مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (36) العدد (3) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (36) No. (3) 2014

دراسة بعض الخصائص التقنية للمركب الآلي لزراعة الشعير عند مستويات مختلفة من السرع والحراثة الدنيا والصفرية.

الدكتور سهيل بربارة*
الدكتور أويديس أرسلان**
منى ياغي***

(تاريخ الإيداع 16 / 2 / 2014. قبل للنشر في 17 / 6 / 2014)

□ ملخّص □

تم إجراء التجربة في مركز البحوث العلمية الزراعية في السلمية التابعة لمحافظة حماه، في تربة لوميه طينية في تشرين الأول عام 2010م. استخدم في تنفيذ التجربة جرار الفرات مزود بمشط قرصي مفرد محمول كوحدة مكننة، للحراثة على ثلاث سرعات مرة واحدة للنظم المطلوب حراثتها وجه واحد، ومرتين للنظم المطلوب حراثتها وجهين، وبعدها جرت الزراعة بآلة التسطير. فيما خصصت أرض دون حراثة لنظام الزراعة الحافظة.

تمت دراسة تأثير كل من الزراعة الحافظة وسرعة وتكرار الحراثة في النسبة المئوية للانزلاق، الإنتاجية الحقلية الفعلية، الكفاءة الحقلية، معدل مصروف الوقود والعمل المطلوب، وذلك من خلال نظم الحراثة والزراعة التالية:

ن1: حراثة وجه واحد بالمشط القرصي المفرد بسرعة 5.07 Km/h، وزراعة بآلة التسطير بسرعة 9.97 Km/h .

ن2:حراثة وجه واحد بالمشط القرصي المفرد بسرعة 7.47 Km/h، وزراعة بآلة التسطير بسرعة 10.08 Km/h.

ن3: حراثة وجه واحد بالمشط القرصي المفرد بسرعة 9.77 Km/h، وزراعة بآلة التسطير بسرعة 10 Km/h.

ن4: حراثة وجهين بالمشط القرصي المفرد بسرعة 5.21 Km/h، وزراعة بآلة التسطير بسرعة 10.09 Km/h.

ن5: حراثة وجهين بالمشط القرصي المفرد بسرعة 7.71 Km/h، وزراعة بآلة التسطير بسرعة 10.10 Km/h.

ن6: حراثة وجهين بالمشط القرصي المفرد بسرعة 10.16 Km/h، وزراعة بآلة التسطير بسرعة 10.12 Km/h.

ن7: زراعة حافظة(دون حراثة) بآلة مخصصة للزراعة على أرض غير محروثة بسرعة 7.25 Km/h.

أظهرت النتائج أن زيادة سرعة الحراثة أدت إلى زيادة في النسبة المئوية للانزلاق وإلى زيادة في الإنتاجية الفعلية وانخفاض في الكفاءة الحقلية وفي مصروف الوقود. حيث سجل النظام N3 أعلى معدل للإنتاجية الفعلية 1.76 ha/h، وأقل معدل للكفاءة الحقلية 75%، وأقل معدل لمصروف الوقود 3.12 L/ha بالنسبة للحراثة، و5.79 L/ha خلال الحراثة والزراعة. كما تبين أن النظام N7 تطلب أقصر زمن 2932.43 s/ha، وأقل معدل لمصروف للوقود 3.43 L/ha، بنسبتي انخفاض مقدارهما على التوالي 68% -67%، وبالتالي تطلب أقل معدل من العمل اللازم 91.20 MJ/ha. بينما تطلب النظام N4 أطول زمن 9093.13 s/ha، وأكبر مصروف وقود 10.59 L/ha، وكان العمل المطلوب 409.88 MJ/ ha. لذا نوصي بإتباع نظام الزراعة الحافظة للحصول على مؤشرات فنية أفضل.

الكلمات المفتاحية: الزراعة الحافظة، الحراثة الدنيا، سرعة الحراثة ، تكرار الحراثة، انزلاق العجلات، استهلاك الوقود، الانتاجية الحقلية.

* **أستاذ دكتور- قسم الهندسة الريفية- كلية الزراعة- جامعة حلب- حلب- سورية.**
** **دكتور- باحث- الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية- دمشق- سورية.**
*** **طالبة دراسات عليا (ماجستير)- قسم الهندسة الريفية- كلية الزراعة- جامعة حلب- حلب سورية.**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (36) العدد (3) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (36) No. (3) 2014

Study of Some Technical Characteristics of Machinery Unit for Seeding Barley at Different Levels of Speeds and Minimum and Zero Tillage

Dr. Suhel Barbar*
Dr. Awadis Arslan**
Muna Yaghe***

(Received 16 / 2 / 2014. Accepted 17 / 6 /2014)

□ ABSTRACT □

The experiment was conducted at the Agricultural Research Center in Salamiah in Hama province, in clay loam soil in October 2010. Furat tractor with a single hung disk harrow was used as a machinery unit, using three speeds. the seeding with drill seeder was executed after Applying tillage one time for the systems required one face, and twice for the systems required two, while a plot of land was left for" zero tillage" system. the effect of " zero tillage", the speed and frequency of tillage on the sliding percentage, the actual productivity of field, field efficiency, fuel consumption rate and the work required, were studied through the following tillage systems and cultivation :

N 1: tilling one face with single disc harrow at speed of 5.07 km / h , and seeding with drilling machine at speed of 9.97 km / h .

N 2: tilling one face with single disc harrow at speed of 7.47 km / h , and seeding with drilling machine at speed of 10.08 km / h .

N 3 : tilling one face with single disc harrow at speed of 9.77 km / h , and seeding with drilling machine at speed of 10.00 km / h .

N 4 : plowing twice with single disk harrow at speed 5.21 km / h , and seeding with drilling machine at speed 10.09 km / h .

N 5 : plowing twice with single disk harrow at speed 7.71 km / h , and seeding with drilling machine at speed 10.10 km / h

N 6 : plowing twice with single disk harrow at speed 10.16 km / h , and seeding with drilling machine at speed 10.12 km / h

N 7 : " zero tillage" (no-tillage) by a machine dedicated for conservative agriculture on non cultivated land at speed 7.25 km / h .

