Bull. Fac. Agric., Cairo Univ.,59 (2008):82-86.

THE EFFECT OF THE WEIGHTS LOADING ON THE FRONT OF FARM TRACTOR ON DEPTH STABILITY USING DISK PLOW

(Received: 27 . 9. 2007)

By
A. M. A. Mamkagh

Plant Production Department, Faculty of Agriculture, Mu'tah University, Al – Karak, Jordan.

ABSTRACT

The main experiment was conducted at the Agricultural Research Station of Mutah University , Jordan in 2005 to study the effect of different weights loading on the front of farm tractor (0 kg, 100 kg and 200 kg) and three plowing speeds (5, 7 and 9 km/h) by 2WD and 4WD on depth stability using disk plow with 112 cm width. The plowing depth was adjusted at about 30 cm.

The results showed that the plowing depth was significantly ($p<0.05$) affected by the weights loading on the front of the tractor, where as the plowing depth increased from 27.59 cm to 29.11 cm by loading 100 kg, and from 27.59 cm to 28.52 cm by loading 200 kg. But the plowing depth decreased from 28.84 cm to 27.23 cm by increasing the plowing speed to 9 km/h, and depth was significantly decreased by changing the wheel drive from 2WD to 4WD.

The interaction between the loading weights, plowing speed and wheel drive showed that the depth of 31.17 cm was the more reliable to the adjusted depth during the experiments. This result was obtained from plowing speed about 7km/h and 2WD with 100 kg on the front of tractor which means more depth stability.

Key words: *depth stability, disk plow , farm tractor, loading weights.*

تأثير الوزن المضاف على مقدمة الجرار الزراعي على ثبات عمق الحراثة عند استخدام المحراث القرصي

عامر "محمد علي" مامكغ
قسم الإنتاج النباتي-كلية الزراعة-جامعة مؤته-الكرك-الأردن

ملخص

أجريت الدراسة في محطة البحوث الزراعية التابعة لكلية الزراعة في جامعة مؤته سنة ٢٠٠٥ لمعرفة تأثير وزنين (١٠٠ كلغ و ٢٠٠ كلغ) أضيفا على مقدمة الجرار الزراعي وثلاث سرعات أمامية (٥ ، ٧ و ٩ كلم/س) عند الحراثة بمحراث قرصي محمول ثلاثي الأقراص بعرض ١١٢ سم على عمق ٣٠ سم مع ثبات عمق الحراثة بالدفع الرباعي والثنائي للعجلات.

أظهرت النتائج أن زيادة الوزن على مقدمة الجرار قد أدت إلى زيادة معنوية في عمق الحراثة فقد زاد العمق من ٢٧,٥٩ سم إلى ٢٩,١١ سم عند إضافة ١٠٠ كلغم ، ومن ٢٧,٥٩ سم إلى ٢٨,٥٢ سم عند إضافة ٢٠٠ كلغم. بينما قل العمق من ٢٨,٨٤ سم إلى ٢٧,٢٣ سم عند زيادة سرعة الحراثة إلى ٩ كلم/س، وتبين أن تحويل حركة العجلات من ثنائية الدفع إلى رباعية الدفع قد أدت إلى تقليل عمق الحراثة معنويا.

وقد تبين من نتائج التحليل الإحصائي لتداخل الوزن المضاف مع سرعة الحراثة وطريقة دفع العجلات أن أفضل عمق (٣١,١٧ سم) تم الحصول عليه عند سرعة حراثة ٧ كلم/س بالدفع الثنائي للعجلات وبإضافة ١٠٠ كلغم على مقدمة الجرار الزراعي مما يعني الأكثر انتظاما لعمق الحراثة.

١ . مقدمة

يعتبر الجرار الزراعي واحد من الآلات المتنقلة المستخدمة في عمليات الجر(Macmillan, 2002) وهو يعمل على تزويد المشاريع الزراعية بالجزء الأكبر من القدرات اللازمة لها (www.cdc.gov)، وقد وصل عدد الجرارات الزراعية للعام ٢٠٠٤ في الوطن العربي إلى

