

تأثير رطوبة التربة وعمق الحراثة في أداء الجرار المسرف DT-75 مع المحراث المطرحي الرباعي القلاب

عبد الله نجم العاني¹ وفراس سالم العاني² وعبد الستار الجاسم³

الخلاصة

استخدمت طريقة القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) بتصميم الألواح المنشقة المنشقة بثلاثة مكررات لدراسة استخدام المحراث المطرحي الرباعي القلاب مع الجرار المسرف DT-75 كمجموعة مكنية في حراثة تربة مزيج طينية غرينية. شملت المعاملات ثلاثة مستويات رطوبة (22 و19 و14%) وثلاثة أعماق حراثة (15 و20 و27 سم). تمت دراسة بعض المؤشرات الفنية والاقتصادية للمجموعة المكنية والتي شملت مقاومة قوة السحب والنسبة المئوية للانزلاق والإنتاجية العملية والكفاءة الحقلية.

بيّنت النتائج إن انخفاض المحتوى الرطوبي للتربة من 22 إلى 19% (مع ثبات عمق الحراثة) أدى إلى زيادة الإنتاجية العملية والكفاءة الحقلية وانخفاض مقاومة قوة السحب والنسبة المئوية للانزلاق. ولكن انخفاض المحتوى الرطوبي للتربة من 19 إلى 14% أدى إلى زيادة كل من مقاومة قوة السحب والنسبة المئوية للانزلاق وانخفاض الإنتاجية العملية والكفاءة الحقلية. أدت زيادة عمق الحراثة من 15 إلى 20 ثم إلى 27 سم، مع ثبات المحتوى الرطوبي للتربة، إلى زيادة مطردة في كل من مقاومة قوة السحب والنسبة المئوية للانزلاق والى انخفاض الإنتاجية العملية.

الكلمات المفتاحية: عمق الحراثة؛ رطوبة التربة؛ مقاومة قوة السحب؛ النسبة المئوية للانزلاق والإنتاجية العملية.

المقدمة

تعد مكننة عمليات تحضير التربة من العوامل الحاكمة في خفض التكاليف وفي سرعة إنجاز العمليات الزراعية. ونظراً لاستخدام أنواع متعددة من الجرارات في العمليات الزراعية في العراق فإن كفاءة استخدام الجرارات والآلات الملحقة به هي من الأمور المهمة في اقتصاديات الإنتاج الزراعي. تستخدم في العراق حالياً العديد من أنواع الجرارات الزراعية ومن بينها جرارات مسرّفة ذات قدرة حصانية كبيرة لحراثة مختلف الترب، واقتصاديات العمل تتطلب استغلال أقصى ما يمكن من قدراتها لتلافي الهدر. تؤثر في أداء الوحدة المكنية كل من نوع الآلة المستخدمة وعوامل التربة كنسجة التربة وبنائها والمحتوى الرطوبي والسرعة العملية وعمق الحراثة وغيرها. فنسبة الرطوبة تؤثر مثلاً في كل من مقاومة قوة السحب والنسبة المئوية للانزلاق وتؤثر بالتالي في إنتاجية الوحدة المكنية. إن أدنى مقاومة تبديها التربة للسحب تكون عند نقطة الجلي (scouring point) التي يكون فيها قوام التربة هشاً وتتراوح نسبة الرطوبة عند تلك النقطة بين 14 و20% من الوزن الجاف للتربة (Hunt, 1979) وعند نقطة الجلي تتميز التربة بأقل التصاق لها بالأجزاء الشغالة مع جودة عملية تفتيت التربة (Gill & Vanden Berg, 1968 والبنا، 1990). لعمق الحراثة تأثير في أداء الوحدة المكنية لأن زيادته تؤدي إلى زيادة مقاومة قوة السحب (العاني، 1995 وAl-Janobi & Al-Suhaibani، 1998)؛ لذلك فإن عمق الحراثة هو أحد العوامل الأساسية التي تؤثر في أداء وإنتاجية الوحدة المكنية. تعد نسبة الانزلاق أحد المقاييس الهامة لأداء الجرارات

الزراعية وهي دليل يعبر عن مقدار القدرة المفقودة أثناء العمل. ويؤثر المحتوى الرطوبي في نسبة الانزلاق لتأثيره في مقدار غوص الجرار في التربة والتصاق التربة بالجرار والآلات (Muro، 1992 وKitano *et al.*, 1999) كما أن زيادة عمق الحراثة يزيد كل من قوة الدفع الكلية المطلوبة ويزيد مقاومة قوة السحب والنسبة المئوية للانزلاق (العاني، 1995 وMuro *et al.*, 1999).