The results showed that an increase in the speed of tillage led to an increase in the sliding wheel and field productivity, and to a decrease in the field efficiency and fuel consumption, as system N3 achieved as for tillage the highest rate for actual productivity 1.76 ha/ h, and the lowest rate of field efficiency 75%, and of fuel consumption amounted to 3.12 l/ha, and achieved 5.79 l/ha for both tillage and seeding. As it is found that system N7 need the shortest time 2932.43 s/ha, and less fuel consumption 3.43 L/ha , equal to two percentages of reduction 68% -67 % respectively, and thus required minimum rate of required work 91.20 MJ/ha. While system N4 need the longest time of about 9093.13 s/ha, and consumed the largest amount of fuel 10.59 L/ha. The required work was 409.88 MJ/ ha.

So we recommend to follow "zero tillage" system to get best technical characteristics.

Keywords: " zero tillage", minimum tillage, tillage speed, frequent tillage, wheel sliding fuel consumption, field productivity.

* **Professor, Department of Rural Engineering, Agriculture Faculty, Aleppo University, Aleppo, Syria.**
** **Researcher, The General Commission for Scientific Agricultural Research, Damascus, Syria.**
*** **Postgraduate Student- Rural Engineering Department, Agriculture Faculty, Aleppo University, Syria.**

مقدمة:

أدى استخدام الحراثات التقليدية الخاطئة في إعداد المهد البذري إلى تدهور بناء التربة وتعرضها للانجراف والجفاف في المناطق الجافة وشبه الجافة والمعرضة للتعرية، مما زاد نسبة المساحات التي خرجت من نطاق الاستثمار الزراعي، فضلاً عن التكاليف الباهظة لسعر المعدات المستعملة والوقود المستهلك واليد العاملة. لذا كان لابد من البحث عن نظم بديلة للأنظمة الزراعية التقليدية كالحراثة الحافظة، الحراثة الصفرية، والحراثة المخفضة، بشكل يضمن استمرارية زيادة الانتاج الزراعي وتخفيض تكاليفه.

والمقصود بالزراعة الحافظة: تقنية زراعية بسيطة تعتمد على وضع البذور بشقوق ضيقة في التربة بواسطة آلة زراعية خاصة، دون حراثة مسبقة للحقل مع ترك بقايا المحصول السابق على سطح التربة [1].

أما الحراثة المخفضة: هي عبارة عن اجراء حراثة مبسطة جداً أي تحريك التربة أقل ما يمكن لحاجة المحصول، ثم اجراء عملية الزراعة مع ترك 15–30% من بقايا المحصول السابق تغطي سطح التربة، لحماية التربة من عوامل التعرية وتقليل عدد مرات مرور الجرار في الحقل، وبالتالي التقليل من انضغاط التربة للتوصل إلى أفضل مهد للبذرة وانتشار الجذور والإقلال من تكلفة الآلة واليد العاملة [2].

تعد السرعة الأمامية للجرار أحد العوامل المهمة والمباشرة التي تؤثر على الانتاجية كماً ونوعاً، فمن خلالها يتم تحديد انتاجية الآلة الزراعية إلى جانب العرض الفعال [3]. وأكد [4] أن التوجه الأساسي في المكننة الزراعية ينصب على زيادة السرعة العملية وفق الحدود المسموح بها، للاستفادة أقصى ما يمكن من قدرة الجرار في انجاز العملية الزراعية. إلا أن زيادة السرعة عن الحدود المسموح بها يعرض أجزاء الآلة الميكانيكية للكسر نتيجة تعرضها لقوى الشد السلبية الناتجة عن زيادة مقاومة التربة، وعدم السيطرة على عمق الحراثة. أما اختيار السرعات البطيئة فإنها تؤدي إلى انخفاض إنتاجية وحدة اللآلات [5]. هذا ولبيان مدى تأثير السرعة العملية للحرث وتداخلها في بعض المؤشرات الفنية والاقتصادية لوحدة الميكنة، أجرى [6] دراسة عن تأثر كل من عمق وسرعة الحراثة في قوة شد الجرار للمحراث القرصي، وتوصل إلى أن زيادة السرعة تؤثر معنوياً في زيادة قوة شد المحراث ضمن التربة .

وقد كان انزلاق عجلات الشد الخلفية من أهم المتغيرات التي قام [7] بدراستها عند استخدام بعض معدات الحراثة ومن ضمنها المحراث القرصي، حيث أن الانزلاق من أهم العوامل المؤثرة في أداء الجرار في الحقل [8]، لأنه يؤدي إلى رص التربة وزيادة استهلاك الوقود [9]. كما قام [10] بكثير من المحاولات لتحديد انزلاق العجلات ضمن النسب المعقولة بهدف تقليل استهلاك الوقود إلى الحد الأدنى ، وبين [11] أن الانزلاق يسبب هدر كبير في القدرة وبالتالي زيادة في استهلاك الوقود، مع العلم أن نسبة الانزلاق التي تكون أقل من 15% تعتبر مقبولة . وأضاف [12] بأن ذلك يعتمد على حالة التربة المطلوب حراثتها، وتوصل[13] إلى أنه لا يمكن التخلص نهائياً من الانزلاق حتى بالحراثة على السرعات العالية. وهناك علاقة مباشرة بين قوة الشد والانزلاق أثناء الحراثة، فقد وجد [14] بأن هناك علاقة طردية تربط بين نسبة انزلاق العجلات ومقدار قوة الشد، ومن أهم العوامل التي تؤثر على قوة الشد هي سرعة الحراثة [15]، حيث بين [15] أن سرعة الحراثة هي معيار لتقييم أداء الآلة الزراعية في الحقل. واستنتج [16] أن هناك علاقة خطية بين قوة الشد وسرعة الآلة الزراعية أثناء الحراثة.

