

## تأثير المسافات بين سلاحي المحراث تحت التربة وزوايا اختراقها على بعض مؤشرات الاداء الحقلية

عادل أحمد عبدالله  
قسم المكائن والآلات الزراعية / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل – العراق  
يوسف يعقوب هلال  
E-mail: adel\_agric@yahoo.com

### الخلاصة

نفذ البحث في حقول كلية الزراعة والغابات جامعة الموصل في تربة طينية النسجة وتضمنت الدراسة استخدام ثلاث زوايا اختراق لسلاحي المحراث تحت التربة الثنائي 30 و 40 و 50 درجة وثلاث مسافات بين سلاحي المحراث 1.1 و 1.5 و 1.75 متر وبسرعتين اماميتين للساحبة 2.37 و 3.50 كم/سا وتأثير ذلك في كل من قدرة السحب، المقاومة النوعية للسحب، نسبة الانزلاق، عرض الاثارة، نسبة ثباتية العمق تم تنفيذ التجربة باستخدام تجربة عاملية بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD واستخدام اختبار دنكن المتعدد المدى لبيان معنوية الفروقات بين متوسطات المعاملات، حيث أظهرت النتائج تأثر جميع الصفات المدروسة معنويًا بزوايا الاختراق والمسافة بين سلاحي المحراث والسرعة الامامية من حيث زيادة قدرة السحب والمقاومة النوعية للسحب ونسبة الانزلاق وزيادة زاوية الاختراق وزيادة السرعة الامامية للساحبة وانخفاض عرض الاثارة ونسبة ثباتية العمق وسجلت المسافة بين السلاحي 1.5 متر المرتبة الاولى في خفض قيمة قدرة السحب ونسبة الانزلاق و المقاومة النوعية للسحب وحققة اعلى عرض اثاره وثباتية عمق وأعطى تداخل المسافة 1.5 متر وزاوية اختراق 30 درجة وسرعة امامية 2.37 كم/سا افضل نتائج في خفض قدرة السحب ونسبة المثوية للانزلاق ومقاومة النوعية للسحب وكانت القيم على التوالي 8.06 كيلوواط و 5.07 % و 39.89 كيلونيوتن/م<sup>2</sup> واعطى اعلى عرض اثاره ونسبة ثباتية للعمق وكانت القيم 156.67 سم و 93.34 % على التوالي. الكلمات الدالة: محراث تحت التربة، قدرة السحب، المقاومة النوعية للسحب، نسبة الانزلاق، نسبة ثباتية العمق.

تاريخ تسلم البحث: 2012/6/25، وقبوله: 2012/11/12.

### المقدمة

النهوض بالانتاج الزراعي وتطوير طرق الزراعة يجب ان تتلاءم مع ما تتطلبه التكنولوجيا الحديثة في تطوير الصناعة وهي مرتبطة ارتباط كبير باستخدام المكائن والآلات الزراعية الحديثة عند تنفيذ العمليات الزراعية المختلفة الا ان الاستخدام السيء لهذه المكائن والآلات يؤدي الى رص التربة وتحطيم مجاميعها وكما يؤدي الى تدهور خواصها الفيزيائية وتقليل الحاصل وزيادة استهلاك الوقود (Ahmad وآخرون 2010)، وبين Akhtar وآخرون (2005) ان عملية الحراثة باستخدام بعض الآلات لعدة سنوات يعمل جهد ينتج عنه رص طبقات التربة وان الحراثة على عمق واحد لعدة سنوات يتكون عند ذلك العمق الطبقة الصماء، وتوصل Sillon وآخرون (2003) ان كبس التربة الناتج من مرور المكائن يتسبب تدهور في تصريف المياه ويكون هذا التأثير عند عمق 15- 20 سم ينتج عندها طبقة صلبة تمنع مرور المياه وزيادة رطوبة التربة أعلى تلك الطبقة المتكونة مما يزيد من متطلبات القدرة للآلات الزراعية وذلك لتكسير هذه الطبقة وزيادة الرطوبة سيصاحبها زيادة في تماسك. أوضح Hetzedmundo (2001) و Tekeste وآخرون (2005) ان كبس التربة وتكون الطبقة الصماء سيعرض بناء التربة الى التدهور والذي يظهر من خلال انخفاض المسامية الكلية وحصول تغيرات في توزيع حجوم ومسافات التربة باتجاه حجوم ومسافات دقيقة مع انخفاض استمراريته يتبع ذلك ارتفاع في قيم الكثافة الظاهرية ومقاومة التربة وبالتالي ستترك اثارا سلبية على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية للتربة وبين Osunbitan وآخرون (2005) و Popp وآخرون (2001) ان اهم المشاكل الرئيسية التي تواجه انتاج المحاصيل الحقلية هو رص التربة حيث ينتج عنها اعاقه لنمو الجذور الى جانب ترددي خواص التربة من حيث تقليل التهوية وخفض معدل غيض الماء وتعمل على تعجيل عمليات التعرية، وذكر Bauer و Busscher (2004) ان استخدام المحاريت بانواعها يعمل على اضعاف قوة التربة ويخفض من كبس التربة (رص التربة) ويساعد على حركة المياه والهواء وزيادة نمو الجذور ولكن عند عمق محدد وان العلاج الرئيسي والضروري للتخلص من كبس التربة وتحطيم الطبقة الصماء التي تتميز بحبيبات متماسكة جدا وذات دور سلبي على التربة ونمو النبات يتم من خلال استخدام المحراث تحت التربة عند اجراء حراثة الى عمق اكبر من اعماق الحراثة الاعتيادية لزراعة المحاصيل الصناعية او لفتح قنوات ميازل لتحسين بزل المياه في التربة الغدقة

(Akinci وآخرون 2004). كما يستخدم هذا النوع من المحارث عندما يراد معاملة الطبقة تحت السطحية ودون قلب مقطع التربة خصوصا المناطق المعرضة تربتها للتعرية (Ahmad وآخرون 2007). أوضح Zadeh (2006) ان اجراء عملية الحراثة باستخدام المحراث تحت التربة هنالك الكثير من العوامل المتغيرة التي بإمكانها التأثير في متطلبات الطاقة للمحراث ومنها عوامل التربة والتي تشمل الصفات الفيزيائية والميكانيكية للتربة وعوامل التشكيل وتشمل العمق والسرعة وعوامل المحراث والتي تشمل نوعه وشكله وحجمه وزاوية الاختراق وحديد حوافه والمادة المصنوعة منه، وذكر Desbiolles (2005) ان متطلبات السحب للأسلحة الضيقة في حالة تربة معلومة تتأثر بعوامل التصميم والاستغلال مثل العرض الفعال للسلاح وزاوية الاختراق وعمق الحراثة والسرعة الأمامية، أوضح Glancey وآخرون (1996) عند استخدام محراث تحت التربة ثنائي القصبات سمك القصبية الواحدة 0.025 متر والمسافة بين القصبتين 1.52 متر ويعمل على عمق 0.305 متر وبمتوسط سرعة 2.4 كم/سا بلغت قوة السحب 18.8 كيلونيوتن.

