مجلة المجمع العلمي

دراسة تاثير نظام دفع العجلات
وعمق الحراثة والسرع العملية
في مؤشرات الاداء للوحدة المكننية

محمد احمد حسن الطائي — الهيئة العامة للبحوث الزراعية

فراس سالم العاني — كلية الزراعة / جامعة بغداد

مظفر ابراهيم احمد — الهيئة العامة للبحوث الزراعية

الملخص :

نفذ البحث في احد حقول محطة ابحاث ابي غريب التابعة للهيئة العامة للبحوث الزراعية في منطقة ابي غريب خلال شهر نيسان من عام ٢٠١٠ بهدف معرفة تغير كل من قدرة السحب ، كفاءة السحب ، القدرة المكبحية ، استهلاك الطاقة والكفاءة الكلية للسحب بتاثير نظام الدفع للجرار وعمق الحراثة والسرعة العملية في اثناء الحراثة بالمحراث المطرحي الثلاثي .

نفذ البحث بترتيب الالواح المنشقة- المنشقة على وفق تصميم RCBD بثلاث مكررات ، مثل نظامي الدفع 2WD و4WD المتوفرة ضمن تصميم الجرار موضوع البحث الالواح الرئيسة ومثل عمق الحراثة ٢٠ و ٢٥ سم الالواح الثانوية في حين مثلت السرع 2L و2L و3L و4L و 1H و 2H الالواح تحت الثانوية ، اظهرت نتائج البحث ان استخدام

نظام الدفع الرباعي المساعد ادى الى زيادة قدرة السحب بنسبة ٨٪ في حين لم يؤثر في كفاءة السحب والقدرة المكبحية المصروفة وكفاءة السحب الكلية وانخفضت كفاءة استهلاك الوقود بنسبة ١٠٪ ، وسجلت زيادة عمق الحراثة مع ثبات السرعة زيادة في قدرة السحب والقدرة المكبحية بنسبة ٢١٪ وزيادة في كفاءة الاستهلاك الوقود بنسبة ٥٪ وزادت الكفاءة الكلية للجرار بنسبة ٦٪ ، واخيرا سجلت زيادة السرعة العملية زيادة في قدرة السحب وانخفاض تدريجي في كفاءة السحب ، كما زاد كل من القدرة المكبحية وكفاءة استهلاك الوقود في حين سجلت السرعة العملية 3L اعلى كفاءة كلية للسحب والسرعة 1H اعطت اقل معدل للكفاءة الكلية للسحب .

المقدمة :

بين (١٢) ان نظام الدفع الرباعي المساعد الموجود في الجرارات ذات الدفع الثنائي يعمل على تحسين اداء الجرار من خلال تقليل الانزلاق في الاطارات ووجد في دراسته لتاثير نظامي الدفع في مقاومة قوة السحب ان نظام الدفع الرباعي سجل اعلى مقاومة سحب بحدود ٨٠٠ كغم . قوة في حين سجل النظام الثنائي اقل مقاومة سحب وكانت ٤٥٠ كغم . قوة وبالتالي سجل اعلى قدرة سحب عند نظام الدفع الثنائي .

ذكر كل من (٢) و (٦) ان مقاومة قوة السحب تزداد بزيادة عمق الحراثة والسرعة العملية اذ وجد انه بزيادة عمق الحراثة من٢٠ الى ٢٥ سم زادت مقاومة قوة السحب من ١٠٧١ الى ١١٧٩ كغم . قوة ووجد ان زيادة السرعة من 1H الى 2H وعلى عمق ١٥سم زادت مقاومة قوة السحب من ٩١٦,٧ الى ٩٦٦,٧ كغم . قوة .

وجد (٥) في دراسة لتاثير عمق الحراثة باستخدام المحراث المطرحي انه بزيادة عمق الحراثة من ١٧ الى ٢١ سم زادت مقاومة قوة السحب من ٢٠٠٠ الى ٢٤٠٠ كغم . قوة .

بين كل من (٣) و (٨) ان قدرة السحب تزداد مع زيادة العمق الحراثة والسرعة العملية للجرار وان كفاءة السحب تتاثر بشكل كبير بهذين العاملين وذهبا الى ان هذين العاملين هما من يحدد الكفاءة السحب وكفاءة الكلية للسحب .