من المؤشرات المهمة في تقييم أداء وحدة الآلات هي الإنتاجية الحقلية الفعلية والتي تتأثر بنوع الآلة وتصميمها وعرضها الفعال والسرعة العملية ونوع التربة وصفاتها الفيزيائية [17]. ومن ناحية أخرى وجد [18] أن تكرار التنعيم باستخدام الأمشاط القرصية يزيد نعومة واستواء سطح التربة. وأضاف [19] أن تكرار التنعيم أدى إلى زيادة السرعة

العملية وبالتالي زيادة الإنتاجية الحقلية الفعلية. واستنتج [20] أن لسرعة الحراثة تأثير معنوي في الانتاجية العملية، اذ إن زيادة السرعة العملية للجرار من (2.66، 4.65، 6.88) km/h أدت إلى زيادة الإنتاجية العملية وفق النسب التالية (0.78، 1.4، 2.12) don/h على الترتيب. وبين [21] بأن هناك علاقة طردية بين السرعة العملية والإنتاجية الفعلية للجرار وعلاقة عكسية بين السرعة العملية والكفاءة الحقلية والاستهلاك النوعي للوقود وهذا ما أكده [22] أيضاً.

وجد [24–23] أن الكفاءة الحقلية للآلة تنخفض بزيادة السرعة الأمامية للجرار وبرهنا على ذلك بأن الكفاءة الحقلية هي النسبة بين الإنتاجية الحقلية الفعلية والنظرية، وبالتالي فإن ازدياد الانتاجية النظرية نتيجة لزيادة السرعة تؤدي إلى انخفاض كفاءة الآلة. واستنتجا أن انخفاض الكفاءة الحقلية يعود إلى ازدياد الأزمنة غير المنتجة مقارنة بالأزمنة المنتجة التي تؤدي إلى الانخفاض في معدل الأداء الفعلي مقارنة بمعدل أدائها النظري. كما وجد [25] أنه في نظم الزراعة الحافظة كان الزمن اللازم لإتمام العملية الزراعية أقل بـ 4 h/ha وكان استهلاك الوقود اقل بـ 28.8 L/ha مقارنة مع نظام الزراعة التقليدية(محراث حفار+مشط قرصي+آلة تسوية ثلاث مرات+ آلة زراعة حافظة). كما بين [26] تأثير نظام الزراعة الحافظة على استهلاك الوقود حيث بلغ 13.9 L/ha وخفض وقت العمل إلى 50% بينما استهلك المشط القرصي 34.3 L/ha واستهلك نظام الزراعة التقليدية 42.3 L/ha.

ووفقاً لـ [27] فإن الزراعة دون حراثة وفرت في استهلاك الوقود حيث بلغ 8.9 L/ha وإنتاجية 1.25 ha/h، بينما كان في الحراثة التقليدية (محراث مطرحي +مشط قرصي مرتين+آلة تسوية +آلة زراعة حافظة) 58.4 L/ha وإنتاجية 0.27 ha/h .

أوضحت دراسة أجرتها منظمة الأغذية والزراعة العالمية (الفاو) لمقارنة استهلاك الوقود لـ14 دولة أوربية والتي قام بها [28]، إلى وجود انخفاض في استهلاك الوقود مابين 15 –30% بالنسبة للحراثة المخفضة وإلى 40 –60% بالنسبة للحراثة الصفرية. وأوضح [29] بأنه يمكن خفض استهلاك الوقود بنسبة 54% في حالة الحراثة المخفضة وفي الصفرية بنسبة 71% وذلك مقارنة بالحراثة التقليدية من خلال دراسة قام بها عند زراعة القطن في تكساس بهدف الإقلال من عدد مرات الحراثة وذلك باختيار المركب الآلي المناسب و نظام عمل يتوافق مع شكل الحقل، كانت النتيجة خفض 35% في استهلاك الوقود. وبين [30] أن الزراعة الحافظة تتطلب 25 مليون جول طاقة و2.3 ساعة عمل لكل هكتار في حين تحتاج الزراعة التقليدية 235 مليون جول و5.4 ساعة عمل لكل هكتار.

كما وجد [31] أن التحول إلى الزراعة الصفرية يخفض من ساعات عمل الجرار وبالتالي زيادة عمره التشغيلي ويخفض من استهلاك الوقود.

أهمية البحث وأهدافه:

- دراسة بعض معدلات أداء نظم الحراثة الدنيا والصفرية.
- دراسة استهلاك الوقود والعمل المطلوب للنظم المدروسة.
- اختيار النظام الأمثل من النظم المدروسة.

طرائق البحث ومواده:

1. المواد: استخدمت الآلات والمعدات التالية:

- جرار فرات، ثنائي الدفع، 70 HP.
- مشط قرصي مفرد، 10 أقراص، عرضه 2.5 m.
- آلة التسطير للزراعة التقليدية، معلقة، 16 فاتح أخدود، عرض العمل 2.8 m.
- آلة الزراعة الحافظة، معلقة، 14 فاتح أخدود، عرضها 2.4 m .
- ساعة ميقاتيه– شريط متري– جهاز قياس استهلاك الوقود– اسطوانة مدرجة سعة 1000 ml.

2. موقع تنفيذ البحث:

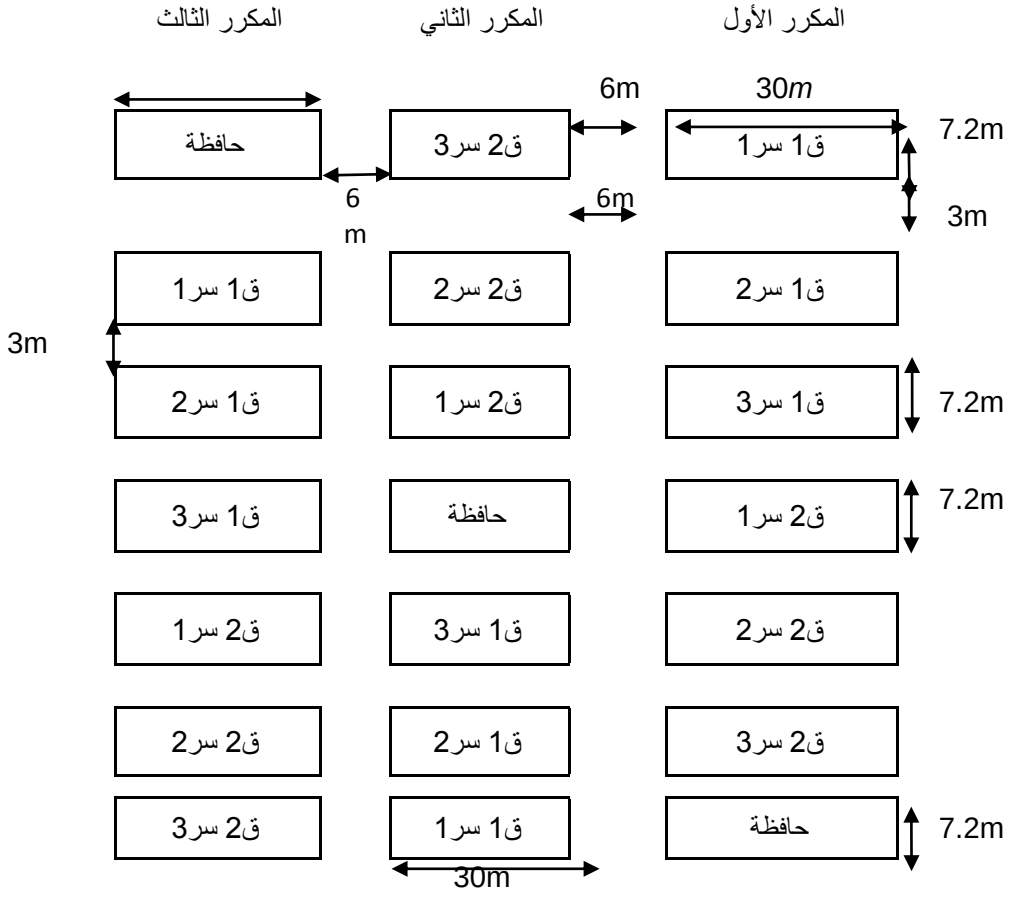
نفذت التجربة في مركز البحوث العلمية الزراعية في السلمية التابعة لمحافظة حماه، في منطقة الاستقرار الثانية، ذات تربة لوميه طينية، كانت مزروعة سابقاً بمحصول الشعير، في تشرين الأول لعام 2010م.

3. الطرائق:

قسم الحقل بحسب تصميم القطاعات الكاملة العشوائية إلى 21 قطعة تجريبية ضمت سبع معاملات بثلاث مكررات وكانت مساحة القطعة التجريبية (7.2 *30)m^2 ،وتركت ممرات بمسافة(3m) بين القطاعات ومسافة (6m) بين القطع التجريبية ضمن القطاع الواحد، لتفادي تداخل المعاملات وخاصة عند عملية الحراثة ولسهولة إجراء العمليات الزراعية. وبعد اختبار السرعات الأمامية للجرار الزراعي المستخدم في البحث عند 1750 min^{-1} للمحرك، اختيرت منها السرعات النظرية المناسبة للحراثة بالمشط القرصي وهي: سر1= 5.27 km/h، سر2=7.61 km/h ، سر3= 10.22 km/h. بعدها أجريت الحراثة وجه واحد للمعاملات الستة المفلوحة وفق السرعات المنتخبة، ثم نفذت حراثة الوجه الثاني للمعاملات الثلاثة المطلوب حراثتها وجهين وفق السرعات المنتخبة بحسب تصميم التجربة وأشير إليها بـ (ق1) للمعاملات المفلوحة وجه واحد، و(ق2) للمعاملات المفلوحة وجهين. وتمت عملية الزراعة للمعاملات المفلوحة بآلة التسطير بسرعة نظرية 10.22 Km/h، بعد اغلاق فتحة من كل قسم من صندوق البذار ورفع فاتح الأخدود المقابل لها، حتى يتساوى عرض العمل مع عرض العمل للبذارة الحافظة.

تمت عملية الزراعة بالنسبة لمعاملة الزراعة الحافظة، باستخدام آلة مخصصة للزراعة على أرض غير محروثة (أرض بلاط) بسرعة نظرية مختارة 7.61 km/h. وهي أول آلة للزراعة الحافظة أرسلتها ايكاردا إلى مركز البحوث العلمية الزراعية في السلمية.

تم التأكد من عدد دورات المحرك من خلال عداد السرعة الموجود في غرفة قيادة الجرار، بعد ضبط العتلة اليدوية للتزويد بالوقود. استخدمت الساعة الميقاتيه لضبط زمن تنفيذ كل تجربة (الزمن النظري)، زمن الشوط الفعلي، والزمن الفعلي المنتج للحراثة. لحساب السرعة الفعلية، الإنتاجية الحقلية النظرية والفعلية لإيجاد الكفاءة الحقلية.



الشكل (1): مخطط التجربة يظهر توزع المعاملات المدروسة بحسب تصميم التجربة.

حساب بعض المؤشرات الفنية وفق المعادلات التالية:

1) النسبة المئوية للانزلاق (S%):

هي عبارة عن النسبة المئوية بين المسافة التي تقطعها عجلة الشد الخلفية للجرار وبين محيطها النظري خلال دورة واحدة للعجلة [32]. وفي البحث حسبت كما يلي:

وضعت علامة على العجلة الخلفية، وتم قياس المسافة التي يقطعها الجرار دون حراثة عند 20 دورة للعجلة الخلفية(L1)، ثم قيست المسافة التي يقطعها الجرار خلال الحراثة لنفس عدد الدورات (L2)، وذلك عند كل وجه حراثة (الوجه الأول، الوجه الثاني).

وتحسب النسبة المئوية للانزلاق وفق المعادلة: [33] $S = (L1 - L2)/L1 * 100 \ldots \%$

L1 : المسافة المقطوعة دون حراثة (m).

L2: المسافة المقطوعة خلال الحراثة (m).

