

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

عادل أحمد عبد الله
يوسف يعقوب هلال

قسم المكائن والآلات الزراعية / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل – العراق

E-mail: adel_agric@yahoo.com

الخلاصة

نفذ البحث في حقول كلية الزراعة والغابات جامعة الموصل في تربة طينية النسجة وتضمنت الدراسة استخدام ثلاثة زوايا اختراق لسلاحي المحراث تحت التربة الثاني 30 و 40 و 50 درجة وثلاث مسافات بين سلاحي المحراث 1.1 و 1.5 و 1.75 متر وبسرعتين اماميتين للساحة 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 Dunnken المتعدد المدى لبيان معنوية الفروقات بين متosteats المعاملات، حيث أظهرت النتائج تأثير جميع الصفات المدروسة معنويًا بزوايا الاختراق والمسافة بين سلاحي المحراث والسرعة الامامية من حيث زيادة قدرة السحب والمقاومة النوعية للسحب ونسبة الانزلاق بزيادة زاوية الاختراق وزيادة السرعة الامامية للساحة وانخفاض عرض الاثارة ونسبة ثباتية العميق وسجلت المسافة بين السلاحي 1.5 متر المرتبة الاولى في خفض قيمة قدرة السحب ونسبة الانزلاق و المقاومة النوعية للسحب وحقيقة اعلى عرض اثارة وثباتية عميق وأعطي تداخل المسافة 1.5 متر وزاوية اختراق 30 درجة وسرعة امامية 2.37 كم/سا افضل نتائج في خفض قدرة السحب ونسبة المئوية للانزلاق و مقاومة النوعية للسحب وكانت القيم على التوالي 8.06 كيلوواط و 5.07 % و 39.89 % و 39 كيلونيوتن /م² واعطي اعلى عرض اثارة 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 العميق.

تاريخ تسلم البحث: 2012/6/25، وقوله: 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 مجاميها وكما يؤدي الى تدهور خواصها الفيزيائية وتقليل الحاصل وزيادة استهلاك الوقود Ahmad وآخرون 2010 ، وبين Akhtar وآخرون(2005) ان عملية الحراثة باستخدام بعض الالات 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 المكونة مما يزيد من متطلبات القدرة للآلات الزراعية وذلك لتكسير هذه الطبقة وزيادة الرطوبة سيساffectها زيادة في تماسك. أوضح Tekeste (2001) و Hetzedmundo (2005) ان كبس التربة وتكون الطبقة الصماء سيعرض بناء التربة الى التدهور والذي يظهر من خلال انخفاض المسامية الكلية وحصول تغيرات في توزيع حجوم ومسامات التربة باتجاه حجوم ومسامات دقيقة مع انخفاض استمراريتها يتبع ذلك ارتفاع في قيم الكثافة الظاهرية ومقاومة التربة وبالتالي ستترك اثارا سلبية على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للتربة وبين Osunbitan وآخرون (2005) و Popp وآخرون(2001) ان اهم المشاكل الرئيسية التي تواجه انتاج المحاصيل الحقلية هو رص التربة حيث ينتج عنها اعاقة لنمو الجذور الى جانب تردي خواص التربة من حيث تقليل التهوية وخفض معدل غيش الماء وتعمل على تعجيل عمليات التعرية، وذكر Bauer وBusscher (2004) ان استخدام المحاريث 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 بحبوبات متباينة 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 افتح قنوات مبازل لتحسين بزل المياه في التربة الغدقة Akinci وآخرون (2004). كما يستخدم هذا النوع من المحاريث عندما يراد معاملة الطبقة تحت السطحية دون قلب مقطع التربة خصوصا المناطق المعرضة لترتها للتعرية (Ahmad وآخرون 2007). اوضح

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 وحديّة 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 الامامية، اوضح Glancey واخرون (1996) عند استخدام محراث تحت التربة ثانوي القصبات سمك القصبة الواحدة 0.025 متر والمسافة بين القصبيتين 1.52 متر ويعمل على عمق 0.305 متر وبمتوسط سرعة 2.4 كم/سا بلغت قوة السحب 18.8 كيلونيوتن.

والاحظ 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 واخرون (2008) في دراسة لمتطلبات القدرة للمحراث تحت التربة ثانوي 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 (2002) من اهم العوامل المؤثرة على الانزلاق شملت سطح التربة وسطح العجلة الملامة لها وكذلك نوع الالات الزراعية ومقدار التعمق في التربة وتوصيل 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 فيزياد 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 % على التوالي واعز 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 (Ramou و Monazou، 2004).