ولاحظ Aluko (2008) ان زيادة زاوية الاختراق للسلاح من 25 درجة الى 45 درجة رفعت من القوة المطلوبة للسحب بنسبة 20% عند العمل في تربة مزيجية طينية، وبين Miyamoto وآخرون (2008) في دراسة لمتطلبات القدرة للمحراث تحت التربة ثنائي الاسلحة المسافة بين سلاحي المحراث 120 سم ومضافة اليه اجنحة تعمل عند القدم كانت القدرة تتراوح بين 30-50 حصان للسلاح الواحد في تربة طينية وعند عمق حراثة 40 سم. عرف ZoZ وآخرون (2002) من اهم العوامل المؤثرها على الانزلاق شملت سطح التربة وسطح العجلة الملامسة لها وكذلك نوع الالات الزراعية ومقدار التعمق في التربة وتوصل كل من عبطان واحمد (2006) الى ان النسبة المئوية للانزلاق تزداد بزيادة السرعة العملية والسبب يعود الى ان زيادة سرعة الجرار تقلل من فرص تماسك العجلة مع الارض فيزداد الانزلاق، وبين هلال (2010) عند اختبار محراث تحت التربة احادي وثنائي السلاح باستخدام سرعة امامية 1.69-2.55-4.5 كم/سا سبب زيادة في معدل النسبة المئوية للانزلاق 8.78-9.83-11.11% بنسبتي زيادة 26.54، 11.96% على التوالي واوعز السبب الى زيادة السرعة تؤدي الى زيادة مقاومة السحب وكذلك تقلل من فرص التماسك بين العجلات الدافعة وسطح الارض، ان ثباتية العمق من العوامل الاساسية في تقييم اداء المحراث تحت التربة وذلك لتأثيرها الكبير على تحديد متطلبات القدرة وان زيادة نسبة الثباتية دليل جيد على اداء المحراث (Monazou و Ramou، 2004).

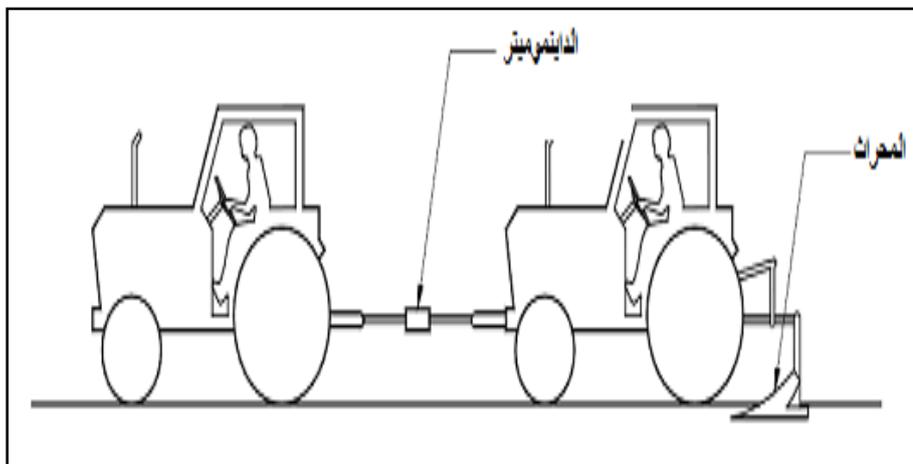
ولما لمحراث تحت التربة من اهمية كبيرة في استصلاح الاراضي الزراعية وتحسين خواصها الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية ولغرض الوصول الى افضل توليفة لاختيار الأبعاد القياسية وزاوية الاختراق الملائمة للاجزاء المتعاملة مع التربة واختيار السرعة المناسبة للجرار الزراعي تم اجراء هذا البحث باستخدام محراث تحت التربة ثنائي السلاح المصنع من قبل الشركة العامة للصناعات الميكانيكية في الاسكندرية والذي لم تجر عليه أي تجارب في المناطق الشمالية ويهدف البحث لدراسة تأثير المسافات وزوايا الاختراق لسلاحي المحراث تحت التربة والسرعة الامامية للجرار الزراعي على بعض مؤشرات الاداء الحقلية والتي شملت قدرة السحب ونسبة الانزلاق والمقاومة النوعية للسحب وعرض سطح الاثارة وثباتية العمق في ظروف الترب العراقية الثقيلة.

### مواد البحث وطرائقه

نفذ البحث في حقول كلية الزراعة والغابات واشتمل على دراسة ثلاثة عوامل وهي المسافة بين سلاحي المحراث بثلاث مستويات (1.1، 1.5، 1.75) متر والعامل الثاني هو زوايا اختراق سلاحي وبثلاث مستويات (30، 40، 50) درجة وتضمن العامل الثالث مستويي السرعة الامامية للجرار (2.37، 3.5) كم/سا وتأثير هذه العوامل على مؤشرات الاداء. عدد المعاملات 18 معاملة وبواقع ثلاث مكررات لكل معاملة أي 54 وحدة تجريبية وبطول 40 متر للوحدة التجريبية نفذت الدراسة بتجربة عاملية بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD (3\*3\*2) واختبرت النتائج بطريقة دنكن متعددة المدى عند مستوى احتمالية 0.05 في اختبار معنوية الفروقات بين متوسط المعاملات (داوود والياس، 1990)، كانت تربة الحقل طينية حيث كانت نسبة الطين 44.98% والغرين 32.5% والرمل 22.52% استخدم جرارين ماسي فوركس Mf-285 قدرة الجرار الواحد 75 حصان الاول كمصدر للقدرة والثاني ثبت عليه المحراث ثنائي الاسلحة وكان ايضا نفس الموديل ونفس القدرة ونفس النوع وكما موضح في الشكل 1 و 2.



الشكل (1): محراث تحت التربة ثنائي السلاح.



الشكل (2): طريقة قياس قوة السحب للمحراث تحت التربة ثنائي السلاح

جمعت نماذج التربة قبل الحراثة من العمق 0-50 سم لقياس النسبة المئوية لرتوية التربة وحسب الطريقة الموضحة من قبل Liu و Evett (2003) في حين تم تحديد نسجة التربة باستخدام طريقة الماصة Pipett method وحسب ما جاء بطريقة Day الموصوفة في Black. حسبت الكثافة الظاهرية للتربة بطريقة الاسطوانة Core samplers ولجمع اعماق اعلى واستخدم جهاز Hydraulic con penetrometer لقياس مقاومة التربة للاختراق وحسب دليل المخروط (كيلو باسكال) من العلاقة الموضحة Gill و Vandenberg (1968).

دليل المخروط = قوة الاختراق / مساحة قاعدة المخروط — (1)

والنتائج موضحة في الجدول (1).

تم قياس قوة السحب باستخدام جهاز Dynamometer حيث قيست قوة السحب بربط هذا الجهاز على عمود الجر للساحبة الاولى ومن الجهة الاخرى ربط الجهاز بواسطة سلك مرن بمقدمة الساحبة الثانية المشبوك بها المحراث تحت التربة لعدم وجود جهاز يقيس قوة السحب مباشرة بين المحراث والساحبة.