2) الانتاجية الحقلية النظرية:

هي المسافة المحروثة من قبل وحدة الحراثة خلال ساعة واحدة ووفق المعايير التصميمية لوحدة الحراثة، وعملياً لا يمكن أن تعمل الآلات بصورة مستمرة وعليه فإن الانتاجية الحقلية الفعلية ستكون أقل من النظرية.

وتحسب وفق المعادلة : [33] $W_{t.p} = 0.1 * V_p * B * \beta$ ha/h

حيث أن :

$W_{t.p}$: انتاجية وحدة الحراثة النظرية خلال ساعة عمل واحدة ha/h.

V_p: السرعة الفعلية km/h.

B: العرض الفعال للآلة m.

β: معامل استعمال العرض الفعال.

3) الإنتاجية الحقلية الفعلية:

هي عبارة عن الأداء الفعلي لوحدة الحراثة في الحقل خلال فترة زمنية محددة.

وتحسب وفق المعادلة: [33] $W_{p.p} = 0.1 * V_p * B * \beta * \tau$ ha/h

$W_{p.p}$: انتاجية وحدة الحراثة الفعلية ha/h.

τ: معامل مردود الزمن (معامل الاستفادة من الزمن).

ويحسب وفق المعادلة:[33] $\tau = T_p / T$

حيث أن :

T_p= الزمن الفعلي المنتج.

T= الزمن النظري (الزمن الفعلي المنتج + الزمن الضائع بالالتفافات والدوران في الحقل).

4) الكفاءة الحقلية: %

هي عبارة عن النسبة بين الإنتاجية الحقلية الفعلية إلى الإنتاجية النظرية لوحدة الحراثة في الحقل.

وتحسب وفق المعادلة: [34]

$F_E = W_{p.p} / W_{t.p} * 100 \ldots\ldots \%$

F_E: الكفاءة الحقلية %.

$W_{p.p}$: انتاجية وحدة الحراثة الفعلية ha/h.

$W_{t.p}$: انتاجية وحدة الحراثة النظرية خلال ساعة عمل واحدة ha/h.

5) الوقود المستهلك:

تعد كمية الوقود المستهلكة لانجاز العملية الزراعية أحد المؤشرات الأساسية في تقييم أداء الآلة الزراعية، وتعتمد على نوع العملية الزراعية والزمن اللازم لانجازها والعرض الفعال ونوع التربة [35].

تم تقدير الوقود المستهلك باستخدام جهاز خاص، مؤلف من خزان وقود معلوم الحجم يحل محل الخزان الأساسي للجرار وأنابيب توصيل الوقود، حيث يتم ملئ خزان الوقود بالكامل مع بدء حراثة كل معاملة، وعند اتمام الحراثة يتم إضافة كمية الوقود المستهلكة باستعمال اسطوانة مدرجة سعة 1000 ml حتى يمتلئ الخزان من جديد [36].

وتحسب كمية الوقود المستهلكة لوحدة المساحة(هكتار) وفق المعادلة:[37]

$$Fu.C = Qd* \ 10000/Wp*D*1000 \ldots. \ L/ha$$

Fu.C: كمية الوقود المستهلكة لوحدة المساحة L/ha.

Qd : كمية الوقود المستهلكة خلال المعاملة ml.

Wp: عرض العمل m.

D: المسافة المقطوعة خلال المعاملة m.

علما أن نتائج استهلاك الوقود تمثل كمية الوقود المستهلكة أثناء القيام بالعمل الحقلي [38].

6) العمل المطلوب لتنفيذ العملية الزراعية: (ميغاجول/هكتار)

تم حسابه بالاعتماد على الطاقة الحرارية المكافئة للوقود =(10904) K.cal/kg وتحسب من المعادلة التالية:[39]

$$P_{fe}=(H_g*M_f)/3600$$

$$M_f= Q_r*P_r$$

حيث:

P_{fe}: الطاقة الحرارية المكافئة للوقود.

H_g: القيمة الحرارية الأولية للوقود K.cal.

M_f: الوقود المستهلك kg/h.

Q_r: الوقود المستهلك L/h.

P_r: كثافة المازوت= 0.823 kg/l

كما حسب الطاقة المطلوبة وفق المعادلة: $E = (P_{fe} /0.24) / W_{p.p}$

E: الطاقة المطلوبة (KJ.h/ha).

كل 1cal =0.24 J

$W_{p.p}$: انتاجية وحدة الحراثة الفعلية ha/h.

أما العمل المطلوب = E*3.6 (MJ/ha).

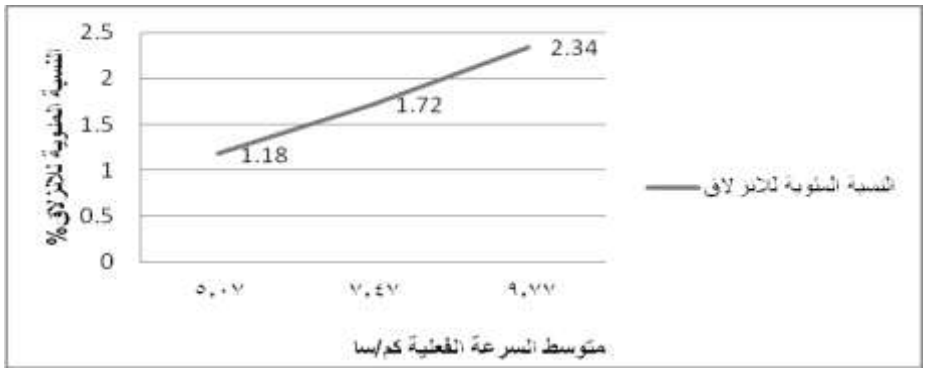
النتائج والمناقشة:

1) النسبة المئوية للانزلاق:

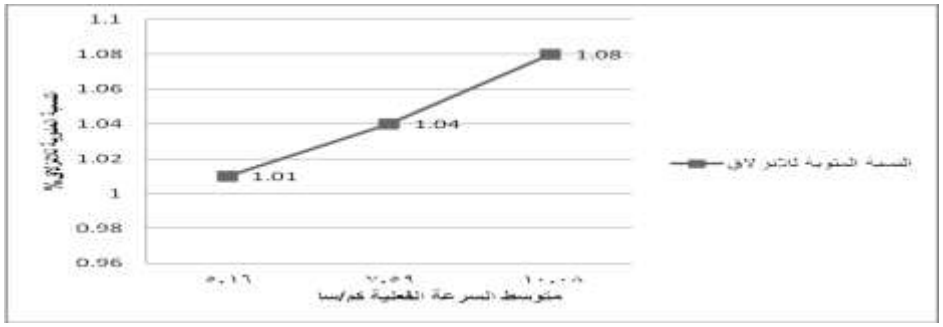
يتضح من الشكل (2): أن سرعة الحراثة في حالة وجه واحد قد أثرت في زيادة انزلاق عجلات الجرار الزراعي فعند زيادة سرعة الحراثة من (5.07 إلى 7.47 إلى 9.77) km/h زادت نسبة انزلاق العجلات من (1.18 إلى 1.72 إلى 2.34)% على الترتيب، حيث بلغ معدل الزيادة في النسبة المئوية للانزلاق 49.57% عند زيادة السرعة من 5.07 إلى9.77 km/h. يعود ذلك إلى أنه بزيادة السرعة تنخفض الفترة الزمنية لتلامس العجلات مع الأرض فيقل تماسكها مع الأرض فيزداد الانزلاق، كما أنه بزيادة السرعة تزداد قوة الشد المتطلبة وتزداد فقط القدرة الحصانية المنتجة للجرار وبالتالي يزداد الانزلاق ويتفق هذا مع نتائج [40].

كما نلاحظ من الشكل(3) أن سرعة الجرار أثناء حراثة الوجه الثاني قد أثرت في زيادة انزلاق عجلات الجرار، فعند زيادة سرعة الحراثة من (5.21 إلى 7.71 إلى 10.16) km/h، زادت نسبة انزلاق العجلات من

(1.01 إلى 1.04 إلى 1.08) %، ، حيث بلغ معدل الزيادة في النسبة المئوية للانزلاق 6.48% عند زيادة السرعة من 5.21 إلى 10.16 km/h. ومن الجدول(1) والشكل (4): يلاحظ أن حراثة الوجه الثاني سجلت معدلاً أقل للنسب المئوية للانزلاق بلغ (1.01، 1.04، 1.08)% مقارنة بحراثة الوجه الأول (أرض بلاط) والتي بلغ معدل الانزلاق فيها (1.18، 1.72، 2.34)%. ويعود السبب في ذلك إلى أن تكرار الحراثة جعل التربة مفككة أكثر منها في حراثة المرة الأولى، فقلت مقاومتها لأسلحة المشط القرصي مما خفض الانزلاق. كما قل تماسك العجلات مع الأرض نتيجة للسطح المفكك، إلا أنه تفوق تأثير قلة مقاومة التربة في تقليل الانزلاق على تأثير انخفاض تماسك العجلات مع التربة كونها تربة مفككة رخوة تزيد الانزلاق، وهذا ما اتفق عليه [41].



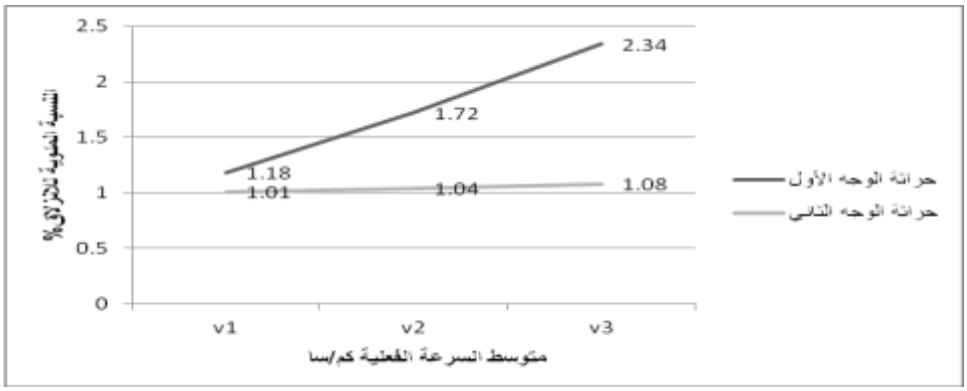
الشكل (2): تأثير سرعة الحراثة في انزلاق عجلات الجرار الزراعي خلال حراثة الوجه الأول.



الشكل (3): تأثير سرعة الحراثة في انزلاق عجلات الجرار الزراعي خلال حراثة الوجه الثاني.

الجدول (1): النسبة المئوية لانزلاق عجلات الجرار خلال الحراثة.

سرعة الحراثة / مرات الحراثة	v1	v2	v3	الانزلاق%
الوجه الأول	1.18	1.72	2.34	1.75
الوجه الثاني	1.01	1.04	1.08	1.04



الشكل (4): تأثير سرعة الحراثة في انزلاق عجلات الجرار الزراعي خلال الحراثة (وجه أول، وجه ثاني)

2) الانتاجية الحقلية الفعلية والكفاءة الحقلية للنظم المدروسة:

من الجدول (4) يلاحظ أن مجموع الزمن النظري اللازم لحراثة وزراعة هكتار من محصول الشعير كان (5616.26، 4571.90، 4131.39، 9093.13، 7010.99، 6093.01، 2932.43) s/ha للنظم المدروسةN1، N2، N3، N4، N5، N6، N7 على الترتيب. حيث كان أقل الأزمنة في N7 كونها عملية زراعية واحدة، بينما كان أكبر الأزمنة في N4 وهذا يعود لتعداد العمليات المتبعة فيه والتي استغرقت أزمنة أطول، إضافة لانخفاض سرعة الحراثة لكل من الوجه الأول والثاني (5.07، 5.21) km/hعلى الترتيب. وبالتالي وفرN7 زمناً قدره 6160.7 S/ha مقارنة بـ N4 ما يعادل 67.75%. ويعد التوفير في مدة انجاز العمل الزراعي غاية مهمة للفلاح لخفض تكاليف الانتاج.