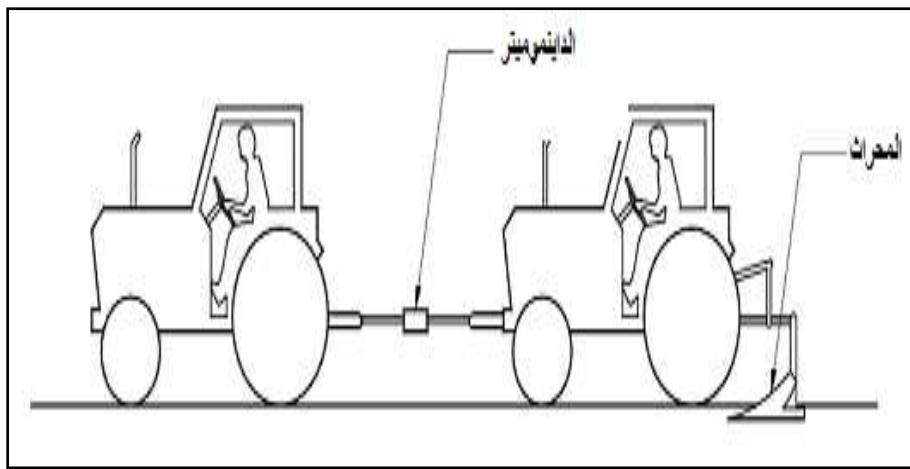
ولما لمحرات تحت التربة من اهمية كبيرة في استصلاح الاراضي الزراعية وتحسين خواصها الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية ولغرض الوصول الى افضل توليفة لاختيار الأبعاد القياسية وزاوية الاختراق الملائمة للاجزاء المتعاملة مع التربة واختيار السرعة المناسبة للجرار الزراعي تم اجراء هذا البحث باستخدام محراث تحت التربة ثانوي السلاح المصنوع من قبل الشركة العامة للصناعات الميكانيكية في الاسكندرية والذي لم تجر عليه أي تجرب 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 العرقافية 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 وبنثلاث مستويات (30 ، 40 ، 50) درجة وتضمن العامل الثالث مستوى السرعة الامامية للجرار (37 ، 2.37 ، 3.5) كم/سا و تأثير هذه العوامل على مؤشرات الاداء. عدد المعاملات 18 معاملة وبواقع ثلاثة مكررات لكل معاملة أي 54 وحدة تجريبية وبطول 40 متر للوحدة التجريبية نفذت الدراسة بتجربة عاملية بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (2^*3^*3) واختبرت النتائج بطريقة دنکن متعددة المدى عند مستوى احتمالية 0.05 في اختبار معنوية الفروقات بين متوسط المعاملات (داود والياس، 1990)، كانت تربة الحقل طينية حيث كانت نسبة الطين 44.98% والغررين 32.5% والرمل 22.52% استخدم جرارين ماسي فوركسن Mf-285 قدرة الجرار الواحد 75 حصان الاول كمصدر القدرة والثاني ثبت عليه المحراث ثانوي الاسلحة وكان ايضا نفس الموديل ونفس القدرة ونفس النوع وكما موضح في الشكل 1 و 2.



الشكل (1): محراًث تحت التربة ثنائي السلاح.



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

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

$$\text{دليل المخروط} = \frac{\text{قوة الاتraction}}{\text{مساحة قاعدة المخروط}} \quad (1)$$

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 من مقدمة الساحبة الثانية المشبوك بها المحراًث تحت التربة لعدم وجود جهاز يقيس قوة السحب مباشرة بين المحراًث والساحبة.

الجدول (1): يوضح بعض الصفات الميكانيكية والفيزيائية لترابة التجربة قبل الحراجة
Table (1): Explains some mechanical and physical properties for the soil before the tillage

عمق الحراجة Depth of Tillage (cm)	الكتافة الظاهرية Bulk Density (mg/m ³)	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 و من 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 التدرج للجرار الثاني اذ رفع المحراث عن سطح التربة ووضعت الساحبة في حالة حياد وسجلت قوة السحب وكترت العملية ثلاثة مرات وطرحت من قوة السحب الكلية وحسبت قوة السحب من المعاملة (2).

$$F=Y \cdot Rr \quad \dots \dots \dots (2)$$

F = قوة سحب المحراث (كيلو نيوتن)

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

Rr = مقاومة التدرج للساحبة 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 متراً لكل وحدة تجريبية بعد ان اعطي الجرار مسافة 20 متراً لكي يصل الجرار للسرعة القصوى ومن ثم قياس السرعة النظرية بنفس الطريقة اعلاه مع الاخذ بنظر الاعتبار رفع المحراث عن سطح التربة.