بين (٤) ان زيادة السرعة العملية تؤدي الى انخفاض في كفاءة السحب بسبب زيادة نسبة الانزلاق نتيجة هذه الزيادة ووجد ان زيادة السرعة من ٢,٦٣ الى ٤,٧٩ ثم الى ٦,٩٤ كم / ساعة ادت الى تقليل كفاءة السحب من ٧٧,٥ الى ٧٦,٦ ثم الى ٧٤,٨٪ .

ذكر كل من (٧) و (٩) ان زيادة سرعة الحراثة تؤدي الى زيادة استهلاك الوقود بسبب زيادة مقاومة السحب التي تؤدي الى زيادة الحمل الواقع على محرك الجرار وبالتالي يزداد معدل استهلاك الوقود .

بين (١١) ان السرعة العملية للحراثة هي عامل محدد لاداء الجرار وبين ان زيادة السرعة العملية تؤدي الى زيادة طردية في كل من قدرة السحب والقدرة المكبحية في حين تؤدي هذه الزيادة الى انخفاض واضح في كل من كفاءة السحب والكفاءة الكلية .

ذكر (١٠) ان كفاءة استهلاك الوقود تعتمد على مقدار استهلاك الوقود وهي حاصل قسمة القدرة المكبحية الى معدل استهلاك الوقود وبين ان هذه الصفة تزداد بزيادة الحمل الواقع على الجرار اثناء الحراثة .

المواد وطرائق البحث

نفذ البحث في الهيئة العامة للبحوث الزراعية خلال نيسان من عام ٢٠١٠ في تربة مزيجية طينية بمعدل رطوبة ١٥-١٦٪ متروكة لأكثر من ثلاث سنوات ، استعمل جرار Same 85 الايطالي المنشأ موديل ٢٠٠٩ ذو الدفع الثنائي والذي يمتاز بوجود نظام دفع رباعي مساعد واستخدم المحراث المطرحي الثلاثي نوع ناردي في التجربة ، ثبتت سرعة المحرك عند ٢٢٠٠ دورة / دقيقة ، استخدم ترتيب الالواح المنشقة- المنشقة على وفق تصميم RCBD بثلاث مكررات شغل نظام

الدفع (2WD و4WD) الالواح الرئيسة في حين شغل عمق الحراثة (٢٠ و ٢٥) سم الالواح الثانوية وشغلت انتخاب عتلات السرع (2L و2L و3L و4L و 1H و 2H) الالواح تحت الثانوية (١) التي كانت بمعدل سرعة عملية (٢,٧٥ ، ٤,٦٢ ، ٥,٧٥ ، ٦,٧٠ ، ٧,٥٠) كم / ساعة على التوالي ، اما خطوات تنفيذ التجربة فكانت كما يأتي :

١- حددت مسافة الوحدة التجريبية ٣٥ متر مع ترك مسافة ١٥ متر لكي يكتسب الجرار الاستقرارية في العمل .

٢- سير الجرار الاول بعد ربط المحراث بحيث يكاد يلامس الارض وللمسافة نفسها اعلاه وذلك لحساب السرعة النظرية ، تم اعادة هذه الخطوة لكل نظام دفع ولكل سرعة وبثلاث مكررات .

٣- تم ربط الجرار الاول مع الجرار الثاني المساعد الذي كانت عتلة صندوق السرع فيه على وضع الحياد وبينهما ربط جهاز الداينموميتر مع شد المحراث في نهاية الجرار الثاني بحيث يكاد يلامس الارض وسير الجرار الاول وبدون حراثة ، لكل نظام دفع ولكل سرعة تم اعادة هذه الخطوة بثلاث مكررات واخذت قراءات قوة مقاومة التدحرج FRM.

٤- نفذت الخطوة رقم ٣ ولكن مع الحراثة وبثلاث مكررات ولمسافة ٣٥ متر وقياس قوة الدفع الكلي للجرار مع المحراث في اثناء الحراثة من خلال اخذ ٥ قراءات من جهاز الداينموميتر مع حساب الزمن

العملي لكل وحدة تجريبية وتسجيل الزمن والمسافة العملية المقطوعة وذلك لحساب السرعة العملية .

٥- تم حساب مقاومة قوة سحب المحراث FT ولكل معاملة من خلال طرح قوة الدفع الكلي FPU من قوة مقاومة التدحرج FRM .

٦- تم حساب معدل استهلاك الوقود لكل معاملة .