الإنتاجية هي واحدة من المعايير المستخدمة في توصيف أداء الآلات الزراعية (Kepner *et al.*, 1983) وتتأثر بمواصفات التربة وبالمحتوى الرطوبي وعمق الحراثة التي تؤثر جميعاً في مقاومة قوة السحب ومقاومة الحركة والنسبة المئوية للانزلاق (Bukhari *et al.*, 1989 وأبو سرحان، 1998 وياية، 1998).

لقد كان الهدف من إجراء هذه الدراسة التوصل إلى أفضل الظروف التشغيلية للجرار المسرف DT-75 مع المحراث المطرحي الرباعي القلاب للحصول على أفضل أداء للوحدة المكنية عند استخدامها في تهيئة تربة مزيج طينية غرينية في وسط العراق لزراعة المحاصيل.

مواد وطرق العمل

أجريت التجربة في احد حقول مشروع الرائد الواقع في أبي غريب على بعد نحو 15 كم غرب مدينة بغداد وقد وجد أن نسجه التربة في الحقل مزيج طينية غرينية ومتجانسة للعمق صفر-45 سم تحت السطح (جدول 1).

قسّمت الأرض إلى ثلاثة قطاعات لتنفيذ التجربة بثلاثة مكررات باستخدام ترتيب الألواح المنشقة - المنشقة (Split-Split Plot Design) وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD). بلغ طول اللوح الرئيس 50 متراً مع ترك مسافة 15 متراً بين معاملة وأخرى لأجل اكتساب الجرار السرعة المستقرة المطلوبة قبل الحراثة (جدول 2). لإتمام عملية الحراثة تم سقي

1 عضو المجمع العلمي، بغداد، العراق.

2 قسم المكننة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق.

3 كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق.

جدول 2. مخطط التجربة الذي يوضح توزيع معاملات نسب الرطوبة وعمق الحرادة والسرعة ويتم ذلك في ثلاث مكررات تُوضع في ثلاثة أعمدة رأسية يسار المخطط

نسب الرطوبة (%)	عمق الحرادة (سم)	السرعة (كم/ساعة)
22	20	L3
		2L
		1L
		1L
	15	3L
		2L
		3L
		2L
	27	2L
		1L
		3L
		2L
20	27	2L
		1L
		3L
		1L
	20	3L
		2L
		2L
		3L
	15	3L
		1L
		3L
		2L

النتائج والمناقشة

مقاومة قوة السحب:

يبين الجدول (3) تأثير كل من نسبة رطوبة التربة عند الحرادة وعمق الحرادة في مقاومة قوة السحب. لقد انخفض متوسط مقاومة قوة السحب معنوياً من 1669 إلى 1633 كغم عند انخفاض محتوى الرطوبة من 22% إلى 19%. لكن متوسط المقاومة عاد للارتفاع مجدداً ليصل إلى 1731 كغم مع انخفاض نسبة الرطوبة إلى 14%. وهذا الاختلاف يعود إلى التغيير في قوى التماسك بين أجزاء التربة وقوى التلاصق بين التربة وأجزاء المحراث نتيجة تغير نسبة الرطوبة (Kepner *et al.*, 1983 و Gill & Vanden Berg, 1968) والشيخة، (1988).

جدول 1. تحليل حجوم دقائق تربة الحقل المستخدم في الدراسة

العمق (سم)	رقم العينة	رمل %	غرين %	طين %	نوع النسجة
العمق الأول (0-15)	1	4	55	41	
	2	6	54	40	
	3	6	55	41	
	4	8	52	38	
	AV	6	54	40	SiC-SiCL
العمق الثاني (15-30)	1	12	56	38	
	2	10	50	38	
	3	12	52	35	
	4	10	50	37	
	AV	11	52	37	SiCI
العمق الثالث (30-45)	1	12	50	38	
	2	12	52	37	
	3	11	51	37	
	4	10	52	36	
	AV	11	50	37	SiCI