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

تم قياس مؤشرات الاداء من المعدلات الآتية:

1- القدرة المطلوبة للسحب

$$Dp = F \times V_p / 3.6 \quad \dots \dots \dots (3)$$

Dp = قوة السحب كيلو واط

F = قوة السحب كيلو نيوتن

Vp = السرعة العملية كم/ساعة

2- النسبة المئوية للانزلاق

$$S\% = ((V_t - V_p) / V_t) \times 100$$

S = النسبة المئوية للانزلاق %

Vt = السرعة النظرية كم/ساعة

3- المقاومة النوعية للسحب

Sr = المقاومة النوعية كيلو نيوتن/m²

A = مساحة التربة المثاررة m²

$$Sr = F / A \quad \dots \dots \dots (4)$$

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)

$$(5) = \frac{\text{العمق المثبت}}{100} \times \text{العمق المتحقق}$$

النتائج والمناقشة

1- تأثير المسافة بين سلاحي المحراث تحت التربة الثاني في الصفات المدروسة: تشير النتائج في الجدول (2) وجود فروقات معنوية واضحة بين المسافة بين سلاحي المحراث تحت التربة الثاني عند الصفات المدروسة حيث سجلت المسافة بين السلاحيين 1.1 متراً أعلى قدرة سحب و أعلى نسبة انزلاق و أعلى مقاومة نوعية للسحب وكانت النتائج 15.85 كيلوواط و 33.12% و 105.05 كيلونيوتن /م² على الترتيب وتلتها في ذلك المسافة بين السلاحيين 1.75 متراً في تسجيل قدرة سحب 15.06 كيلوواط ونسبة انزلاق 24.44% و مقاومة نوعية للسحب 97.90 كيلونيوتن /م² في حين سجلت المسافة 1.5 متراً اقل قيم لهم كانت 13.19 كيلوواط و 17.93% و 66.76 كيلونيوتن /م² وقد يرجع السبب في ذلك إلى أنه كلما تقارب الأسلحة كان حجم مقطع التربة الذي يواجه الأسلحة أكبر و بالتالي مقاومة من قبل التربة لانزلاق أكبر نتيجة لحصول انحراف وارتداد راسي للمحراث من قبل التربة لاختراره أكبر نتيجة لتغيير مركز ثقل المحراث بشكل عام والأسلحة على شريحة التربة بشكل خاص لذلك فإنه لاحادث فعل الاختراق والتفكك والإثارة هناك حاجة فعلية إلى صرف طاقة نوعية وقوة أكبر وهذا ينعكس على قدرة السحب فتزداد بفعل زيادة المقاومة النوعية التي هي الأخرى بدورها تؤثر في نسبة الانزلاق فيزداد، كما وان الزيادة عند تباعد الأسلحة يرجع إلى ان عمل الأسلحة يكون خلف إطارات الساحة لذا فإن اختراق التربة واثارتها يحتاج إلى قوة أكبر للتغلب على كبس التربة الناتج من الإجهاد المسلط من قبل الإطارات اضافة إلى حصول انحرافات جانبية للمحراث من خلال المشاهدات الحقلية نتيجة لقوة الدفع الجانبية للتربة بسبب تباعد المسافات بين الأسلحة وهذه بدورها تزيد من الحاجة الفعلية لقدرة السحب ويرافقها زيادة في الانزلاق نتيجة زيادة المقاومة أما بالنسبة لعرض الإثارة عند السطح وثباتية العمق فقد حققت المسافة 1.5 متراً أعلى معدل لها كانت 139.83 سم و 79.79% على التوالي وتلها في ذلك المسافة 1.75 متراً بتسجيل عرض اثارة 119.61 سم وثباتية عمق 73.88% و التي لم تختلف في نفس الوقت مع نسبة ثباتية العمق 74.66% عند المسافة 1.1 متراً التي بدورها سجلت اقل عرض اثارة للترابة كانت 112.77 سم، ويرجع السبب في ذلك إلى ان المسافة 1.5 متراً انخفضت عندها المقاومة النوعية للتربة نتيجة لزيادة المقطع العرضي للحراثة عند ثبات قوة السحب وان المقطع العرضي للتربة المثارة زاد بزيادة عمق وعرض المقطع للسلاحيين وهذا حصل بفضل الاستقرارية الجيدة للمحراث وان الزيادة و الثباتية في العمق يرافقها عادة زيادة في معدل تفكك التربة و الاخيرة تعمل بدورها على زيادة عرض الإثارة عند السطح وهذا ايضا يتافق مع ما شار إليه Anthonis وآخرون (2004) من ان ثباتية العمق تمثل الاساس في تقييم الاداء الحقلية للمحراث وكذلك تعطي تفسير جيد لمتطلبات القدرة الحقيقة.