٥٦١٤٦٤ جرار، أما في المملكة الأردنية الهاشمية فقد وصل عددها إلى ٤٢٠٠ جرار للعام نفسه (المنظمة العربية للتنمية الزراعية ٢٠٠٥). ويعتبر الاستخدام الرئيسي للجرارات، وخاصة ذات القدرات المتوسطة والعالية هو إنجاز الأعمال من خلال ساعد الشبك (Zoz and Grisso, 2003) و تعتبر الحراثة من أهم هذه الأعمال، وهي من أهم العوامل المؤثرة على النتيجة النهائية للمحاصيل (Thompson and Taylor, 1982; Varco *et al.*, 1989; Pilbeam *et al.*, 1991; De Costa *et al.*, 1997). وحيث أن هناك اتصال مباشر ما بين الجرار الزراعي والمحراث فلا بد أن تؤثر حركة الجرار على عمق الحراثة تأثيرا مباشرا، وبالتالي سيؤثر عدم انتظام عمق الحراثة تأثيراً مباشراً على نوعية مرقد البذرة وبالمحصلة على نمو المزروعات (Plouffe *et al.*, 1995)، فنوعية مرقد البذرة عامل مهم لزيادة المحاصيل على سبيل المثال الحولية منها(Sing *et al.*, 1994).

لتجهيز مرقد البذرة بداية تستخدم أدوات الحراثة الأولية، وهي تضم المحراث المطرحي، القرصي والحفار (Harris and Lambert, 1990). ومن هذه المحاريث أختير المحراث القرصي لكونه الأكثر ملائمة لموقع الدراسة، فهو يلائم التربتين الجافة قليلة الرطوبة والصلبة (Culpin, 1981;Smith and Wilkes, 1990)، ويقلل من الاحتكاك من خلال دوران أقراصه بدلا من الانزلاق داخل الأخدود (Harris and Lambert, 1990).

تضاف لزيادة الاتزان الطولي للجرار الزراعي حول محاور العجلات أثناء الحراثة أوزان على مقدمته (جورينج. ١٩٩٢ ; Sirelkatim *et al.*, 2001)، وهي عبارة عن قطع حديدية كالمبينة في الشكل (١)،

شكل (١): الوزن المضاف على مقدمة الجرار الزراعي (www.lsuagcenter.com).

فزيادة هذه الأوزان على مقدمة الجرار سوف تحد من انتقال الوزن إلى مؤخرته وتقلل احتمالية انقلاب الجرار إلى الخلف (www.lsuagcenter.com) (Witney, 1988). وانتقال الوزن تحدده عدة عوامل منها دفع العجلات وطريقة شبك المحراث مع الجرار، فنسبة توزيع وزن الجرار مضافا إليه وزن المحراث تختلف بين الجرارات ثنائية الدفع ورباعية الدفع، وكذلك عند الحراثة باستخدام المحراث المجرور أو المحراث المعلق كما هو موضح في الجدول (١) (Taylor *et al.*, 1991).

جدول (١): النسبة المئوية لتوزيع وزن الجرار والمحراث على المحور الأمامي والخلفي للعجلات (Taylor *et al.*, 1991)

الجرار/المحراث	المحور الأمامي	المحور الخلفي
ثنائي الدفع/محمول	٣٥	٦٥
رباعي الدفع/محمول	٦٠	٤٠

طرحت في السنوات الأخيرة عدة طرق للتنبؤ بأداء الجرار الزراعي على أساس مقدار الوزن المضاف عليه، واقترحت معظم هذه الطرق توصيات تربط بين الوزن المثالي المناسب للجرار الزراعي والسرعات التشغيلية المختلفة (Reece,1968; Brixius and Zoz,1976; Gee-Clough *et al.*1982; Brown,1982; Rutherford and McAllister,1983; Bloome *et al.*,1983)، وقام كل من Hofman (1977) و Domier and Willans (1978) باختبار التداخل بين الوزن المضاف إلى العجلات والسرعة الأمامية للجرارات الزراعية وتأثيرهما على القدرة. ووجد (Taylor *et al* ., 1991) أن اختيار مقدار وزن وسرعة الجرار الزراعي هي الخطوة الأولى نحو تحسين أداء الجرار، فللسرعة الأمامية للجرار الزراعي تأثير كبير على انتقال الوزن من المحاور الأمامية إلى الخلفية، حيث توجد علاقة قوية بين سرعة الجرار والوزن على العجلات القائدة فعند زيادة السرعة يقل الوزن على العجلات الخلفية بسبب انخفاض قوة الشد المطلوبة على عمود الشبك (Kepner *et al.*, 1982)، بينما يرى (Witney, 1988) أن زيادة السرعة الأمامية للجرار أثناء الحراثة تؤدي إلى زيادة قوة الشد المطلوبة بشكل عام لمعظم الأدوات الزراعية. أما (Dwyer 1975& 1978) فقد وجد أن جرارات الدفع الثنائي لا تعطي قوة الشد القصوى بسبب السرعة البطيئة أثناء العمل والوزن غير المتناسب للجرار الزراعي.