الحقل وتركه لعوامل الجو حتى وصول متوسط محتوى الرطوبة الوزني للطبقة السطحية (0-25 سم) إلى نحو 22 و19 و14%. في القطاعات الأول والثاني والثالث، على التوالي. نفذت التجربة في القطاع الأول من الحقل عند وصول نسبة الرطوبة في التربة السطحية إلى نحو 22%، حيث استخدم الجرار المسرف DT-75 مع المحراث المطرحي الرباعي القلاب للحرادة لثلاثة أعماق هي 15 و20 و27 سم. كما أجريت نفس العمليات عند وصول المحتوى الرطوبي إلى نحو 19 و14% في القطاعين الثاني والثالث، على التوالي.

تم تحديد الزمن النظري والزمن العملي لقطع مسافة محددة وتحديد عمق الحرادة الفعلي والعرض الشغال العملي وقوة مقاومة التدحرج وقوة الدفع الكلية كما يلي:

1. تم تسيير الجرار (مع ربط المحراث ورفع الأعلى) على أرض غير محروثة من الحقل، لكل من المحتويات الرطوبية المذكورة آنفاً لقطع مسافة 50 متراً لأجل تحديد سرعة الجرار النظرية.
2. تم ربط الجرار الأول مع جرار ثانٍ بواسطة الداينوميتر وربط المحراث (مرفوعاً للأعلى) بالجرار الثاني وتشغيل الجرار الأمامي فقط لقياس مقاومة التدحرج للمجموعة المكنية للسرعة المحددة.
3. أعيدت الإجراءات المذكورة في الفقرتين 1 و2 أعلاه مع إجراء الحرادة للأعماق المذكورة آنفاً لأجل تحديد كل من الزمن المطلوب لقطع المسافة عملياً وقوة الدفع الكلية أثناء العمل لإيجاد أداء الوحدة المكنية.

بلغت أعلى نسبة للانزلاق 14.6% عندما كان محتوى الرطوبة 14% وعمق الحراثة 27 سم في حين بلغت أدنى نسبة للانزلاق 3.0% عندما كان محتوى الرطوبة 19% وعمق الحراثة 15 سم. ويتبين إن متوسط النسبة المئوية للانزلاق ازداد معنوياً من 5.8 إلى 9.8% عند زيادة عمق الحراثة من 15 إلى 27 سم (Turner, 1984 و Campbell *et al.*, 1988 و Hata *et al.*, 1992 و Al-Janobi & Zeineldin, 1997 و Muro *et al.*, 1999).

الإنتاجية العملية:

يُبين الجدول (5) علاقة الإنتاجية العملية بكل من نسبة رطوبة التربة وعمق الحراثة. لقد تم الحصول على أعلى إنتاجية عملية عندما كانت نسبة الرطوبة 19% وعمق الحراثة 15 سم فيما سجلت أدنى إنتاجية عملية عند نسبة الرطوبة 14% والعمق 27 سم. وقد ازداد متوسط الإنتاجية العملية بنسبة 4.1% عند انخفاض رطوبة التربة من 22% إلى 19% بينما انخفض متوسط الإنتاجية بنسبة 3.1% عند انخفاض نسبة رطوبة التربة من 19% إلى 14%. إن انخفاض نسبة الرطوبة يؤدي إلى زيادة مقاومة التربة للسحب مما يؤدي إلى انخفاض السرعة العملية وانخفاض الإنتاجية (Al-Janobi, 1997 والداصوري, 2001).

ويتضح كذلك من جدول (5) إن متوسط الإنتاجية العملية كان أعلى بصورة معنوية عند الحراثة لعمق 15 سم مقارنة بالعمقين الآخرين. إذ بلغت متوسطات الإنتاجية العملية 1.96 و1.94 و1.90 دونم/ساعة عندما كانت أعماق الحراثة 15 و20 و27 سم، على التوالي. ويعود سبب ذلك إلى إن زيادة عمق الحراثة تؤدي إلى انخفاض كل من السرعة العملية والإنتاجية العملية (البنأ وآخرون, 1986 والعاني, 1995 والطائي, 1999 والجناي, 2000).

