسم	منتصف الموسم		
→ 0.351	→ 14.11	ب 12.14	→ 10.39	ب 7.41	ب 21.32	→ 21.01	ب 19.33	→ 19.24	ب 0.0973	التقليدي
ب 0.462	أ 12.53	أ 10.94	ب 9.21	أ 6.69	أ 22.70	ب 22.84	أ 21.83	ب 22.43	ب 0.0952	نو السطح المدبب بعرض ثابت
أ 0.595	ب 13.27	أ 11.27	أ 7.90	أ 6.19	أ 23.63	أ 24.05	أ 22.68	أ 23.62	أ 0.1109	نو السطح المدبب بعرض متدرج

*الأحرف المختلفة دلالة على وجود فروقات معنوية، وأعطى الحرف أ للقيمة الفضلى.

الجدول (٥): تأثير التداخل بين العوامل المختبرة في المؤشرات المدروسة

حالة التربة	عمق التربة (م)	إتجاه الأتجاه	مساحة مقطع التربة المأثرة م ^٢	المحتوى الرطوبي للتربة %				قوة مقاومة التربة للاختراق كمغاسم				
				تحت عمق الحراثة		عند عمق الحراثة		تحت عمق الحراثة		عند عمق الحراثة		
				منتصف الموسم	نهاية الموسم	منتصف الموسم	نهاية الموسم	منتصف الموسم	نهاية الموسم	منتصف الموسم	نهاية الموسم	
غير مفلجة	20	ذو السطح المدب بعرض ثابت	0.0617	14.10	15.35	17.78	18.25	8.46	9.43	12.30	0.467	
				18.00	17.28	20.29	19.78	7.48	8.55	10.83	0.523	
				18.59	17.72	22.57	21.34	6.50	7.15	9.76	0.646	
	30	ذو السطح المدب بعرض مترج	0.0953	18.66	18.92	20.28	21.70	15.61	11.22	16.43	0.371	
				23.04	22.02	22.11	22.22	13.17	10.57	14.77	0.457	
				23.65	22.80	24.38	23.69	14.38	8.20	15.61	0.521	
	40	ذو السطح المدب بعرض مترج	0.1126	21.51	22.12	22.72	22.89	13.34	12.78	14.96	0.133	
				23.69	22.39	23.10	22.20	13.17	11.48	14.35	0.292	
				25.61	24.73	24.51	24.13	13.17	10.15	14.57	0.391	
	مفلجة	20	ذو السطح المدب بعرض ثابت	0.0636	16.89	17.30	20.02	19.52	7.35	7.74	10.80	0.517
					19.71	19.81	22.28	21.30	6.80	6.44	8.88	0.611
					22.47	20.45	23.57	23.39	6.37	5.53	9.95	0.904
30		ذو السطح المدب بعرض مترج	0.0718	20.29	19.36	21.35	22.47	15.06	9.85	15.55	0.447	
				24.53	24.87	23.38	25.02	12.91	7.84	13.11	0.523	
				24.80	24.45	23.91	22.53	14.12	6.57	15.35	0.673	
40		ذو السطح المدب بعرض ثابت	0.1087	23.98	22.94	23.93	23.09	13.01	11.32	14.64	0.171	
				25.58	24.62	25.91	25.70	12.13	10.41	13.27	0.368	
				26.64	25.91	25.36	26.69	13.08	9.76	14.35	0.434	

*الأحرف المختلفة دلالة على وجود فروقات معنوية، وأعطى الحرف أ للقيمة الفضلى.

MANUFACTURING DIFFERENT TINE SHAPES FOR SUBSOILER AND THEIR FIELD PERFORMANCE EFFECT IN THE SOIL PHYSICAL PROPERTIES

Yassen H. Al-Tahan
Agric. Mechanization Dept. Collage of Agric. and Forestry, Mosul Univ., Iraq.

Mahmood N. Al-Irhayim

ABSTRACT

The first step of this study was manufacturing two shapes of subsoiler tines in a local work shop in Mosul city, they were: tapered-top with constant width and tapered-top with gradual width tine according to the conventional tine dimensions. The field performance of these tines Then compared with the conventional tine in silty clay soil field. Three depths of subsoiling have been studied, 20, 30, 40 cm in two cases of soil cultivated and uncultivated. This was done through measuring several indicators; disruption area, soil moisture content, soil penetration resistance at/beneath the depth of subsoiling in the middle and end of season, and saturated soil hydraulic conductivity at subsoiling depth in the end of season. Randomized Complete Block Design by using Split-Split design was followed. The main results are: The tapered-top tine with gradual width has achieved the highest values for disruption area and soil moisture content at/beneath subsoiling depth in middle and end of the season, and achieved the lowest values for soil penetration resistance at subsoiling depth in middle and end of season. While the tapered-top tine with constant width has achieved the lowest values for soil penetration resistance beneath subsoiling depth in middle and end of the season. The subsoiling depth of 40 cm has achieved the highest values for disruption area and soil moisture content at/beneath subsoiling depth in the middle and end of season, While the subsoiling depth of 20 cm has achieved the lowest values of soil penetration resistance at/beneath subsoiling depth in the middle and end of season and soil saturated hydraulic conductivity. The cultivated soil case has achieve the highest values for disruption area, soil moisture content at/beneath subsoiling depth in middle and end of season and saturated soil hydraulic conductivity.