الجدول (1): يوضح بعض الصفات الميكانيكية والفيزيائية لتربة التجربة قبل الحراثة

Table (1): Explains some mechanical and physical properties for the soil before the tillage

عمق الحراثة Depth of Tillage (cm)	الكثافة الظاهرية Bulk Density (mg/m <sup>3</sup> )	النسبة المئوية للرطوبة Moisture (%)	مقاومة التربة للاختراق Cone Index (KPa)
10-0	1.42	10.23	1827.95
20-10	1.48	18.17	2132.60
30-20	1.505	18.93	2284.93
40-30	1.53	20.95	3120.90
40-50	1.58	21.99	3174.19

سجلت قوة السحب بعد تثبيت عمق المحراث عند 45 سم وثبتت المسافة على 1.1 متر وزاوية اختراق 30 ومن ثم 40 و 50 درجة ومن ثم تغيير المسافات الاخر مع تغيير الزوايا لكل مسافة بين سلاحي المحراث وبواقع ثلاث مكررات لكل مرة بعد ذلك تم قياس مقاومة التخرج للجرار الثاني اذ رفع المحراث عن سطح التربة ووضعت الساحية في حالة حياذ وسجلت قوة السحب وكررت العملية ثلاث مرات وطرحت من قوة السحب الكلية وحسبت قوة السحب من المعاملة (2).

$$F=Y- Rr \text{-----}(2)$$

F = قوة سحب المحراث (كيلو نيوتن )

Y = قوة السحب الكلية (الساحية الثانية + المحراث) كيلو نيوتن

Rr = مقاومة التخرج للساحية الثانية (كيلو نيوتن)

وفي نفس الوقت تم قياس السرعة العملية عند عمل المحراث تحت التربة من خلال اخذ الزمن العملي خلال مرور مسافة مقدارها 40 متر لكل وحدة تجريبية بعد ان اعطي الجرار مسافة 20 متر لكي يصل الجرار للسرعة القصوى ومن ثم قيست السرعة النظرية بنفس الطريقة اعلاه مع الاخذ بنظر الاعتبار رفع المحراث عن سطح التربة.

تم قياس مساحة التربة المثارة حسب الطريقة الموضحة Mckyes (1985) وتم قياس الاعماق المتحققة لكل معاملة بواقع ثلاث مكررات.

تم قياس مؤشرات الاداء من المعادلات الاتية:

### 1- القدرة المطلوبة للسحب

$$Dp= F \times V_p /3.6 \text{-----}(3)$$

Dp = قوة السحب كيلو واط

F = قوة السحب كيلو نيوتن

Vp = السرعة العملية كم/ساعة

### 2- النسبة المئوية للانزلاق

$$S\% = ( (Vt - Vp) / Vt) \times 100$$

S = النسبة المئوية للانزلاق %

Vt = السرعة النظرية كم/ساعة

### 3- المقاومة النوعية للسحب

$$Sr = F / A \text{-----}(4)$$

Sr = المقاومة النوعية كيلو نيوتن/م<sup>2</sup>

A = مساحة التربة المثارة م<sup>2</sup>

4- عرض الاثارة عند السطح: تم قياس عرض الاثارة عند السطح بازالة التربة المفككة باليد لحين ظهور مقطع التربة غير المحروثة بعد ذلك قيست المسافة عند السطح باستخدام شريط القياس

5- نسبة العمق المتحقق (ثباتية العمق)

$$(5) \text{-----} 100 \times \text{العمق المثبت} / \text{العمق المتحقق}$$

### النتائج والمناقشة

1- تاثير المسافة بين سلاحي المحراث تحت التربة الثنائي في الصفات المدروسة: تشير النتائج في الجدول (2) وجود فروقات معنوية واضحة بين المسافة بين سلاحي المحراث تحت التربة الثنائي عند الصفات المدروسة حيث سجلت المسافة بين السلاحيين 1.1 متر اعلى قدرة سحب واعلى نسبة انزلاق و اعلى مقاومة نوعية للسحب وكانت النتائج 15.85 كيلوواط و 33.12 % و 105.05 كيلونيوتن /م<sup>2</sup> على الترتيب وتلاها في ذلك المسافة بين السلاحيين 1.75 متر في تسجيل قدرة سحب 15.06 كيلوواط ونسبة انزلاق 24.44 % ومقاومة نوعية للسحب 97.90 كيلونيوتن /م<sup>2</sup> في حين سجلت المسافة 1.5 متر اقل قيم لهم كانت 13.19 كيلوواط و 17.93 % و 66.76 كيلونيوتن /م<sup>2</sup> وقد يرجع السبب في ذلك الى انه كلما تقاربت الاسلحة كان حجم مقطع التربة الذي يواجه الاسلحة اكبر و بالتالي مقاومة من قبل التربة للانزلاق اكبر نتيجة لحصول انحراف وارتداد راسي للمحراث من قبل التربة للاختراق اكبر نتيجة لتغيير مركز ثقل المحراث بشكل عام والاسلحة على شريحة التربة بشكل خاص لذلك فانه لاحداث فعل الاختراق و التفكيك و الاثارة هناك حاجة فعلية الى صرف طاقة نوعية وقوة اكبر وهذا ينعكس على قدرة السحب فتزداد بفعل زيادة المقاومة النوعية التي هي الاخرى بدورها تؤثر في نسبة الانزلاق فيزداد، كما وان الزيادة عند تباعد الاسلحة يرجع الى ان عمل الاسلحة يكون خلف اطارات الساحة لذا فان اختراق التربة و اثارها يحتاج الى قوة اكبر للتغلب على كبس التربة الناتج من الاجهاد المسلط من قبل الاطارات اضافة الى حصول انحرافات جانبية للمحراث من خلال المشاهدات الحقيقية نتيجة لقوة الدفع الجانبية للتربة بسبب تباعد المسافات بين الاسلحة وهذه بدورها تزيد من الحاجة الفعلية لقدرة السحب ويرافقها زيادة في الانزلاق نتيجة زيادة المقاومة اما بالنسبة لعرض الاثارة عند السطح وثباتية العمق فقد حققت المسافة 1.5 متر اعلى معدل لهما كانت 139.83 سم و 79.79 % على التوالي وتلاهما في ذلك المسافة 1.75 متر بتسجيل عرض اثاره 119.61 سم وثباتية عمق 73.88 % و التي لم تختلف في نفس الوقت معنويًا مع نسبة ثباتية العمق 74.66 % عند المسافة 1.1 متر و التي بدورها سجلت اقل عرض اثاره للتربة كانت 112.77 سم، ويرجع السبب في ذلك الى ان المسافة 1.5 متر انخفضت عندها المقاومة النوعية للتربة نتيجة لزيادة المقطع العرضي للحرثة عند ثبات قوة السحب وان المقطع العرضي للتربة المثارة زاد بزيادة عمق وعرض المقطع للسلاحيين وهذا حصل بفضل الاستقرار الجيدة للمحراث وان الزيادة و الثباتية في العمق يرافقها عادة زيادة في معدل تفكيك التربة و الاخير تعمل بدورها على زيادة عرض الاثارة عند السطح وهذا ايضا يتفق مع ما اشار اليه Anthonis وآخرون (2004) من ان ثباتية العمق تمثل الاساس في تقييم الاداء الحقل للمحراث وكذلك تعطي تفسير جيد لمتطلبات القدرة الحقيقية.