جدول 5. تأثير محتوى الرطوبة وعمق الحراثة والتداخل بينهما في متوسط الإنتاجية العملية (دونم* / ساعة)

المتوسط	عمق الحراثة (سم)			محتوى الرطوبة (%)
	27	20	15	
1.93	1.88	1.94	1.96	22
2.01	1.98	2.01	2.04	19
1.87	1.84	1.88	1.90	14
المتوسط	1.90	1.94	1.96	
أقل فرق معنوي عند مستوى 5%				
n.S=التداخل	الرطوبة = 0.009			العمق = 0.014

* الدونم = 2500 م².

الكفاءة الحقلية:

يتضح من الجدول (6) أن متوسط الكفاءة الحقلية ازداد بنسبة بلغت نحو 1.5% عند انخفاض نسبة الرطوبة من 22% إلى 19% في حين انخفضت بنسبة 6.6% عند انخفاض نسبة

جدول 3. تأثير محتوى الرطوبة وعمق الحراثة والتداخل بينهما في مقاومة قوة السحب (كغم)

المتوسط	عمق الحراثة (سم)			محتوى الرطوبة (%)
	27	20	15	
1669	1897	1657	1453	22
1633	1845	1628	1427	19
1731	1945	1715	1533	14
المتوسط	1896	1667	1471	
أقل فرق معنوي عند مستوى 5%				
n.S=التداخل	الرطوبة = 11.2			العمق = 10.2

ويتضح مما ذكر آنفاً أن مقاومة قوة السحب كانت عالية نسبياً عند نسبة رطوبة تساوي 14% بسبب ارتفاع قوة التماسك بين أجزاء التربة عند تلك الرطوبة. وعند ارتفاع محتوى الرطوبة إلى 19% انخفضت مقاومة قوة السحب بسبب انخفاض قوة التماسك بين أجزاء التربة لسهولة انزلاق أجزاء التربة على بعضها عند زيادة سمك طبقة الماء المحيطة بدقائقها. ومعروف أن مقاومة قوة السحب تنخفض عادة إلى أدنى قيمة لها عند نسبة الرطوبة المسماة بالحد الأمثل. لكن عند زيادة رطوبة التربة فوق هذا الحد تزداد قيمة مقاومة السحب مجدداً نتيجة زيادة غوص الجرار وزيادة قوة التلاصق بين التربة والمحراث وبين التربة وأجزاء الجرار الملامسة لها.

وكما يتبين من الجدول (3) فإن متوسط مقاومة قوة السحب ازداد معنوياً من 1471 كغم إلى 1896 كغم عند زيادة عمق الحراثة من 15 إلى 27 سم. وتعود أسباب الزيادة إلى زيادة الحمل الواقع على المحراث نتيجة زيادة مساحة مقطع التلامس بين سطح المحراث وجسم التربة فضلاً عن زيادة كتلة التربة المتأثرة بالحراثة نتيجة زيادة كل من حجم التربة المتأثر بالحراثة والكثافة الظاهرية للتربة في الطبقة الواقعة تحت السطح (Berg, 1968 و Hunt, 1979 و Kepner *et al.*, 1983 و Al-Janobi, 1997 و Smith & Lambert; 1990 و Al-Janobi & Al-Suhaibani, 1998 و Al-Janobi, 1998 والعبدلي, 2000).

النسبة المئوية للانزلاق:

يُبين الجدول (4) تأثير كل من عمق الحراثة ومستوى رطوبة التربة والتداخل بينهما في متوسط النسبة المئوية للانزلاق. وقد

جدول 4. تأثير محتوى الرطوبة وعمق الحراثة والتداخل بينهما في النسبة المئوية للانزلاق

المتوسط	عمق الحراثة (سم)			محتوى الرطوبة (%)
	27	20	15	
5.7	8.3	5.1	3.8	22
4.7	6.6	4.4	3.0	19
12.2	14.6	11.5	10.6	14
المتوسط	9.8	6.1	5.8	
أقل فرق معنوي عند مستوى 5%				
n.S=التداخل	الرطوبة = 0.11			العمق = 1.1

الجنابي، عمر محسن رشيد 2000. أداء الجرار ماسي فيركسن MF399 ذو الدفع الرباعي مع المحراث القرصي الرباعي وتداخلها مع بعض الصفات الفيزيائية للتربة. رسالة ماجستير، قسم المكننة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق.