بناءا على ما سبق فان الهدف من هذه الدراسة هو تحديد اثر الوزن المضاف على مقدمة الجرار الزراعي والسرعة الأمامية أثناء الحراثة عند استخدام المحراث القرصي على ثبات عمق الحراثة وذلك بالدفع الرباعي والثنائي لعجلات الجرار الزراعي.

٢. مواد وطرق البحث

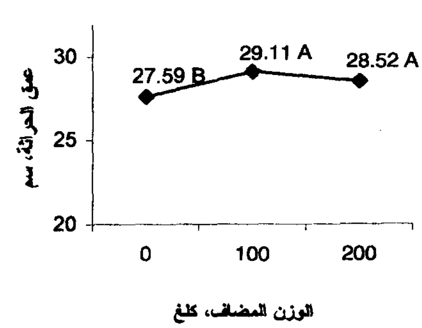
أجريت الدراسة في محطة البحوث الزراعية التابعة لكلية الزراعة في جامعة مؤته سنة ٢٠٠٥ في حقل سطحه مستوي، وكانت تربة الموقع مزجية طينية رملية. استخدم محراث قرصي محمول ثلاثي الأقراص بعرض فعال

١١٢ سم وُضبط عمق الحراثة عند ٣٠ سم، وتم شبك المحراث القرصي بجهاز الشبك الثلاثي لجرار زراعي قدرته ١٠٧ كيلوواط يعمل بوقود الديزل بحالة جيدة محركه رباعي الأشواط له أربع اسطوانات سعتها ٤،٣ لتر. تمت الحراثة ضمن ثلاث سرعات أمامية للجرار وذلك من خلال تغير وضعية عتلة صندوق التروس بحيث كانت السرعات الأمامية هي: الرابعة البطيئة بحدود ٥ كلم/س، الأولى بحدود ٧كلم/س والثانية بحدود ٩ كلم/س، وحددت سرعة دوران المحرك بواسطة ضبط العتلة اليدوية للتزويد بالوقود حول ١٥٠٠ لفة/دقيقة وتم التأكد من سرعة المحرك من خلال مراقبة المؤشر الخاص بذلك.

صممت التجربة ضمن القطاعات العشوائية الكاملة (الراوي، ١٩٨٠) و (Steel and Torrie 1980) وحرثت التربة عشوائيا بدون أوزان على مقدمة الجرار، ثم بإضافة وزن ١٠٠ كلغ و ٢٠٠ كلغ ولمسافة ١٠٠ متر في الحقل بثلاثة مكررات وأثناء ذلك تم تحويل الحركة من العجلات الأربع إلى العجلات الخلفية وبصورة عشوائية، وتم قياس عمق الحراثة كل ٠،٥ متر من كل مكرر.

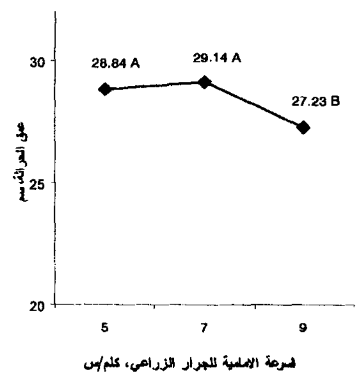
٣. النتائج والمناقشة

يبين الشكل (٢) تأثير الوزن المضاف على مقدمة الجرار الزراعي على عمق الحراثة، ويتضح من خلاله أن زيادة الوزن أدت إلى زيادة معنوية ($p<0.05$) في عمق الحراثة فقد زاد العمق من ٢٧,٥٩ سم إلى ٢٩,١١ سم عند إضافة ١٠٠ كلغ ، و من ٢٧,٥٩ سم إلى ٢٨,٥٢ سم عند إضافة ٢٠٠ كلغ على مقدمة الجرار، وهذا يعود إلى زيادة الوزن الكلي للجرار الزراعي والى زيادة اتزان الجرار أثناء العمل(Witney, 1988، Sirelkatim *et al.*, 2001).



شكل (٢): تأثير الوزن المضاف على عمق الحراثة. (تشير القيم ذات الأحرف المشتركة في الشكل إلى عدم وجود فرق معنوي عند مستوى احتمال ٥% حسب اختبار دنكن).