الجدول (2): تأثير المسافة بين سلاحي المحراث تحت التربة الثاني 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 ²)	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 اختراع سلاحي المحراث تحت التربة الثاني في الصفات المدروسة: يتضح من الجدول (3) ان هناك اختلافات معنوية واضحة بين زوايا اختراع سلاحي المحراث حيث سجلت الزاوية 50 درجة اعلى قدرة سحب و اعلى مقاومة نوعية للسحب و اعلى نسبة اانزلاق حيث كانت النتائج 15.92 كيلوواط 112.53 كيلونيوتن /م² و 29.39 % و اقل عرض اثارة 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 كيلوواط و اقل مقاومة نوعية وكانت 68.19 كيلونيوتن /م² اقل نسبة اانزلاق 18.43 % و اعلى عرض اثارة للتربة عند السطح كانت 136.44 سم و اعلى نسبة ثباتية للعمق 14.59 %، اما الزاوية 40 درجة فقد سجلت قدرة سحب 136.44 كيلوواط و مقاومة نوعية للسحب 89 كيلونيوتن/م² ونسبة اانزلاق 27.67 % وعرض اثارة للتربة عند السطح ونسبة ثباتية عمق 122.16 سم و 75.52 % على التوالي، ويوضح من ذلك ان زيادة الزاوية من 30 الى 50 درجة يؤدي الى زيادة في قدرة السحب بمقدار 15% ويرجع السبب في ذلك الى ان زيادة الزاوية يؤدي الى زيادة حجم التربة المدفع الى الامام وهذا يؤدي الى اصطدام التربة المدفعه 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 بالاحتراك بين التربة و القدم وهذا يتافق 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 اختراع سلاحي المحراث تحت التربة الثنائي في الصفات المدروسة.

Table(3): 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 ²)	نسبة الانزلاق Slippage (%)	قدرة السحب Draw-bar Power (Kw)	زاوية اختراع 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 السرع الامامية للجرار في الصفات المدروسة: من خلال الجدول (4) سلكت السرع الامامية للحراثة نفس سلوك زوايا اختراع سلاحي المحراث حيث سجلت السرعة 3.5 كم/سا اعلى قدرة سحب 18.15 كيلوواط و اعلى مقاومة نوعية 104.32 كيلونيوتن /م² و اعلى نسبة اانزلاق 32.51 % في حين سجلت السرعة 2.37 كم/ساعة اعلى عرض اثارة للتربة عند السطح 133.33 سم و اعلى نسبة ثباتية عمق 80.20 % ويرجع السبب في ذلك الى زيادة السرع الامامية للحراثة تؤدي الى زيادة الطاقة المطلوبة لتعجيل الكتل الترابية ودفائقها وهذا يتافق مع هلال (2007) الذي بين ان زيادة السرعه تؤدي الى زيادة متطلبات القدرة نتيجة لزيادة قوة السحب مع زيادة السرعه الامامية اما سبب زيادة المقاومة النوعية و الانزلاق يرجع الى ان زيادة السرعه تؤدي الى زيادة قوة قص التربة وبالتالي زيادة مقاومة الدوران فيزداد الانزلاق لان السرعه تتاسب طرديا معه وهذا يتافق مع ما اشار اليه Aljalil وآخرون (2001) الذين بينوا ان زيادة السرعه الامامية للوحدة الميكانيكية تؤدي الى زيادة متطلبات السحب و المقاومة، اما انخفاض عرض الاثارة و ثباتية العمق عند السرعه 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 بالسرعه العالية الا عند مسافة محدودة مقارنة بحالة التربة عند السرعه 2.37 كم/ساعة لقصر الفترة الزمنية لتعدد التشققات الجانبية بالإضافة الى ان الجزء الاعظم من الطاقة يستهلك لتعجيل كتل التربة وهذا يتافق مع ما توصل اليه هلال (2010).