كما يلاحظ من الجدولين (3،2) التأثير المعنوي لسرعة الحراثة على الإنتاجية الحقلية الفعلية لوحدة الحراثة. فزيادة السرعة العملية من (5.07 إلى 7.47 إلى 9.77) km/h أدت إلى زيادة الإنتاجية الفعلية من (1.01 إلى 1.41 إلى 1.76) ha/h للمعاملات المفلوحة وجه واحد، حيث تفوقت السرعة العالية 9.77 km/h بصورة معنوية على السرعة المنخفضة 5.07 km/h مسجلة انتاجية عملية قيمتها 1.76 ha/h وبنسبة زيادة مقدارها 42.7%. وهذا يتفق مع ما توصل إليه [42]. وكذلك بالنسبة للمعاملات المفلوحة وجه ثاني حيث سجلت السرعة العالية 10.16 Km/h أعلى قيمة للإنتاجية الحقلية قيمتها 1.79 ha/h بزيادة معنوية مقدارها 42.5% مقارنة مع السرعة المنخفضة 5.21 Km/h. نتيجة لكون السرعة العملية هي إحدى مركبات الإنتاجية الفعلية فزيادة السرعة تؤدي لزيادة الإنتاجية.

ومن الجدول(3) والشكل (5) يلاحظ أن تكرار الحراثة وجه ثاني أدى إلى زيادة في السرعة العملية نتيجة لانخفاض النسبة المئوية للانزلاق ولانخفاض القوى السلبية المؤثرة على المحراث وقوى الممانعة مقارنة مع قوة الشد المعطاة من الجرار ويقود ذلك إلى زيادة السرعة العملية وبالتالي الإنتاجية الحقلية الفعلية وهذا يتفق مع ما جاء به [43] .

الجدول (2): متوسط الانتاجية الحقلية الفعلية لحراثة الوجه الأول

المعاملات المدروسة	السرعة العملية Km/h	الانتاجية الحقلية الفعلية للوجه الأول ha /h
ق1سر1	5.07	1.01 c
ق1سر2	7.47	1.41 b
ق1سر3	9.77	1.76 a
LSD.05%		0

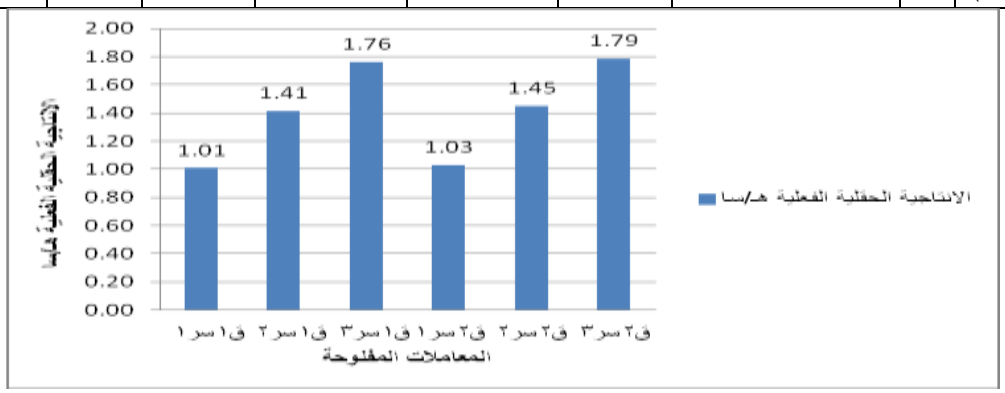
الجدول (3): متوسط الانتاجية الحقلية الفعلية لحراثة الوجه الثاني

المعاملات المدروسة	السرعة العملية Km/h	الانتاجية الحقلية الفعلية للوجه الثاني ha/ h
ق2سر1	5.21	1.03 c
ق2سر2	7.71	1.45 b
ق2سر3	10.16	1.79 a
LSD.05%		0

الجدول (4): الانتاجية الحقلية النظرية والفعلية للنظم المدروسة في 12/10/2010

النظم المدروسة			متوسط السرعة Km/h	الزمن النظري s/ha	الزمن الفعلي s/ha	الانتاجية الحقلية ha/h		الكفاءة الحقلية%
						النظرية	الفعلية	
تمشيط وجه واحد + زراعة بآلة تسطير تقليدية	ن 1	ق1سر1	5.07	3570.91	2958.41	1.22	1.01	82.79
		زراعة بآلة التسطير	9.97	2045.35	1504.5	2.39	1.76	73.64
		اجمالي		5616.26	4462.91	0.81	0.64	79.01
	ن 2	ق1سر2	7.47	2545.32	2007.36	1.79	1.41	78.77
		زراعة بآلة التسطير	10.08	2026.58	1488.10	2.42	1.78	73.55
		اجمالي		4571.90	3495.46	1.03	0.79	76.70
	ن 3	ق1سر3	9.77	2046.10	1534.98	2.35	1.76	74.89
		زراعة بآلة التسطير	10.00	2085.29	1500	2.40	1.73	72.08
		اجمالي		4131.39	3034.98	1.19	0.87	73.11
تمشيط وجهين + زراعة بآلة تسطير تقليدية	ن 4	ق1سر1	5.07	3570.91	2958.41	1.22	1.01	82.79
		ق2سر1	5.21	3503.15	2880	1.25	1.03	82.40
		زراعة بآلة التسطير	10.09	2019.07	1486.6	2.42	1.78	73.55
		اجمالي		9093.13	7325.01	0.49	0.40	81.63
	ن 5	ق1سر2	7.47	2545.32	2007.36	1.79	1.41	78.77
		ق2سر2	7.71	2479.48	1945.42	1.85	1.45	78.38
		زراعة بآلة التسطير	10.10	1986.19	1485.10	2.42	1.81	74.79
		اجمالي		7010.99	5437.88	0.66	0.51	77.27
	ن	ق1سر3	9.77	2046.1	1534.98	2.35	1.76	74.89