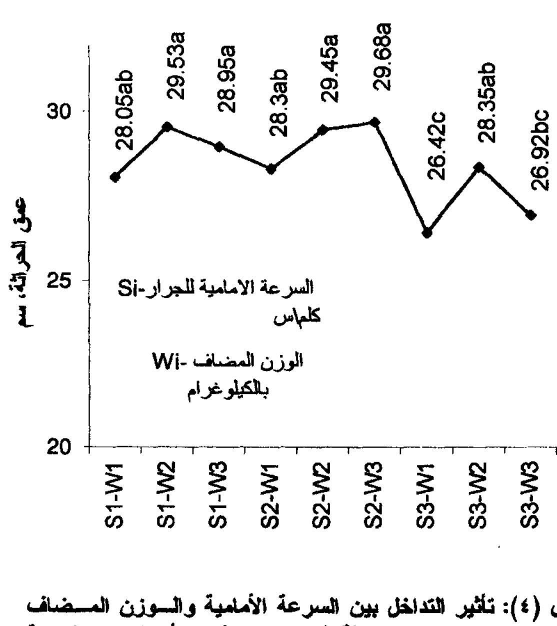
يوضح الشكل (٣) تأثير السرعة الأمامية للجرار الزراعي على عمق الحراثة، ومن خلاله نرى أن زيادة السرعة الأمامية للجرار أثناء الحراثة قد أثرت معنويا على عمق الحراثة، فعند زيادة سرعة الحراثة إلى ٩كلم/س قل العمق من ٢٨,٨٤ سم إلى ٢٧,٢٣ سم، ويتضح ذلك أيضا من خلال الشكل (٤) الذي يبين تأثير التداخل بين



شكل (٣): تأثير السرعة الأمامية للجرار على عمق الحراثة (تشير القيم ذات الأحرف المشتركة في الشكل إلى عدم وجود فرق معنوي عند مستوى احتمال ٥% حسب اختبار دنكن).

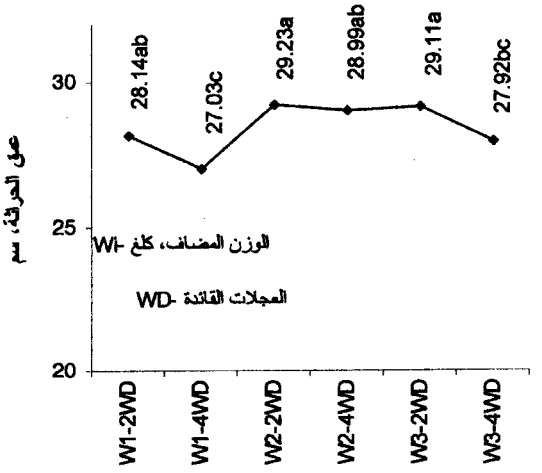
السرعة الأمامية والوزن المضاف على عمق الحراثة، فقد كانت السرعة الأمامية أكثر تأثيرا من الوزن المضاف على عمق الحراثة، ويفسر ذلك بانخفاض الوزن على العجلات الخلفية عند زيادة السرعة الأمامية (Witney, 1988).

ومن خلال الشكل (٥) يتبين أن هناك تأثير للوزن المضاف على عمق الحراثة، ولكن التأثير الأكبر كان



شكل (٤): تأثير التداخل بين السرعة الأمامية والوزن المضاف على عمق الحراثة (تشير القيم ذات الأحرف المشتركة في الشكل إلى عدم وجود فرق معنوي عند مستوى احتمال ٥% حسب اختبار دنكن).

بسبب دفع العجلات، فعند تحويل الدفع من ثنائي إلى رباعي قل عمق الحراثة معنويا ($p<0.05$)، ويعود ذلك إلى انتقال الوزن للجرار الزراعي والمحراث المحمول بنسبة ٢٥% من المحور الخلفي إلى المحور الأمامي (Taylor *et al.*, 1991)، مما أدى إلى تقليل عمق الحراثة نتيجة رفع المحراث القرصي إلى الأعلى، فمن المعروف أن زيادة الوزن على المحراث القرصي تؤدي إلى زيادة تعمقه داخل التربة (سريفاستافا وآخرون، ١٩٩٦). كما أن تقليل عمق الحراثة في هذه الحالة نتج عن عدم الاستغلال الامثل لقوة الشد على العجلات الخلفية القائدة بسبب انتقال الوزن إلى العجلات الأمامية نتيجة ميلان الجرار والمحراث القرصي إلى الإمام، أي دورانهم حول نقطة تماس العجلات الأمامية وسطح الأرض (Witney, 1988).