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

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

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

4- تأثير التداخل بين المسافة بين سلاحي المحراث وزوايا اخترافها على الصفات المدروسة: يتبع من الجدول (5) ان هناك اختلافات معنوية واضحة لتدخل المسافة بين سلاحي المحراث مع زوايا اخترافها حيث اعطت المسافة 1.1 متر عند الزاوية 30 درجة اعلى قدرة سحب كانت 17.45 كيلوواط في حين اعطت المسافة 1.5 متر عند الزاوية 30 درجة قدره 12.17 كيلوواط،اما عند تداخل المسافة 1.1 متر والزاوية 30 درجة وتدخل المسافة 1.75 متر و الزاوية 40 درجة لم يظهر اي اختلاف معنوي بينهما حيث كانت النتائج 14.68 و 15.08 كيلوواط على الترتيب وكذلك مع تداخل المسافة 1.1 متر والزاوية 40 درجة كانت 15.43 كيلوواط، كما وانه ايضا لم يظهر اي 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 كيلوواط، كما يتبع ايضا ان المسافة 1.1 متر عند الزاوية 50 درجة سجلت اعلى مقاومة نوعية و اعلى نسبة انزلاق وكانتا 12.93 كيلونيوتن/m² و 37.04 % على التوالي والتي في نفس الوقت لم تختلف معنويًا مع المقاومة التي سجلتها المسافة 1.75 متر عند نفس الزاوية بلغت 125.25 كيلونيوتن /m² ويرجع السبب في ذلك نتيجة لقلة زاوية التحميل و الدفع الخافية لسلاحي المحراث ونتيجة لذلك يزداد الاحتكاك ما بين التربة و السلاح بزيادة الزاوية مما يسبب زيادة في مقاومة التربة للسحب و بالتالي هناك حاجة اكبر لقدرة السحب كما وانه ايضا لم يظهر اي 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 واقل نسبة انزلاق كانتا عند المسافة 1.5 متر و الزاوية 30 بلغتا 50.85 كيلونيوتن/m² و 11.10 % على الترتيب، وفي نفس الوقت اعطت اعلى عرض اثارة للتربة وبلغت 150.33 سم واعلى نسبة ثباتية للعمق 86.66 %،اما اقل عرض اثارة كان 105 سم عند المسافة 1.1 و الزاوية 50 درجة واقل 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 وعرض التربة المقطوعة و المثارة فتقل، كما لم يظهر التداخل بين المسافة 1.1 متر و المسافة 1.75 متر عند الزاوية 40 درجة والتداخل بين المسافة 1.5 متر عند الزاوية 50 درجة اي اختلافات معنوية عند عرض اثارة 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: يبيّن 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 كيلوواط وكانت اعلى قيمة لقدرة السحب عند المسافة 1.1 متر و السرعة 3.5 كم/سا و البالغة 19.28 كيلوواط وقد يرجع السبب في ذلك الى ان زيادة سرعة الجرار تؤدي الى زيادة تجهيز مركبات التربة وزيادة طاقة الحركة المعطاة للتربة نتيجة هذه الزيادة وهذا يتفق مع ما توصل اليه Salokhe Niyamapa (2000) عند استخدام محراث تحت التربة الثنائي السلاح تردد 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 واظهرت نتائج اختبار دنكن لمقارنة بين متوسطات القيم اختلف 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 Ratio of the depth (%)	عرض الاثارة عند السطح tillage width at the surface (Cm)	المقاومة النوعية للسحب Specific resistance (kN/m ²)	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	
78.15 c	142.83 b	66.03 f	20.36 g	13.28 f	40	1.5
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	
74.44 d	114.0 e	97.60 c	27.22 d	15.08 dc	40	1.75
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 37.6 و 38.13 % عند زيادة السرعة من 2.37 كم/سا 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 والبالغة 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 ماعدا 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/m² في حين سجلت اعلى قيمة عند التداخل السرعة 3.5 كم/سا و المسافة 1.1 متر وكانت 118.61 كيلونيوتن/m² 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 السلاحين على المقاومة النوعية للسحب اكبر من تاثير السرعة الامامية فمثلاً 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 المئوية عند المقارنة بين المسافة 1.1 و 1.5 متر كانت 32.9 و 41.03 % على التوالي ونسبة الزيادة بين المسافة 1.5 و 1.75 متر بلغت 33.43 % و 30.66 % عند السرعة 2.37 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.