الدناصوري، مسعد مُحمَّد منصور 2001. الآلات الزراعية أنواعها وطرق تقييم أدائها. المكتبة الأكاديمية، القاهرة، مصر.

الشيخة، مُحمَّد أحمد 1988. الآلات الزراعية، تحليل القوى. قسم المكننة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة البصرة، العراق.

الطائي، فلاح جميل عبد الرزاق 1999. أداء الجرار ماسي فيركسن MF265 مع المحراث المطرحي القلاب 112 وتأثيره ببعض الصفات الفيزيائية للتربة. رسالة ماجستير، قسم المكننة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق.

العاني، رفعت نامق عبد الفتاح 1995. دراسة تأثير السرعة العملية العالية وأعماق مختلفة للحراثة على بعض المؤشرات الاستغلالية للمحراث المطرحي القلاب مع جرار عنتر 71 في منطقة أبي غريب. مجلة العلوم الزراعية، المجلد (26)، العدد (3)، ص 261.

العبدلي، عمر عنة عبد الله 2000. أداء الجرار ماسي فيركسن MF4260 مع المحراث المطرحي الرباعي القلاب 134 وتأثير تداخلهما في بعض الصفات الفيزيائية للتربة. رسالة ماجستير، قسم المكننة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق.

ياية، عبد الله مُحمَّد مُحمَّد 1998. تحميل الساحة بالمحراثين المطرحي والقرصي وقياس بعض مؤشرات الأداء تحت ظروف الزراعة الديمية. اطروحة دكتوراه، قسم المكننة الزراعية، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، العراق.

Al-Janobi, A. A. 1997. Field comparison of tractive performance of an FWA tractor on sandy loam soil. *Misr J. Agric. Eng.*, 14, 27.

Al-Janobi, A. A. and Al-Suhaibani, S. A. 1998. Draft of primary tillage implements in sandy loam soil. *ASAE*, 14, 343.

Al-Janobi, A. A. and Zeineldin, A. M. 1997. Development of a soil-bin test facility for soil tillage tool interaction studies. Kingdom of Saudi Arabia, King Saud University, Agric. Res. Cen., Cir. No. 72.

Bukhari, S. B.; Baloch, J. M. and Mirani, A. N. 1989. Soil manipulation with tillage implements. *Agric. Mech. in Asia, Africa and Latin America*, 20, 17.

Campbell, D. J.; Dickson, J. W. and Owen, G. M. 1988. Soil compaction, draw-bar pull and stability meas-

الرتوية إلى 14%. وقد تم الحصول على أعلى كفاءة (66.59%) عندما كانت نسبة رطوبة التربة 19% وعمق الحراثة 15 سم في حين سجلت أدنى كفاءة (60.60%) عندما كانت نسبة الرطوبة 14% وعمق الحراثة 27 سم.

جدول 6. تأثير محتوى الرطوبة وعمق الحراثة والتداخل بينهما في متوسط الكفاءة الحقلية

المتوسط	عمق الحراثة (سم)			محتوى الرطوبة (%)
	27	20	15	
64.85	63.46	65.17	65.92	22
65.82	65.03	65.84	66.59	19
60.60	59.42	60.88	61.50	14
	62.64	63.96	64.67	المتوسط
أقل فرق معنوي عند مستوى 5%				
	الرتوية = 0.27		العمق = 0.42	
	التداخل = 0.74			

الاستنتاجات والتوصيات

يتضح من نتائج هذه الدراسة إن أعلى إنتاجية عملية وكفاءة حقلية وأقل نسبة مئوية للانزلاق حصلت عندما كانت نسبة الرطوبة 19% وقد تبين أن الجرار المستخدم نوع (DT-75) له قدرة أكثر من الحاجة المطلوبة لعملية حراثة التربة المستخدمة في الدراسة عند المحتوى الرطوبي 19%. ولأجل زيادة الإنتاجية وخفض تكاليف عملية تهيئة التربة يمكن اللجوء إلى احد الخيارين الاتيين:

1. زيادة سرعة الجرار لزيادة إنتاجية هذه الوحدة المكنية.
2. عمل تجميع مكني آخر لآلات إضافية يمكن بواسطتها إجراء أكثر من عملية واحدة في نفس الوقت كإضافة منعمة و/أو آلة تسوية (معدلان) للوحدة المكنية المستخدمة في هذه الدراسة.