الجدول (2): تاثير المسافة بين سلاحي المحراث تحت التربة الثنائي في الصفات المدروسة.

Table (2): The impact of distances between subsoiler plow tines bilateral on some field performance indicators

نسبة ثباتية العمق stability Ratio of the depth (%)	عرض الاثارة عند السطح tillage width at the surface (Cm)	المقاومة النوعية للسحب Specific resistance (kN/m <sup>2</sup> )	نسبة الانزلاق Slippage (%)	قدرة السحب Draw-bar Power (Kw)	المسافة بين سلاحي المحراث distances between subsoiler plow tines (m)
74.66 b	112.77 c	105.0 a	33.12 a	15.85 a	1.1
79.79 a	139.83 a	66.76 c	17.93 c	13.19 c	1.5
73.88 b	119.61 b	97.90 b	24.44 b	15.06 b	1.75

**2- تأثير زوايا اختراق سلاحي المحراث تحت التربة الثنائي في الصفات المدروسة:** يتضح من الجدول (3) ان هناك اختلافات معنوية واضحة بين زوايا اختراق سلاحي المحراث حيث سجلت الزاوية 50 درجة اعلى قدرة سحب و اعلى مقاومة نوعية للسحب و اعلى نسبة انزلاق حيث كانت النتائج 15.92 كيلواط و 112.53 كيلونيوتن /م<sup>2</sup> و 29.39 % و اقل عرض اثاره للتربة على السطح و اقل نسبة ثباتية للعمق كانت 113.61 سم و 69.56 % على الترتيب، في حين سجلت الزاوية 30 درجة اقل قدرة سحب وكانت 13.59 كيلواط و اقل مقاومة نوعية وكانت 68.19 كيلونيوتن /م<sup>2</sup> اقل نسبة انزلاق 18.43 % و اعلى عرض اثاره للتربة عند السطح كانت 136.44 سم و اعلى نسبة ثباتية للعمق 83.14 %، اما الزاوية 40 درجة فقد سجلت قدرة سحب 14.59 كيلواط و مقاومة نوعية للسحب 89 كيلونيوتن/م<sup>2</sup> و نسبة انزلاق 27.67 % و عرض اثاره للتربة عند السطح و نسبة ثباتية عمق 122.16 سم و 75.52 % على التوالي، ويتضح من ذلك ان زيادة الزاوية من 30 الى 50 درجة يؤدي الى زيادة في قدرة السحب بمقدار 15% و يرجع السبب في ذلك الى ان زيادة الزاوية يؤدي الى زيادة حجم التربة المدفوع الى الامام وهذا يؤدي الى اصطدام التربة المدفوعة مع التربة غير المحروثة مما يعمل على تجمع حجم اكبر من التربة امام المحراث مما يسبب زيادة المقاومة على حركته كما ان حجم اكبر من التربة يرفع الى الاعلى وهذا يؤدي الى زيادة الوزن المؤثر على قدم المحراث و الذي يرافقه زيادة بالاحتكاك بين التربة و القدم وهذا يتفق مع ما توصل اليه Mckyes و Maswaure (1997) من ان زيادة زاوية الاختراق للسلاح من 30 الى 90 درجة زادت قوة السحب بنسبة 40% وبشكل معنوي.

الجدول (3): تأثير زوايا اختراق سلاحي المحراث تحت التربة الثنائي في الصفات المدروسة.

Table(2): The impact of penetration angles subsoiler plow tines bilateral on some performance indicators field

نسبة ثباتية العمق stability Ratio of the depth (%)	عرض الاثارة عند السطح tillage width at the surface (Cm)	المقاومة النوعية للسحب Specific resistance (kN/m <sup>2</sup> )	نسبة الانزلاق Slippage (%)	قدرة السحب Draw-bar Power (Kw)	زاوية اختراق المحراث للتربة penetration angles of subsoiler plow tines (degree)
83.14 a	136.44 a	68.19 c	18.43 c	13.59 c	30
75.525 b	122.16 b	89.004 b	27.67 b	14.59 b	40
69.561 c	113.61 c	112.53 a	29.39 a	15.92 a	50

**3- تأثير السرعة الامامية للجرار في الصفات المدروسة:** من خلال الجدول (4) سلكت السرعة الامامية للحرثة نفس سلوك زوايا اختراق سلاحي المحراث حيث سجلت السرعة 3.5 كم/سا اعلى قدرة سحب 18.15 كيلواط و اعلى مقاومة نوعية 104.32 كيلونيوتن /م<sup>2</sup> و اعلى نسبة انزلاق 32.51 % في حين سجلت السرعة 2.37 كم/ساعة اعلى عرض اثاره للتربة عند السطح 133.33 سم و اعلى نسبة ثباتية عمق 80.20 % و يرجع السبب في ذلك الى زيادة ان السرعة الامامية للحرثة تؤدي الى زيادة الطاقة المطلوبة لتعجيل الكتل الترابية و دقائنها وهذا يتفق مع هلال (2007) الذي بين ان زيادة السرعة تؤدي الى زيادة متطلبات القدرة نتيجة لزيادة قوة السحب مع زيادة السرعة الامامية اما سبب زيادة المقاومة النوعية و الانزلاق يرجع الى ان زيادة السرعة تؤدي الى زيادة قوة قص التربة وبالتالي زيادة مقاومة الدوران فيزداد الانزلاق لان السرعة تتناسب طرديا معه وهذا يتفق مع ما اشار اليه Aljalil و آخرون (2001) الذين بينوا ان زيادة السرعة الامامية للوحدة الميكانيكية تؤدي الى زيادة متطلبات السحب و المقاومة، اما انخفاض عرض الاثارة و ثباتية العمق عند السرعة 3.5 كم/ساعة يرجع السبب في ذلك الى ان اجهاد القطع الذي يفرضه المحراث على التربة لقطعها وتفكيكها لا ينتقل الى التربة التي تقع على جانبي المحراث بالسرعة العالية الا عند مسافة محدودة مقارنة بحالة التربة عند السرعة 2.37 كم/ساعة لقصر الفترة الزمنية لتمدد التشققات الجانبية بالإضافة الى ان الجزء الاعظم من الطاقة يستهلك لتعجيل كتل التربة وهذا يتفق مع ما توصل اليه هلال (2010).

الجدول (4): تأثير السرعة الامامية للجرار في الصفات المدروسة.