شكل (٥): تأثير التداخل بين الوزن المضاف ودفع العجلات على عمق الحراثة (تشير القيم ذات الأحرف المشتركة في الشكل إلى عدم وجود فرق معنوي عند مستوى احتمال ٥% حسب اختبار دنكن).

وقد تبين من نتائج التحليل الإحصائي لتداخل الوزن المضاف مع سرعة الحراثة وطريقة دفع العجلات في الجدول (٢) أن أفضل عمق (٣١,١٧ سم) تم الحصول عليه عند سرعة حراثة ٧ كلم/س بالدفع الثنائي للعجلات وبإضافة ١٠٠ كلغم على مقدمة الجرار الزراعي مما يعني انتظاما لعمق الحراثة.

بالنظر إلى نتائج الدراسة نستنتج أن زيادة مقدار الوزن المضاف على مقدمة الجرار الزراعي أثناء العمل أدت إلى زيادة عمق الحراثة، بينما زيادة السرعة الأمامية وتغير دفع العجلات من ثنائي إلى رباعي الدفع أدى إلى تقليل عمق الحراثة. أما للحصول على عمق أكثر انتظاما أثناء الحراثة بالمحراث القرصي عند تداخل الوزن المضاف مع سرعة الحراثة وطريقة دفع العجلات وفي الظروف المشابهة لظروف التجربة كاستواء سطح الحقل ونوع التربة المحروثة، نوصي بإضافة ١٠٠ كلغ على مقدمة الجرار والعمل عند سرعة ٧ كلم/س وبالدفع الثنائي للعجلات مما يقلل أيضا من استهلاك الوقود أثناء العمل.

٤. المراجع

الراوي، خاشع محمود، خلف الله، عبد العزيز (١٩٨٠). تصميم وتحليل التجارب الزراعية. مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، العراق. ص 140-130.

المنظمة العربية للتنمية الزراعية (٢٠٠٥). الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية العربية. المجلد ٢٥. الخرطوم.

جورينج، كارول أي. (١٩٩٢). قدرة المحرك والجرار. ترجمة وهبي، محمد فؤاد، الجنوبي، عبد الرحمن بن عبد العزيز وعبد الرحمن عبد الكريم بدري. كلية الزراعة، جامعة الملك سعود. الرياض. ص ٥٩٩.

سريفاستافا اجيت ك، جورينج كارول أي و روجور ب روباك. (١٩٩٦). الأساسيات الهندسية للآلات الزراعية. ترجمة السحيباني صالح عبد الرحمن، وهبي محمد فؤاد، زين الدين عبد الله مسعد و عبد الرحمن عبد العزيز الجنوبي. كلية الزراعة، جامعة الملك سعود. الرياض. ص ٢٦٤.

A guide to safe farm tractor operation. http://www.cdc.gov/nasa/ docs/ d0015 01-d001600/d001534/d001534.html

Ballasting compact utility tractors. http://www.lsuagcenter.com/en/lawn_garden/home-gardening/ mequipment/compact_tractors Ballasting+Compact+Utility+ ractors.htm

Bloome P.D., Summers J.D., Khalinian A. and Batchelder. D.G. (1983). Ballasting recommendation for two wheel and four

جدول (٢): تأثير التداخل بين الوزن المضاف على مقدمة الجرار وسرعته الأمامية ودفع العجلات على عمق الحراثة.*

الوزن المضاف على مقدمة الجرار،كلغ	دفع العجلات	السرعة الامامية للجرار ،كلم/س		
		5	7	9
صفر	ثنائي	28.83 bcde	30.10 abc	25.50 g
	رباعي	27.27 efg	26.50 fg	27.33 efg
١٠٠	ثنائي	28.70 bcde	31.17 a	28.83 def
	رباعي	30.37 ab	27.73 def	28.87 bcde
٢٠٠	ثنائي	29.67 bcde	30.33 ab	27.33 efg
	رباعي	28.23 cdef	29.03 bcde	26.50 fg

* تشير الأرقام ذات الأحرف المشتركة في الأعمدة إلى عدم وجود فرق معنوي عند مستوى احتمال ٥% حسب اختبار دنكن.