النتائج والمناقشة

قدرة السحب حصان . ميكانيكي :ـ

يبين جدول (١) ان نظام الدفع 4WD سجل ارتفاعا في قدرة السحب وكانت ١٧,٧٢ حصان . ميكانيكي في حين سجل نظام الدفع 2WD اقل قدرة سحب وهي ١٦,٤٣ حصان . ميكانيكي اي بنسبة زيادة ٨٪ عن نظام الدفع 2WD والسبب يعود في ذلك ان نظام الدفع الرباعي يحسن من تماسك الاطارات مع التربة من خلال مساعدة العجلات الامامية للعجلات الخلفية وهذا يسبب خفض في نسبة انزلاق العجلات فتزداد قدرة السحب ، وهذا يتفق مع ماذهب اليه (١٢) ايضا نجد ان زيادة عمق الحراثة من ٢٠ الى ٢٥ سم سجل زيادة واضحة في قدرة السحب من ١٤,٨٥ الى ١٩,٣٠ حصان . ميكانيكي أي بنسبة زيادة ٣٠٪ والسبب يعود الى ان زيادة عمق الحراثة تؤدي الى زيادة مقاومة السحب وهي احدى مركبات قدرة السحب فتزداد مقاومة السحب وهذا يتفق مع

ما توصل اليه (٢) ، وسجل زيادة السرعة العملية بالتعاقب الى زيادة قدرة السحب بنسب زيادة وكانت ٧٣ ، ٥٦ ، ١٧ و ١٤٪ والسبب يعود الى زيادة مقاومة السحب بزيادة السرعة. سجل التداخل الثلاثي بين نظام الدفع 2WD وعند العمق ٢٠سم والسرعة 2L اقل قدرة سحب وكانت ٤,٠٥ حصان ميكانيكي في حين سجل تداخل كل من نظام الدفع 4WD والعمق ٢٥ سم والسرعة 1H اعلى قدرة سحب وكانت ٢٨,٢٥ حصان . ميكانيكي .

جدول (١) تاثير نظام الدفع للجرار وعمق الحراثة والسرعة العملية وتداخلاتها في قدرة السحب حصان . ميكانيكي

نظام الدفع	عمق الحراثة سم	السرعة العملية					المعدل	
		2L	3L	4L	1H	2H		
2WD	20	4.05	10.07	13.23	18.34	20.45	13.30	16.43
	25	10.45	14.76	20.83	24.68	27.11	19.56	
4WD	20	6.67	10.27	17.71	22.56	24.92	16.40	17.72
	25	6.82	13.31	23.81	23.03	28.25	19.05	
المعدل		7.00	12.10	18.90	22.15	25.20		
L.S.D 0.05	نظام الدفع : 0.740 عمق الحراثة : 0.931 السرعة 0.927 التداخل : 1.817							

كفاءة السحب ٪ :

من جدول (٢) يظهر انه لم يكن لنظام الدفع اي تاثير معنوي في كفاءة السحب كما لم يسجل عمق الحراثة اي تاثير معنوي في هذه الصفة ، وحققت السرعة العملية 3L اعلى كفاءة سحب ٦٣,٥٠٪ في حين سجلت السرعة 2H اقل كفاءة وكانت ٣٤,٣٠٪ اي بنسبة انخفاض ٤٦٪ ويمكن ملاحظة ان بزيادة السرعة العملية تقل كفاءة السحب والسبب في ذلك يعود الى ان زيادة السرعة تؤدي الى زيادة المقاومات التي تواجه المحراث وهذا يؤدي الى زيادة نسبة الانزلاق فتقل كفاءة السحب وهذا يتفق مع ما توصل اليه (٤) ، افضل تداخل حقق اعلى كفاءة سحب كان من تداخل كل من نظام الدفع 4WD والعمق ٢٠سم والسرعة 3L وكانت ٧٠,٩١٪ في حين سجل تداخل نظام الدفع نفسه 2WD والعمق ٢٠ سم مع السرعة 2H اقل كفاءة سحب وهي ٣٢,٧٥٪ .