Table (4): The impact of Forward Speed of the tractor on some Field performance indicators

نسبة ثباتية العمق stability Ratio of the depth (%)	عرض الاثارة عند السطح tillage width at the surface (cm)	المقاومة النوعية للسحب Specific resistance (kN/m <sup>2</sup> )	نسبة الانزلاق Slippage (%)	قدرة السحب Draw-bar Power (Kw)	السرعة الامامية Forward Speed (km/hr)
80.20 a	133.33 a	75.49 b	17.81 b	11.25 b	2.37
71.95 b	114.81 b	104.32 a	32.51 a	18.15 a	3.5

**4- تأثير التداخل بين المسافة بين سلاحي المحراث وزوايا اختراقها على الصفات المدروسة:** يتبين من الجدول (5) ان هناك اختلافات معنوية واضحة لتداخل المسافة بين سلاحي المحراث مع زوايا اختراقها حيث اعطت المسافة 1.1 متر عند الزاوية 50 درجة اعلى قدرة سحب كانت 17.45 كيلواط في حين اعطت المسافة 1.5 متر عند الزاوية 30 درجة قدره 12.17 كيلواط، اما عند تداخل المسافة 1.1 متر والزاوية 30 درجة و تداخل المسافة 1.75 متر و الزاوية 40 درجة لم يظهر أي اختلاف معنوي بينهما حيث كانت النتائج 14.68 و 15.08 كيلواط على الترتيب وكذلك مع تداخل المسافة 1.1 متر والزاوية 40 درجة كانت 15.43 كيلواط، كما وانه ايضا لم يظهر أي اختلاف معنوي بين تداخل المسافة 1.5 متر و الزاوية 50 درجة وبين المسافة 1.75 متر و الزاوية 30 درجة وكانت 14.12 و 13.91 كيلواط، كما يتبين ايضا ان المسافة 1.1 متر عند الزاوية 50 درجة سجلت اعلى مقاومة نوعية و اعلى نسبة انزلاق وكانت 12.93 كيلونيوتن/م<sup>2</sup> و 37.04 % على التوالي والتي في نفس الوقت لم تختلف معنويا مع المقاومة التي سجلتها المسافة 1.75 متر عند نفس الزاوية بلغت 125.25 كيلونيوتن /م<sup>2</sup> ويرجع السبب في ذلك نتيجة لقلة زاوية التحميل و الدفع الخلفية لسلاحي المحراث ونتيجة لذلك يزداد الاحتكاك ما بين التربة و السلاح بزيادة الزاوية مما يسبب زيادة في مقاومة التربة للسحب وبالتالي هناك حاجة اكبر لقدرة السحب كما وانه ايضا لم يظهر أي اختلاف معنوي للمقاومة النوعية بين المسافة 1.1 متر عند الزاوية 30 درجة والمسافة 1.5 متر عند الزاوية 50 درجة، في حين ان اقل مقاومة نوعية و اقل نسبة انزلاق كانتا عند المسافة 1.5 متر و الزاوية 30 بلغتا 50.85 كيلونيوتن/م<sup>2</sup> و 11.10 % على الترتيب، وفي نفس الوقت اعطت اعلى عرض اثاره للتربة وبلغت 150.33 سم و اعلى نسبة ثباتية للعمق 86.66 %، اما اقل عرض اثاره كان 105 سم عند المسافة 1.1 و الزاوية 50 درجة و اقل نسبة ثباتية للعمق عند المسافة 1.75 متر وعند نفس الزاوية كان 65.91 % وهذا يرجع نتيجة لزيادة المقاومة النوعية للتربة و التي تؤثر بدورها على مساحة المقطع العرضي للتربة و المتمثل بعمق و عرض التربة المقطوعة و المثارة فتقل، كما لم يظهر التداخل بين المسافة 1.1 متر و المسافة 1.75 متر عند الزاوية 40 درجة و التداخل بين المسافة 1.5 متر عند الزاوية 50 درجة أي اختلافات معنوية عند عرض الاثارة وكذلك ما بينهما وبين 1.1 متر عند الزاوية 30 درجة في نسبة ثباتية العمق.

**5- تأثير التداخل بين المسافة بين السلاحي المحراث والسرعة الامامية على الصفات المدروسة:** يبين جدول (6) التداخل الثنائي بين المسافة و السرعة الامامية اظهرت النتائج ان اقل قدرة سحب سجلت عند اقل سرعة وان زيادة السرعة تؤدي الى زيادة قدرة السحب فقد حقق تداخل المسافة 1.5 متر و السرعة 2.37 كم/سا اقل قدرة سحب 9.85 كيلواط وكانت اعلى قيمة لقدرة السحب عند المسافة 1.1 متر و السرعة 3.5 كم/سا و البالغة 19.28 كيلواط وقد يرجع السبب في ذلك الى ان زيادة سرعة الجرار تؤدي الى زيادة تعجيل مركبات التربة وزيادة طاقة الحركة المعطاة للتربة نتيجة هذه الزيادة وهذا يتفق مع ما توصل اليه Salokhe و Niyamapa (2000) عند استخدام محراث تحت التربة الثنائي السلاح ترددي وبدون تردد وجدوا ان زيادة السرعة الامامية تؤدي الى زيادة بمقدار 41 و 45 % لكلا المحراثين في متطلبات القدرة. كذلك ان قدرة السحب كانت اقل قيمة لها عند المسافة بين سلاحي المحراث 1.5 متر و اظهرت نتائج اختبار دنكن لمقارنة بين متوسطات القيم اختلاف معنوي في جميع التداخلات لصفة قدرة السحب.

الجدول (5): تأثير التداخل بين المسافة بين سلاحي المحراث وزوايا اختراقها على الصفات المدروسة  
Table (5): The impact of interaction between distances between subsoiler plow tines and penetration angles on some Field performance indicators

نسبة ثباتية العمق stability Ratio of the depth (%)	عرض الاثارة عند السطح tillage width at the surface (Cm)	المقاومة النوعية للسحب Specific resistance (kN/m <sup>2</sup> )	نسبة الانزلاق Slippage (%)	قدرة السحب Draw-bar Power (Kw )	زاوية اختراق المحراث للتربة penetration angles of subsoiler plow tines (degree)	المسافة بين سلاحي المحراث distances between subsoiler plow tines (m)
81.48 b	123.66 d	82.85 d	26.89 e	14.68 d	30	1.1
73.98 d	109.66 f	103.37 b	35.43 b	15.43 c	40	
68.51 e	105.0 g	128.93 a	37.04 a	17.45 a	50	
86.66 a	150.33 a	50.85 g	11.10 i	12.17 g	30	1.5
78.15 c	142.83 b	66.03 f	20.36 g	13.28 f	40	
74.25 d	126.33 d	83.40 d	22.34 f	14.12 e	50	
81.29 b	135.33 c	70.86 e	17.29 h	13.91 e	30	1.75
74.44 d	114.0 e	97.60 c	27.22 d	15.08 dc	40	
65.91 f	109.5 f	125.25 a	28.81 c	B 16.2 b	50	