المراجع

أبو سرحان، أمجد عطية عودة 1998. بعض العوامل التي تؤثر على استهلاك الوقود في الجرار الزراعي عند إجراء عمليات الحراثة الأولية. رسالة ماجستير، قسم المكننة الزراعية، كلية الزراعة، الجامعة الأردنية، الأردن.

البنّا، عزيز رمو 1990. معدات تهيئة التربة. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل، العراق.

البنّا، عزيز رمو وطارق، رحمة كريم وأمين، سعد الدين مُحمَّد والشيخلي، عبد الله 1986. دراسة تأثير السرعات الأرضية لبعض أنواع المحارث على جودة الحرث في منطقة اسكي كلك. مجلة زانكو، المجلد (4)، العدد (4)، ص 51.

- cles on dry sand. Proceedings of 13th international Conference of the ISIUS, Munich, Germany, September 14-17, Vol (2), 767.
- Muro, T. 1992. Application height control system of a bulldozer towing a scraper down a weak slope terrain during braking action. Soil and Foundations. Jap. Soc. Soil and Found. Eng., 32, 125.
- Muro, T.; Thai, T. and Kohno, K. 1999. Characteristics of the turning motion of a tracked vehicle under traction on a loose sandy soil inner/outer track during driving action. Soils and Foundations. Jap. Geotechnical Soc., 39, 59.
- Smith, H. P. and Lambert, H. W. 1990. Farn1 Machinery and Equipments. McGraw Hill Publishing Co., New Delhi, India.
- Turner, J. L. 1984. A semi empirical mobility model for tracked vehicles. Tran. of the ASAE, 990.
- urements for the hytracker All-Terrain vehicle. Dep. Note 14, Scott. Center Agric. Eng., Pen., Cuik., UK.
- Gill, W. R. and Vanden Berg. G. E. 1968. Soil Dynamics in Tillage and Traction. Agric. Res. Serv., USDA., US Govern., Printing office, Washington D.C., USA.
- Hata, Shun Ichij M.; Takai, K. S. and Nambu, S. 1992. Tillage operations by rubber tracked tractor with hydro-static drive. J. Fac. Agr., Hokkaido Univ., 65, 229.
- Hunt, D. 1979. Farm Power and Machinery Management. Iowa State University Press, Ames., Iowa, USA.
- Kepner, R. A.; Bainer, R. and Barger, E. L. 1983. Principles of Machinery. 3rd ed, AVA Pub. Co., USA.
- Kitano, M.; Yamakawa, J.; Watanabe, J. K and Imamura, M. 1999. A spatial motion analysis of tracked vehi-

Influence of Soil Moisture and Plowing Depth on the Performance of a DT-75 Crawler Tractor with a Mold- Board Plow

Abdullah N. Al-Ani¹, Firas S. Al-Ani² and Abdul-Sattar S. A. Al-Jasim³

Summary

A split-split plot design with three replicates was used to study the use of a DT-75 crawler tractor with mold board plow in plowing a silt clay loam soil in the central region of Iraq. The treatments included three levels of soil moisture content (i.e. 22, 19, 14%) and three depths of plowing (i.e. 15, 20, 27cm). Drag force resistance, slippage percent, field capacity, and efficiency were calculated as technical and economical indicators of the use of this mechanical unit.

Results indicated that the reduction in soil moisture from 22 to 19% increased the productivity and the efficiency of the unit whereas it decreased the drag force resistance from 1669 to 1633kg and the slippage percent from 5.7 to 4.7%. Further reduction in soil moisture to 14% increased drag force resistance and slippage percent but decreased productivity and field efficiency of the unit. Increasing the depth of plowing from 15 to 27 cm, at constant soil moisture content, increased drag force resistance from 1471 to 1896 kg and slippage percent from 5.8 to 9.8% but decreased productivity of the unit from 1.96 to 1.90 donum/hr.

¹ Academy of Science, Baghdad, Iraq.

² Dept. of Agric. Mechanization, College of Agriculture, University of Baghdad, Iraq.

³ Dept. of Agric. Mechanization, College of Agriculture, University of Baghdad, Iraq