المصادر

- البنّا، عزيز رمّو (١٩٩٠). معدات تهيئة التربة. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.
- الحلبي، أسعد رحمن (١٩٩٨). تصميم محراث تحت التربة المزود بأجنحة وأسلحة حفارة وتقييم أدائه الحقلية. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة البصرة.
- داؤد، خالد محمد وزكي عبد الياس (١٩٩٠). الطرق الإحصائية للأبحاث الزراعية. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.
- هلال، يوسف يعقوب (٢٠٠١). تأثير عرض وزوايا ميل أجنحة القدم على الأداء الحقلية للمحراث تحت التربة في التربة الطينية الغربية. رسالة ماجستير، قسم المكننة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة البصرة.
- هلال، يوسف يعقوب (٢٠٠٧). تقييم الأداء الحقلية للمحراث تحت التربة (ثنائي السلاح) من خلال بعض مؤشرات الأداء في التربة الغربية الطينية. مجلة زراعة الراقدين، ٣٥(٣): ٩٤-١٠٤.

Aday, Sh. H. and M. S. Hmood (1995). The field performance of subsoiler when provided with wings and shallow tines in heavy soil. Mesopotamia J. of Agric., 27(4): 15-20.

- Aday, Sh. H.; J. N. Abdul Rahman and H. J. Al-toblani (1993). Determination of subsoiler critical depth and factors increasing deep loosening in heavy soils. *Basrah J. Agric. Sci.*, 6(2): 261-274.
- Bernacki, H.; Haman J.; Cz. Kanafojski (1972). *Agricultural Machines, Theory and Contraction*. Vol. 1. Spring field, Virginia 22151. 111:Nat. Technical Information Service.
- Bernier, H.; G. Bostock; G.S.V. Raghavan and R.S. Broughton (1989). Subsoiling effects on moisture content and bulk density in the soil profile. *Applied Engineering in agriculture*, 5(1):24-28.
- Busscher, W.J.; D.L. Karlen; R.E. Sojka and K.P. Bumham (1988). Soil and plant response to three subsoiling implements. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 52:804-809.
- Busscher, W.J.; P.J. Bauer and J.R. Frederick (2002). Recompaction of Coastal loamy sand after deep tillage as a function of subsequent cumulative rain fall. *Soil and Tillage Res.*, 68(2002): 49-57.
- Dietrich, Sr. (1996). Primary tillage unit with reduced disturbance of surface soil and residue. United States Patent. Patent No. 5540288.
- Drewry, J. J. and R.J. Paton (2000). Effect of subsoiling on soil physical properties and dry matter production on a Brown soil in Southland, New Zealand. *New Zealand Journal of Agriculture Research*, 43:259-268.
- Gardener, W. H. (1986). Water content. In *method of soil analysis part: 1 physical and mineralogical methods 2nd ed.* Edited by A. Klute. P.493-541.
- Gill, W.R. and G. E. Vanden Berg (1968). Soil dynamic in tillage and traction. United States Department of Agriculture. *Agricultural handbook No. 316*.
- Godwin, R.J.; G. Spoor and P. Leeds-Harrison (1981). An experimental investigation in the force Mechanics and resulting soil disturbance of mole ploughs. *J. Agric Engng. Res.*, 26:477-497.
- Grisso, R. D.; M. Yasin and M. F. Kocher (1996). Tillage implement forces operating in silty clay loam. *Transaction of the ASAE*, 39(6): 1977-1982.
- Kepner R. A.; R. Bainer and E. Bangers (1982). *Principles of farm machinery*. 3rd ed. Avi. Pub. Co. West Part, Conn., U.S.A.
- Klute A. and C. Dirksen (1986). Hydraulic conductivity and diffusivity laboratory methods. In *methods of soil analysis. Part 1: Physical and mineralogical methods. 2nd ed.* Edited by A. Klute. P.687-732.
- Mckyes, E. (1985). *Soil cutting and tillage. Development in Agricultural Engineering*, Quebec, Canada.
- Mckyes, E. and Maswaure, J. (1997). Effect of design parameters of flat tillage tools on loosening of a clay soil. *Soil and tillage Res.*, 46:195-204.
- Raoufat, M.H.; and M. N. Abadi (2007). Performance of a bentleg subsoiler with shallow tines in clay soil. *J. Sci. and Technol. Agric. and Natur. Resou.*, 11(41A).
- Raper, R. L. and J. Mac Kirby (2006). Soil compaction: How to do it, Undo it, Or avoid doing it. ASAE distinguished lecture #30, pp. 1-14. ASABE Publication Number 913c0106.
- Raper, R. L.; D. W. Reeves; J. N. Shaw; E. Van Samten and P. L. Mask (2005). Using site-specific subsoiling to minimize draft and optimize corn yields. *Transactions of ASAE*, 48(6):2047-2052.

- Raper, R. L.; D. Wayne Reeves; E. B. Schwab and C. H. Burmester (2000). Reducing soil compaction of Tennessee Valley soil in conservation tillage systems. *The Journal of Cotton Science*, 4: 84-90.
- Spoor, G. and Godwin, R.J. (1978). An experimental investigation into the deep loosening of soil by rigid tines. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 23: 243-258.
- Wanas, Sh. A. (2006). Towards proper management of clayey soils: 1. No-tillage and plowing effects on soil physical properties and corn production. *Journal of Applied Sciences Research*, 2(3): 129-135.