ومن خلال الجدول يلاحظ ان النسبة المئوية للانزلاق ازدادت بنسبة 53.62 و 37.6 و 38.13 % عند زيادة السرعة من 2.37 الى 3.5 كم/سا عند المسافة بين سلاحي المحراث 1.1 و 1.5 و 1.75 متر على التوالي. ويرجع السبب في ذلك الى ان سرعة الجرار تقلل من فرص تماسك العجلة مع الارض فتزداد النسبة المئوية للانزلاق وقد توصل الجبوري (2006) الى ان زيادة السرعة يؤدي الى زيادة نسبة المئوية للانزلاق. كما حقق تداخل المسافة 1.5 متر و السرعة 2.37 كم/سا اقل نسبة انزلاق و البالغة 13.78 % وفي حين كانت اعلى قيمة عند تداخل المسافة 1.1 متر و السرعة 3.5 كم/سا و البالغة 5.25 % وكان لتاثير السرعة على صفة نسبة الانزلاق اكبر من تاثير المسافة بين سلاحي المحراث من خلال اختبار لفروق بين المتوسطات اظهرت اختلاف معنوي لجميع التداخلات بين المسافة و السرعة الامامية. اما بالنسبة لصفة المقاومة من خلال الجدول تظهر النتائج وجود فروق معنوية عند جميع التداخلات ما عدا التداخل بين المسافة 1.5 متر و السرعة 3.5 كم/سا و المسافة 1.75 متر و السرعة 2.37 كم/سا. كما حقق التداخل المسافة 1.5 متر و السرعة 2.37 كم/سا اقل قيمة في المقاومة النوعية للسحب و البالغة 53.94 كيلونيوتن/م<sup>2</sup> في حين سجلت اعلى قيمة عند التداخل السرعة 3.5 كم/سا و المسافة 1.1 متر وكانت 118.61 كيلونيوتن/م<sup>2</sup> ومن خلال النتائج نلاحظ ان المسافة بين سلاحي المحراث 1.5 متر سجلت اقل قيمة في مقاومة النوعية للسحب في حين جاءت المسافة 1.75 متر في المرتبة الثانية و كانت اعلى قيمة عند المسافة 1.1 متر وفي كلا السرعتين وكان مجموع تاثير المسافة بين السلاحيين على المقاومة النوعية للسحب اكبر من تاثير السرعة الامامية فمثلا عند زيادة السرعة من 2.37 كم/سا الى 3.5 كم/سا ازدادت المقاومة النوعية بمقدار 22.86 و 32.21 و 29.39 % عند المسافة 1.1 و 1.5 و 1.75 متر في حين نسبة الزيادة المتأتية عند المقارنة بين المسافة 1.1 و 1.5 متر كانت 41.03 و 32.9 % على التوالي ونسبة الزيادة بين المسافة 1.5 و 1.75 متر بلغت 33.43 % و 30.66 % عند السرعة 2.37 كم/سا و 3.5 و 3.5 كم/سا على التوالي.

الجدول (6): تأثير تداخل بين المسافة بين السلاحي المحراث والسرعة الامامية على الصفات المدروسة  
Table (6): The impact of interaction between distances between subsoiler plow tines and Forward Speed of the tractor on some Field performance indicators.

المسافة بين سلاحي المحراث distances between subsoiler plow tines (m)	السرعة الامامية Forward Speed (km/hr)	قدرة السحب Draw-bar Power (Kw )	نسبة الانزلاق Slippage (%)	المقاومة النوعية للسحب Specific resistance (kN/m <sup>2</sup> )	عرض الاثارة عند السطح tillage width at the surface (Cm)	نسبة ثباتية العمق stability Ratio of the depth (%)
1.1	2.37	12.42 d	20.98 d	91.49 c	123.11 c	76.29 c
	3.5	19.28 a	45.25 a	118.61 a	102.44 e	73.02 d
1.5	2.37	9.85 f	13.78 f	53.94 e	148.22 a	85.55 a
	3.5	16.53 c	22.09 c	79.58 d	131.44 b	73.82 d
1.75	2.37	11.48 e	18.68 e	81.04 d	128.66 b	78.75 b
	3.5	18.64 b	30.20 b	114.77 b	110.55 d	69.01 e

وتبين ان زيادة السرعة من 2.37 كم/سا الى 3.5 كم/سا ادى الى انخفاض في صفتي عرض الاثارة عند السطح ونسبة ثباتية العمق وحقق تداخل المسافة بين السلاحي 1.5 متر و السرعة 2.37 كم/سا اعلى قيمة في عرض الاثارة و نسبة الثباتية و البالغة 148.22 سم و 85.55 % على التوالي، وسجلت اقل قيمة لعرض الاثارة عند السطح عند تداخل المسافة 1.1 متر و السرعة 3.5 كم/سا و كانت 102.44 سم في حين سجل تداخل المسافة 1.75 متر و السرعة 3.5 كم/سا اقل نسبة ثباتية و البالغة 69.01 %، اظهر اختبار لفروقات بين المتوسطات عدم وجود فروق معنوية عند التداخل المسافة 1.5 متر و السرعة 3.5 كم/سا وتداخل المسافة 1.75 متر و السرعة 2.37 كم/سا في صفة عرض الاثارة التربة عند السطح، كذلك لم يظهر اختلاف معنوي في صفة نسبة الثباتية العمق بين تداخل المسافة 1.1 متر و السرعة 3.5 كم/سا و المسافة 1.5 متر و السرعة 3.5 كم/سا وكان مجموع تأثير المسافة بين سلاحي المحراث تحت التربة على صفتي عرض الاثارة و نسبة الثباتية اكبر من تأثير السرعة الامامية للجرار.

**6- تأثير التداخل بين زوايا اختراق سلاحي المحراث والسرعة الامامية على الصفات المدروسة:** يوضح الجدول (7) ان زيادة زوايا اختراق المحراث للتربة يؤدي الى زيادة كل من صفة قدرة السحب و نسبة الانزلاق و المقاومة النوعية للسحب و انخفضت كل من صفة عرض الاثارة عند السطح و نسبة ثباتية العمق عند ثبات السرعة، وان زيادة السرعة تؤدي الى زيادة كل من قدرة السحب و نسبة الانزلاق و المقاومة النوعية للسحب و انخفاض عرض الاثارة و نسبة الثباتية العمق عند نفس المسافة بين سلاحي المحراث، حقق تداخل زاوية اختراق 30 درجة و السرعة الامامية 2.37 كم/سا اقل قيمة لقدرة السحب و نسبة الانزلاق و المقاومة النوعية للسحب وكانت 10.27 كيلوواط و 7.728 % و 55.951 كيلونيوتن/م<sup>2</sup> على التوالي وحقق هذا التداخل اعلى عرض اثاره عند السطح و اكبر نسبة ثباتية للعمق وكانت على التوالي 148 سم و 87.65 % وكانت اعلى قيمة لقدرة السحب و نسبة الانزلاق و مقاومة النوعية عند تداخل زاوية اختراق 50 درجة و سرعة امامية 3.5 كم/سا كانت على التوالي 19.54 كيلوواط، 35.172 %، 131.99 كيلونيوتن/م<sup>2</sup> و حقق هذا التداخل اقل قيمة في صفتي عرض الاثارة و نسبة ثباتية العمق و البالغة 103.42 سم، 65.182 % و يرجع السبب في ذلك الى انه كلما زادت السرعة الامامية للمحراث و كلما زادت زاوية الاختراق كلما قل المقطع العرضي للتربة المواجه للسلاح الشغال و المتمثل بعمق و عرض القطع له وبالتالي انخفاض في عرض اثاره التربة عند السطح

وانخفاض نسبة ثباتية العمق وهذا ينعكس سلبا على المقاومة النوعية فتزداد ويحصل العكس عند السرعة المنخفضة وزاوية الاختراق القليلة.