جدول (٢) تاثير نظام الدفع للجرار وعمق الحراثة والسرعة العملية

وتداخلاتها كفاءة السحب٪

نظام الدفع	عمق الحراثة سم	السرعة العملية					المعدل	
		2L	3L	4L	1H	2H		
2WD	20	45.60	70.08	42.66	43.22	32.75	47.00	49.45
	25	68.21	56.93	50.23	48.23	35.93	51.90	
4WD	20	56.77	70.91	44.50	43.00	33.53	49.75	49.87
	25	59.33	56.20	58.55	41.40	35.33	50.16	
المعدل		57.50	63.50	49.00	44.00	34.30		
L.S.D 0.05	نظام الدفع :5.166 عمق الحراثة : 4.212 السرعة :3.991 التداخل : 8.117							

القدرة المكبحية حصان . ميكانيكي :ـ

من الجدول (٣) يتبين انه لم يكن لنظام الدفع اي تاثير معنوي في القدرة المكبحية في حين أن زيادة عمق الحراثة من ٢٠ الى ٢٥سم ادت الى زيادة القدرة المكبحية من ٢٥,٦١ الى ٣١,٠٠ حصان ميكانيكي اي بمعدل زيادة ٢١٪ والسبب في ذلك ان زيادة عمق الحراثة تؤدي الى زيادة مقطع الحرث الذي يعني زيادة المقاومة لقوة السحب مما يتطلب بذل طاقة

اكبر للتغلب على هذه المقاومة فتزداد القدرة المكبحية المصروفة من قبل المحرك ، ونلاحظ حدوث زيادة في القدرة المكبحية بزيادة السرعة العملية وبشكل متعاقب اذ سجلت زيادة السرعة نسب زيادة وهي ٦٣ ، ٦٤ ، ٢٠ و ١٤٪ على التوالي والسبب في ذلك يعود الى ان زيادة السرعة العملية للحراثة ادت الى زيادة المقاومات ضد سحب المحراث مما يتطلب بذل قدرة اكبر للتغلب على هذه المقاومات وهذا يتفق مع ماذهب اليه (١١) ، افضل تداخل حقق اقل قدرة مكبحية مصروفة كان من تداخل نظام الدفع 2WD والعمق ٢٠سم والسرعة العملية 2L وكانت ٨,١٦ حصان . ميكانيكي بينما حقق نظام الدفع 4WD والعمق ٢٥سم والسرعة 2H اعلى قدرة مكبحية وهي ٤٦,٠٠ حصان . ميكانيكي .

جدول (٣) تاثير نظام الدفع للجرار وعمق الحراثة والسرعة العملية وتداخلاتها في القدرة المكبحية حصان. ميكانيكي

نظام الدفع	عمق الحراثة سم	السرعة العملية					المعدل	
		2L	3L	4L	1H	2H		
2WD	20	8.16	17.23	24.19	33.27	37.21	24.01	27.57
	25	15.52	22.21	32.75	40.73	44.47	31.14	
4WD	20	11.20	15.89	29.20	37.64	42.19	27.22	29.05
	25	11.58	20.71	38.35	37.76	46.00	30.88	
المعدل		11.67	19.01	31.12	37.35	42.46		
L.S.D 0.05	نظام الدفع: 1.664 عمق الحراثة: 1.470 السرعة: 1.169 التداخل: 2.477							

كفاءة استهلاك الوقود حصان. ساعة / لتر : ــ

من الجدول(٤) يظهر ان نظام الدفع الثنائي 2WD حقق اعلى كفاءة لاستهلاك الوقود وكانت ٢,١٣٨ حصان ميكانيكي . ساعة/لتر في حين سجل نظام الدفع 4WD اقل كفاءة لاستهلاك الوقود وكانت ١,٩٢٠ حصان ميكانيكي. ساعة / لتر اي بنسبة انخفاض ١٠٪ والسبب يعود الى ان نظام الدفع الرباعي المساعد ادى الى استهلاك الوقود وهي احدى مركبات معدلة كفاءة استهلاك الوقود وعليه انخفضت هذه الكفاءة ، اما

زيادة عمق الحراثة فقد سجلت زيادة في كفاءة استهلاك الوقود عند زيادة العمق الى ٢٥سم وكانت ٢,٠٨٢ حصان . ميكانيكي . ساعة / لتر في حين بلغت كفاءة استهلاك الوقود عند العمق ٢٠سم ١,٩٧٥ حصان ميكانيكي . ساعة / لتر اي بنسبة زيادة ٥٪ والسبب في ذلك يعود الى ان زيادة عمق الحراثة تعني زيادة في الحمل الواقع على محرك الجرار مما يتطلب زيادة في مركبة القدرة المكبحية وهذا يتفق مع ماذهب اليه (١٠) ، وبزيادة السرعة زاد معدل كفاءة استهلاك الوقود وبنسب الزيادة التالية ٣٩٪ ، ٣١ ، ١٤ و ٦٪ على التوالي والسبب يعود الى ان زيادة السرعة العملية يتطلب زيادة في القدرة المكبحية المصروفة من محرك الجرار بسبب زيادة المقاومة وهذه القدرة هي احدى مركبات كفاءة استهلاك الوقود فيزداد معدل كفاءة استهلاك الوقود ، افضل تداخل ثلاثي كان من تداخل كل من نظام الدفع الثنائي 2WD والعمق ٢٥سم والسرعة العملية 2H وكانت ٢,٨١٠ حصان ميكانيكي. ساعة / لتر في حين سجل نظام الدفع 4WD مع العمق ٢٥سم والسرعة 2L اقل كفاءة لاستهلاك الوقود وكانت ٠,٨٤٧.