wheel drive tractors. ASAE, paper No.83-1067.St. Joseph, MI., USA.
Brixius W.W. and Zoz F.M. (1976). Tires and tracks in agriculture. American Society of Automotive Engineers, paper No. 760653, presented at Off-Highway Vehicle Meeting, Milwaukee, USA.
Brown G.A. (1982). Tractor Ballasting Recommendations. Conference on Agricultural Engineering, Armidale.
Culpin C. (1981). Farm Machinery. Tenth edition. Granada Publishing. London. p 76.
De Costa W.A. J.M., Dennet M.D., Ratnaweera U. and Nyalemegbe, K. (1997). Effects of different water regimes on field-grown determinate and indeterminate faba bean (*Vicia faba* L.). I, Canopy growth and biomass production. Field Crop Research. 49:.83-93.
Domier K.W. and Willans A.E. (1978). Tractive Efficiency-maximum or optimum. Translocation . of ASAE. 21(4): 650-659.
Dwyer M.J. (1975). Some Aspects of Tire Design and their Effect on Agricultural Tractor Performance. Proc. Inst. Mech. Engr. Conf. Off-Highway Vehicles. Tractors and Equipment. Institute of Mechanical Engineering, London.
Dwyer M.J. (1978). Maximizing Agricultural Tractor Performance by Matching Weight, Tire Size and Speed to the Power Available. Proc. 6^{th} Int. Conf. Soc. Terrain Vehicle System, Vienna.
Gee-Clough D., McAllister M. and Pearson G. (1982). Ballasting wheeled tractors to achieve maximum power output in frictional-cohesive soils. J. Agric. Engnr Res. 27: 1-19.
Harris P.S. and Lambert H.W. (1990). Farm Machinery and Equipment. TATA. McGraw-hill Publishing Company Ltd. New Delhi. p. 114.
Hofman V.L. (1977). Model tractor demonstration on ballasting 2WD tractors and 4WD tractors for efficient use of horsepower. ASAE. Paper. No 77-151.
Kepner R.A., Bainer R. and Barger E.L. (1982). Principles of Farm Machinery. 3^{rd} Ed., p. 147-149. The AVI Pub.Co.Inc. Westport.USA.
Macmillan R.H. (2002). The mechanics of tractor implement performance. http://www.eprints. unimelb. edu. au.
Pilbeam C.J., Hebblethwaite P.D., Nyongesa T. E. and Ricketts, H. E. (1991). Effects of autumn sowing dates on growth and yield of determinate and indeterminate field beans (*Vicia faba* L.). J. Agric. Sci. 116: 385-393.
Plouffe C., McLaughlin N.B., Tessier S. and Lague C. (1995) Energy requirements and depth stability of two different moldboard plow bottoms in a heavy clay soil. Canadian Agricultural Engineering. Canada 37(4): 279-285.
Reece A.R. (1968). Two-or four-wheel drive. Farm Machine Design Eng. 2(2).
Rutherford, I. and McAllister M. (1983). Tyres and Traction. (Advisory leaflet) ADAS.
Sing B., Chanasyk D.S., McGill W.B. and Nyborg M.P.K. (1994). Residue and tillage management effects on soil properties of a typic Cryoboroll under continuous barley. Soil and Till. Res. 32:117-133.
Sirelkatim K.A., Hasan A.A. and Mohamed O.S. (2001). The effect of some operating parameters on field performance of a 2WD tractor. Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences).2(1): 153-166.
Smith H.P. and Wilkes L.H. (1990). Farm Machinery and Equipment. 6^{th} Ed. p. 120. TATA, McGraw-Hill Pub. Co. LTD. New Delhi.
Steel R. and Torrie J. (1980). Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach. 2^{nd} ed. Book-Mart Press, Inc. USA.
Taylor R., Schrock M. and Wertz K. (1991). Getting the most from your tractor. Farm Machinery and equipment. http://www.oznet.ksu.edu/library/ ageng2/mf588.pdf
Thompson R. and Taylor H. (1982). Prospects for *Vicia faba* L., in Northern Europe. Outlook Agric. 11: 127-133.
Varco J.J., Frye W.W., Smith M.S. and MacKown C.T. (1989). Tillage effects on nitrogen recovery by corn from a nitrogen-15 labelled legume cover crop. Soil Sci. Soc. Am. J. 53: 822-827.
Witney B. (1988). Choosing and Using Farm Machines. Longman Scientific and technical. John Wiley and Sons, Inc., New York. USA, pp.277-285.
Zoz F.M. and Grisso R.D. (2003). Traction and Tractor Performance. Agricultural Equipment Technology Conference, 9-11 February, Louisville, Kentucky USA. ASAE Publication Number 913C0403, p.1-47.