الجدول (7): تأثير تداخل بين زوايا اختراق سلاحي المحراث والسرعة الامامية على الصفات المدروسة.

Table (7): The impact of interaction between penetration angles subsoiler plow tines and Forward Speed of the tractor on some Field performance indicators.

نسبة ثباتية العمق stability Ratio of the depth (%)	عرض الاثارة عند السطح tillage width at the surface (Cm)	المقاومة النوعية للسحب Specific resistance (kN/m <sup>2</sup> )	نسبة الانزلاق Slippage (%)	قدرة السحب Draw-bar Power (Kw)	السرعة الامامية Forward Speed (km/hr)	زاوية اختراق المحراث للتربة penetration angles subsoiler plow tines (degree)
87.65 a	148 a	55.90 e	7.72 f	10.27 f	2.37	30
78.64 b	124 c	80.47 d	29.13 c	16.90 c	3.5	
79.01 b	128.22 b	77.50 d	22.10 e	11.18 e	2.37	40
72.03 d	116.11 d	100.50 b	33.24 b	18.01 b	3.5	
73.93 c	123.77 c	93.07 c	23.62 d	12.31 d	2.37	50
65.18 e	103.44 e	131.99 a	35.17 a	19.54 a	3.5	

7- تأثير التداخل الثلاثي بين المسافة لسلاحي المحراث وزوايا اختراقها و السرعة الامامية على الصفات المدروسة: يبين الجدول (8) تفوق تداخل المسافة بين السلاحي المحراث 1.5 متر وزاوية اختراق 30 درجة عند السرعة 2.37 كم/سا في خفض قيمة كل من صفة قدرة السحب و نسبة الانزلاق و المقاومة النوعية وكانت القيم المسجلة 8.06 كيلوواط و 5.07 % و 39.89 كيلونيوتن/م<sup>2</sup> على التوالي وحقق هذا التداخل اعلى قيمة في صفتي عرض الاثارة عند السطح ونسبة ثباتية العمق وكان مقدار القيمة المسجلة 156.67 سم لعرض الاثارة و 93.34 % لنسبة ثباتية العمق ويلاحظ من خلال الجدول التداخل المسافة بين السلاحيين 1.1 متر و الزاوية 50 درجة و سرعة الامامية 3.5 كم/سا حقق اكبر زيادة في قدرة السحب و البالغة 21.45 كيلوواط و اعلى زيادة في نسبة المنوية للانزلاق و البالغة 47.53 % و اكبر مقاومة نوعية للسحب و البالغة 148.46 كيلونيوتن/م<sup>2</sup> في حين سجلت اقل قيمة في صفة عرض الاثارة عند السطح و البالغة 94.66 سم و سجل تداخل بين المسافة 1.75 متر عند نفس الزاوية و السرعة اقل نسبة ثباتية للعمق بلغت 60% ويرجع السبب في ذلك الى نفس الاسباب التي تم ذكرها في الفقرات السابقة.

الجدول (8): تأثير التداخل بين المسافة لسلاحي المحراث وزوايا اختراقها و السرعة الامامية على الصفات المدروسة.

Table (8): The impact of interaction between distances between subsoiler plow tines with penetration angles and Forward Speed of the tractor on some Field performance indicators

نسبة ثباتية العمق stability Ratio of the depth (%)	عرض الاثارة عند السطح tillage width at the surface (Cm)	المقاومة النوعية للسحب Specific resistance (kN/m <sup>2</sup> )	نسبة الانزلاق Slippage (%)	قدرة السحب Draw-bar Power (Kw)	السرعة الامامية Forward Speed (km/hr)	زاوية اختراق المحراث للتربة penetration angles of subsoiler plow tines (degree)	المسافة بين سلاحي المحراث distances between subsoiler plow tines (m)	
82.96 c	135.33 e	73.20 f	P10.94p	11.56 ij	2.37	30	1.1	
80.0 d	112.0 g	92.51 d	42.83 c	17.81 d	3.5			
75.56 e	118.66 f	91.87 d	25.46 h	12.27 ih	2.37			
72.42 f	100.67 i	114.86 b	45.40 b	18.59 c	3.5	40		
70.37 g	115.34 g	109.39 b	26.55 g	13.45 g	2.37			
66.67 h	94.66 j	148.46 a	47.53 a	21.45 a	3.5			
93.34 a	156.67 a	I 39.89 i	5.07 r	8.06 m	2.37	30		1.5
80.50 d	144 cd	61.81 g	17.14 n	15.73 f	3.5			
83.70 c	148 bc	55.11 h	16.45 o	9.87 l	2.37			
72.59 f	137.67 e	76.94 f	24.28 l	16.69 e	3.5	40		
71.82 f	140 de	66.82 g	19.83 m	11.08 k	2.37			
68.88 gh	112.66 g	99.99 c	24.85 i	17.16 ed	3.5			
86.66 b	152 ab	54.60 h	7.17 q	10.65	2.37	30	1.75	
75.92 e	118.67 f	87.11 d	27.42 f	17.17 ed	3.5			
77.78 ed	118 f	85.51 e	24.40 k	11.4 kj	2.37			
71.10 gf	110 h	109.70 b	30.05 e	18.75 c	3.5	40		
71.82 f	116 g	103.01 c	24.48 j	21.45 a	2.37			
I 60.0 i	103 i	147.51 a	33.14 d	20.02 b	3.5			
						50		

### EFFECT OF THE DISTANCES BETWEEN SUBSOILER PLOW TINES BILATERAL AND PENETRATION ANGLES ON SOME PERFORMANCE INDICATORS FIELD

Adel A. Abdullah  
Agriculture Machines and Equipment Dept., College of Agriculture and Forestry,  
Mosul University. Iraq  
E-mail: adel\_agric@yahoo.com

Yousif Y. Hilal

## ABSTRACT

The research was implemented in a field of agriculture college- Mosul Univ., which its soil texture is clay. The study included the use of three penetration angles of subsoiler plow tines bilateral 30 and 40 and 50 degree and three distances between subsoiler plow tines bilateral 1.1 and 1.5 and 1.75 meters and Forward Speed of the tractor 2.37 and 3.50 km / h and its impact on Draw-bar Power, Slippage , Specific resistance , tillage width at the surface and stability Ratio of the depth. The experiment was conducted by using Randomized Complete Block Design RCBD. Three factors was used with its interactions. The use of Duncan multiple range test to indicate significant differences between the averages of the transactions, The results showed that all the traits affected by moral penetration angles and distances between subsoiler plow tines and Forward Speed of the tractor in terms of increased Draw-bar Power, Slippage , Specific resistance at increase penetration angles and Forward Speed of the tractor and lower tillage width at the surface and stability Ratio of the depth. The distance between the tines was 1.5 meters ranked first in the devaluation of the Draw-bar Power, Slippage , Specific resistance and increased tillage width at the surface and stability Ratio of the depth. Give an interactions distance of 1.5 meters and the angle of penetration of 30 degrees and Forward Speed of the tractor 2.37 km/h. The best results in reducing the Draw-bar Power, Slippage , Specific resistance and the values are respectively 8.06 Kw and 5.07% and 39.89 Kn / m<sup>2</sup> and gave the highest tillage width at the surface and stability Ratio of the depth values which were 156.67 cm and 93.34% respectively.