جدول (٤) تاثير نظام الدفع للجرار وعمق الحراثة السرعة العملية وتداخلاتها في كفاءة استهلاك الوقود حصان. ساعة / لتر

نظام الدفع	عمق الحراثة سم	السرعة العملية					المعدل	
		2L	3L	4L	1H	2H		
2WD	20	1.077	1.841	1.913	2.407	2.553	1.958	2.138
	25	1.653	2.040	2.367	2.723	2.810	2.319	
4WD	20	1.233	1.393	2.107	2.607	2.627	1.993	1.920
	25	0.847	1.353	2.321	2.167	2.537	1.846	
المعدل		1.202	1.657	2.178	2.476	2.632		
L.S.D 0.05	نظام الدفع: 0.0422 عمق الحراثة: 0.1050 السرعة: 0.0971 التداخل: 0.1903							

الكفاءة الكلية للسحب ٪ : ــ

من الجدول (٥) يظهر انه لم يكن لنظام الدفع اي تاثير معنوي في هذه الصفة ، ويظهر ان بزيادة العمق من ٢٠ الى ٢٥ سم زادت معنويا الكفاءة الكلية للسحب من ٥٨,٤٠ الى ٦١,٩٠٪ اي بنسبة زيادة ٦٪ والسبب يعود الى ان زيادة عمق الحراثة يصاحبها زيادة في قدرة السحب وهي احدى مركبات الكفاءة الكلية للسحب ، وتحققت عند السرعة العملية 3L اعلى كفاءة كلية للسحب وكانت ٦٣,٤٧٪ في حين سجلت اقل كفاءة كلية عند السرعة 1H وكانت ٥٩,١٠٪ اي بنسبة انخفاض ٧٪ والسبب في ذلك يعود الى ان خفض السرعة العملية يؤدي الى خفض في مقاومة السحب للمحراث وانخفاض في الانزلاق في العجلات وهذا ينتج عنه انخفاض في القدرة المكبحية للمحرك وهي احدى مركبات الكفاءة الكلية وبالتالي تزداد الكفاءة الكلية للسحب . افضل تداخل ثلاثي نتج من تداخل كل من نظام الدفع 4WD مع العمق ٢٠ سم والسرعة العملية 3L وكانت ٦٦,٥٢٪ واقل كفاءة كلية للسحب نتجت من تداخل النظام 2WD والعمق ٢٠سم والسرعة العملية 2L وكانت ٤٩,٤٣٪

جدول (٥) تاثير نظام الدفع للجرار وعمق الحراثة اسرعة العملية

وتداخلاتها في الكفاءة الكلية للسحب٪

نظام الدفع	عمق الحراثة سم	السرعة العملية					المعدل	
		2L	3L	4L	1H	2H		
2WD	20	49.43	64.60	54.63	54.91	54.91	55.70	58.80
	25	66.00	58.43	63.51	60.56	60.93	61.90	
4WD	20	59.46	66.52	60.61	56.94	59.03	61.11	61.50
	25	58.85	64.34	62.09	60.99	62.99	61.85	
المعدل		58.67	63.47	60.21	59.10	59.22		
L.S.D 0.05	نظام الدفع: 2.970 عمق الحراثة: 1.278 السرعة: 1.750 التداخل: 3.562							