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

وتبيّن ان زيادة السرعة من 2.37 كم/سا الى 3.5 كم/سا ادى الى انخفاض في صفتى عرض الاثارة عند السطح ونسبة ثباتية العمق وحقق تداخل المسافة بين سلاحي 1.5 متراً 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 متراً و السرعة 3.5 كم/سا و كانت 102.44 سم في حين سجل تداخل المسافة 1.75 متراً و السرعة 3.5 كم/سا اقل نسبة ثباتية وبالبالغة 69.01 %، اظهر اختبار لفروفات بين المتوسطات عدم وجود فروق معنوية عند التداخل المسافة 1.5 متراً و السرعة 3.5 كم/سا وتداخل المسافة 1.75 متراً 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 متراً و السرعة 3.5 كم/سا و المسافة 1.5 متراً و السرعة 3.5 كم/سا وكان مجموع تأثير المسافة بين سلاحي المحراث تحت التربة على صفتى عرض الاثارة و نسبة الثباتية اكبر من تأثير السرعة الامامية للجرار.

6- تأثير التداخل بين زوايا اختراع سلاحي المحراث والسرعة الامامية على الصفات المدروسة: يوضح الجدول (7) ان زيادة زوايا اختراع 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 ونسبة 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 اختراع 30 درجة و السرعة الامامية 2.37 كم/سا اقل قيمة لقدرة السحب ونسبة الانزلاق و المقاومة النوعية للسحب وكانت 10.27 كيلوواط و 7.728 % و 55.951 كيلونيوتن/م² على التوالي وحقق هذا التداخل اعلى عرض اثارة عند السطح و اكبر نسبة ثباتية للعمق وكانت على التوالي 148 سم و 87.65 % و كانت اعلى قيمة لقدرة السحب ونسبة الانزلاق و مقاومة النوعية عند تداخل زاوية اختراع 50 درجة وسرعة امامية 3.5 كم/سا كانت على التوالي 19.54 كيلوواط، 35.172 %، 131.99 كيلونيوتن/م² وحقق هذا التداخل اقل قيمة في صفتى عرض الاثارة ونسبة ثباتية العمق و البالغة 103.42 سم، 65.182 % ويرجع السبب في ذلك الى انه كلما زادت السرعة الامامية للمحراث و كلما زادت زاوية الاختراع كلما قل المقطع العرضي للتربة المواجه للسلاح الشغال و المتمثل بعمق و عرض القطع له وبالتالي انخفاض في عرض اثارة التربة عند السطح

وانخفاض نسبة ثباتية العمق وهذا ينعكس سلباً 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 ²)	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 كيلونيوتون/m² على التوالي وحقق هذا التداخل اعلى قيمة في صفي 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 وسرعة الامامية 3.5 كم/سا حقق اكبر زيادة في قدرة السحب و البالغة 21.45 كيلوواط واعلى زيادة في نسبة المئوية للانزلاق و البالغة 47.53 % و اكبر مقاومة نوعية للسحب و البالغة 148.46 كيلونيوتون/m² في حين سجلت اقل قيمة في صفة عرض الاثارة عند السطح و البالغة 94.66 سم وسجل 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 اخترافها 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 ²)	نسبة الانزلاق Slippage (%)	قدرة السحب Draw-bar Power (Kw)	السرعة الامامية Forward Speed (km/hr)	زاوية اختراف 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		
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		
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		
71.82 f	140 de	66.82 g	19.83 m	11.08 k	2.37	40	1.5
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		
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	50	1.75
71.10 gf	110 h	109.70 b	30.05 e	18.75 c	3.5		
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		

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

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 / m² 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 المكنمية في كفاءة أداء المحراث تحت التربة. رسالة ماجستير مكنته الزراعية - كلية الزراعة و الغابات -جامعة الموصل.
- داود، خالد محمد و زكي 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 الحقلاني للمحراث تحت التربة (ثنائي السلاح) من خلال بعض مؤشرات الأداء في التربة الغربية الطينية. مجلة زراعة الرافدين، 35(3): 104-94.
- هلال، يوسف يعقوب (2010). اختبار محراث تحت التربة (احادي وثنائي السلاح) باستخدام سرع امامية مختلفة من خلال بعض مؤشرات الاداء الحقلاني. 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 (wheat) yield.*Soil and Environment*.29(2):177-180.

- Akhtar, J., S.mehdi, O. Rehman, K. mahmood and M.Sarfraz (2005). Effec 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-piont 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 conteol 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. Vandeborg (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.
- Hetzemundo,J. (2001). Soil compaction potential of tractors and other heavy agricultural machines usedin 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 EI paso,TX and EI 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 sand 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 soybean production on mississippi 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.