Keywords: subsoiler plow , Draw-bar Power, Specific resistance, Slippage, stability Ratio of the depth

Received: 25/6/2012, Accepted: 12/11/2012.

## المصادر

- الجبوري، حسين عبد حمود (2006). تأثير بعض العوامل المكننية في كفاءة أداء المحراث تحت التربة. رسالة ماجستير مكننة الزراعية - كلية الزراعة و الغابات -جامعة الموصل.
- داؤد، خالد محمد وزكي عبد الياس (1990). الطرق الإحصائية للأبحاث الزراعية. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.
- عبطان، احمد عبد ومظفر ابراهيم احمد (2006). انزلاق عجلات الساحة MF 650 بتأثير السرعة الحقلية وعمق الحراثة وعجلة تحديد العمق. مجلة العلوم الزراعية العراقية:37(1)ملحق:99-102.
- هلال، يوسف يعقوب (2007). تقييم الأداء الحقل للمحراث تحت التربة (ثنائي السلاح) من خلال بعض مؤشرات الأداء في التربة الغرينية الطينية. مجلة زراعة الرافدين، 35(3): 94-104.
- هلال، يوسف يعقوب (2010). اختبار محراث تحت التربة (احادي وثنائي السلاح) باستخدام سرع امامية مختلفة من خلال بعض مؤشرات الاداء الحقلية. مجلة زراعة الرافدين 38(2):193-201.
- Ahmad ,N; F. Hassan and G. Qadir (2007). Effect of subsurface soil compaction and improvement measures on soil properties. *International Journal of Agriculture and Biology*.9:9-13.
- Ahmad, N. ;H. Abdullah ,M.Iqbal ; M.Umair and M.U. Ghani (2010). Effect of deep tillage on soil properties and crop (wheet) yield. *Soil and Environment*.29(2):177-180.

- Akhtar, J., S.mehdi, O. Rehman, K. mahmood and M.Sarfraz (2005). Effect of deep tillage practices on moisture preservation and yield of groundnut under rain fed conditions. *Journal of Agriculture and Social Sciences*.1(2):98-101.
- Akinci, I.; E. Cakir, M. Topakci, M. Canakci and O. Inan (2004). The effect of subsoiling on soil resistance and cotton yield. *Soil and Tillage Research*. 77: 203-210.
- Al-Jalil, H.F. ; A.Khdair and W. Mukahal (2001). Design and performance of an adjustable three-point hitch dynamometer. *Soil and Tillage Research*.62:153-156.
- Aluko, O.B. (2008). Finite element on'ded brittle fracture force estimation during two-dimensional soil cutting. *International Agrophysics*, 22: 5-15.
- Anthonis, J.;A.M. Mouazen ;W. Saeys and H. Ramon(2004).An automatic depth control system for online measurement of spatial variation in soil compaction part3. *Biosystems Engineering*. 89(1):59-67.
- Black, C.A.; D.D. Evans ;J.L. White ;L.E. Ensminger and F.E. Clark (1965).Methods Of Soil Analysis Part 1 ,No.9.Am.Soc. Agron. Madison, Wisconsin , USA.
- Busscher ,W.J. and P.J. Bauer( 2004). Soil strength ,cotton root growth and lint yield in a south eastern USA coastal loamy sand. *Soil and Tillage Research*. 74(2):151-159
- Desbiolles, J. (2005). Key aspects of the mechanics of tillage points. Research paper, pp 6, Agricultural Machinery Research and Design Centre (AMRDC), University of South Australia, Mawson Lakes.
- Gill, W. R. and G.E. Vandenberg (1968).Soil Dynamic In Tillage and Traction Agricultural Research Service.United States Department of Agriculture
- Glancey, James L.; Shrini K. Upadhyaya; William J. Chancellor and James W. Rumsey, (1996). Prediction of agricultural implement draft using an instrumented analog tillage tool. *Soil and Tillage Research*. 37: 47-65.
- Hetzedmundo,J. (2001). Soil compaction potential of tractors and other heavy agricultural machines used in chile. *Agric. Mechanization In Asia. Africa and latin America*.32(3)38-42.
- Liu, c. and J.B. Evett (2003). Soil Properties, Testing ,Measurement and Evaluation.Prentice Hall.
- 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 Research*. 46:195-204.
- Miyamoto,s.;M.Ignacio;L.Franciso and T.Darid (2008).Improving permeability and salt leach in irrigated sports field:exploratory testing.Texas A&M University Research Center at El paso,TX and El Paso.Water Utilities:1-33.
- Mouazen, A. M. and Ramon, H. (2002). A numerical-statistical hybrid modeling scheme for evaluation of draught requirements of a subsoiler cutting a sandy

loam soil, as effected by moisture content, bulk density and depth. *Soil and tillage Research. 63: 155-165.*

Niyamapa,T and V.M.Salokhe. (2000).Soil disturbance and fore mechanics of vibrating tillage tool.*Journal of Terra Mechanics. 37,151-166.*

Osunbitan ,J.A. ,D.J. Oyedele and K.O. Adekalu (2005). Tillage effects on bulk density ,hydraulic conductivity and strength of loamy send soilin southwestern Nigeria.*Soil and Tillage Research 82:57-64.*

Popp ,p; T.C. Keisling ; C.R. Dillon and P.M. Manning (2001).Economic and agronomic assessment of deep tillage in soyben prodnction on mississppi river valley soils ,*Published in Agronomic Journal.93:164-169.*

Sillon ,J.F.;G. Richard and I. Cousin (2003).Tillage and traffic effects on soil hydraulic properties and evaporation.*Geoderma.116:29-46.*

Tekeste, M.Z.; R.L. Raper and E.B. Schwab (2005). Spatial variability of soil cone penetration resistance as influenced by soil moisture on Pacolet sandy loam soil in the Southeastern United States. *Transactions of American Society of Agricultural and Biological Engineers. 50(1):23-31.*

Zadeh, S. A. (2006). Modeling Of Energy Requirements By Narrow Tillage Tool. ph.D. Thesis, Dept. of Agric. And Bioresource Engineering, University of Saskatchewan.

Zoz,F. M. ;R. J. Tutner and L. R. Sgaell (2002). Power delivery efficiency. *American Society of Agricultural Engineers.45(3):509-518.*