نستنتج مما سبق : حقق استخدام نظام الدفع الرباعي المساعد زيادة معنوية في قدرة السحب بنسبة ٨٪ ولم يؤثر معنويا في كفاءة السحب والقدرة المكبحية المصروفة وكفاءة السحب الكلية في حين زاد استهلاك الوقود نتيجة انخفاض كفاءة استهلاك الوقود بنسبة ١٠٪ ، ونجد ان زيادة عمق الحراثة مع ثبات السرعة ادت الى زيادة قدرة السحب في حين لم تؤثر معنويا هذه الزيادة في كفاءة السحب الا اننا نجد ان زيادة العمق ادت الى زيادة القدرة المكبحية بنسبة ٢١٪ وايضا زاد معها كفاءة الاستهلاك الوقود بنسبة ٥٪ وزادت الكفاءة الكلية للجرار على السحب بنسبة ٦٪ ، وادت زيادة السرعة العملية الى زيادة قدرة السحب وانخفاض تدريجي في كفاءة السحب ايضا زادت معها القدرة المكبحية المصروفة ، وزادت كفاءة استهلاك الوقود ونجد ان السرعة العملية 3L سجلت اعلى كفاءة كلية للسحب في حين انخفض معدل الكفاءة الكلية عند السرعة 1H.

نوصي باستخدام نظام الدفع الرباعي المساعد 4WD عند الحاجة الى زيادة قدرة السحب ونوصي بدراسة الجدوى الاقتصادية من استخدام هذا النظام نظرا لزيادة استهلاك الوقود كما ، ونوصي باستخدام التداخل الثلاثي لعوامل التجربة وهي 4WD والعمق ٢٠ سم والسرعة العملية 3L لتحقيق هذا التداخل اعلى كفاءة سحب في اثناء الحراثة وهي ٧٠,٠٨٪.

المصادر

١. الساهوكي ، مدحت وكريمة محمد وهيب (١٩٩٠) . تطبيقات في تصميم وتحليل التجارب . جمهورية العراق . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي . جامعة بغداد .

٢. العاني ، رفعت نامق عبد الفتاح (١٩٩٥) . دراسة تاثير السرع العملية العالية واعماق مختلفة للحراثة على بعض مؤشرات الاستغلالية للمحراث المطرحي القلاب مع الجرار عنتر ٧١ في منطقة ابي غريب . مجلة العلوم الزراعية العراقية. المجلد ٢٦ العدد ٢: ٢٥٦-٢٦٢.

٣. العاني ، عبد الله نجم ، فراس سالم وعبد الستار علي جاسم (٢٠٠٦) . تاثير رطوبة التربة وعمق الحراثة في تربة مزيجية طينية غرينية في اداء الجرار المسرف DT-75 مع المحراث المطرحي الرباعي القلاب. مجلة العلوم الزراعية العراقية. المجلد ٣٧ العدد ١: ٤٣-٤٨.

٤. العبدلي ، عمر عنة عبدالله (٢٠٠٠) . اداء الجرار ماسي فيركسن MF4260 مع المحراث المطرحي الرباعي القلاب ١٣٤ وتاثير تداخلهما في بعض الصفات الفيزيائية للتربة.رسالة ماجستير.قسم المكننة الزراعية. كلية الزراعة . جامعة بغداد .

٥. جبر ، حسين عباس (٢٠٠٩) . دراسة تاثير رطوبة التربة وعمق الحراثة والتداخل بينهما في مقاومة قوة السحب واجمالي التكاليف الاقتصادية للوحدة المكنية . مجلة التقني . المجلد ٢٣. العدد ٢ : ٨١-٩١.

٦. زوزان ، يوخنا لازار (١٩٩١) . دراسة تـاثير الـسرعة العمليـة وقـوة السحب على اداء الساحبات . رسالة ماجستير . قسم المكننة الزراعية . كلية الزراعة . جامعة بغداد .

7. Al-Suhaibani, S.A. and A.A Al-Janobi. (1997). Draught requirements of tillage implement operation on sandy loam soil. J. of Agric. Eng. Res. (66): 177-182.
8. Bukhari, S. (1990). Effect of different speed on the performance of mold board plow. Agri. Mech in Asia, Africa and latin America. 21(1): 21-24.
9- Forristal, P.D. (1999). Machinery cost on tillage farms and the development of decision support system for machinery investment use on farms crops research. Centre Duk Park Carlow. Dublin.
10. Donnell, R. Hunt (1979). Farm power and machinery management. Iowa State University.
11. Macmillan, R.H. (2002). The mechanics of tractor-implement performance. University of Melbourne.
12. Steve, W. Mugucia; Ryo Torisu and Junichi Takeda. (1987). The tractive performance of a front wheel assist tractor on an asphalt surface. J. Fac. Agr. Iwate Uni. (18): 361-370.