	6	ق2سر3	10.16	2019.88	2476.23	2.44	1.79	73.36
		زراعة بآلة التسطير	10.12	2027.03	1482.20	2.43	1.78	73.25
		اجمالي		6093.01	4493.41	0.80	0.59	73.75
الزراعة الحافظة(دون حراثة)	ن 7	الزراعة بآلة التسطير خاصة	7.25	2932.43	2069.80	1.74	1.23	70.69



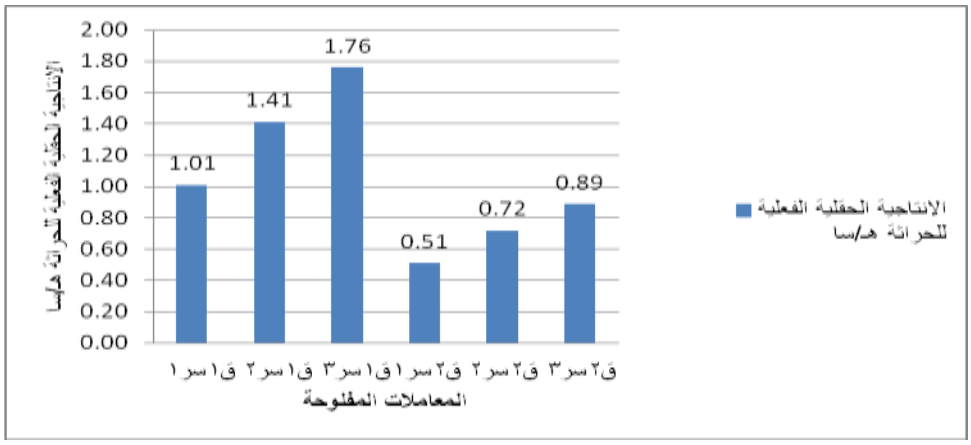
الشكل (5): الانتاجية الحقلية الفعلية لحراثة كل من الوجه الأول والثاني .

يوضح الشكل(6) والجدول(5) وجود فروقات معنوية عالية بين قيم الإنتاجية الحقلية الفعلية للمعاملات المفلوحة.

حيث تفوقت ق1سر3 معنوياً محققة أعلى إنتاجية فعلية ha/h1.76 ويعزى ذلك إلى سرعة الحراثة العالية، بينما كان ق2سر1 أقل المعاملات إنتاجية ويعزى ذلك لتعداد العمليات المكونة للنظام والتي تستغرق زمناً أطول، إضافة لانخفاض سرعة الحراثة الذي ينعكس سلباً على الانتاجية الفعلية، كون السرعة الفعلية هي إحدى مركباتها، وكان معدل الزيادة المعنوية في إنتاجية ق1سر3 71% مقارنة مع ق2سر1.

الجدول (5): متوسط الانتاجية الحقلية الفعلية للمعاملات المفلوحة .

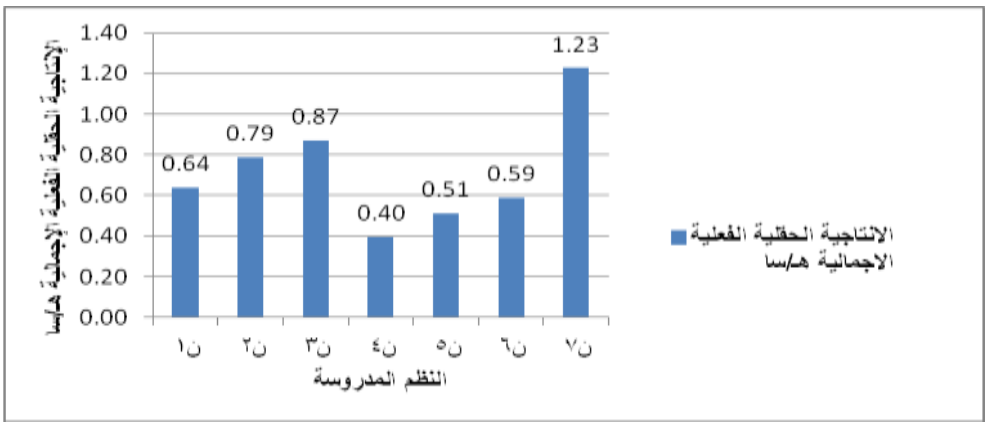
المعاملات المدروسة	الانتاجية الحقلية الفعلية للمعاملات المفلوحة ha/h
ق1سر1	1.01 c
ق1سر2	1.41 b
ق1سر3	1.76 a
ق2سر1	0.51 f
ق2سر2	0.72 e
ق2سر3	0.89 d
LSD.05%	0



الشكل (6): الإنتاجية الحقلية الفعلية للمعاملات المدروسة خلال الحراثة (وجه، وجهين).

ومن الجدول (4) والشكل (7): يلاحظ أن قيم الإنتاجية الحقلية الفعلية الإجمالية كانت (0.64، 0.79، 0.87، 0.40، 0.51، 0.59، 1.23) ha/h للنظم المدروسةN1، N2، N3، N4، N5، N6، N7 على التوالي.

ويشير الجدول (6) أنه عند إجراء تحليل أقل فرق معنوي LSD لقيم الإنتاجية الحقلية الفعلية الإجمالية، كانت أعلى إنتاجية فعلية فيN7 ويعزى ذلك إلى قلة الأزمنة غير المنتجة ولكونها عملية زراعية واحدة، بينما كان N4 أكبر النظم إنتاجية ويعزى ذلك لتعداد العمليات المكونة للنظام والتي استغرقت زمناً أطول، إضافة لانخفاض سرعة الحراثة الذي ينعكس سلباً على الإنتاجية الفعلية، كون السرعة الفعلية هي إحدى مركباتها، وكان معدل الزيادة المعنوية في إنتاجية N7 0.67% مقارنة مع N4.



الشكل (7): الإنتاجية الحقلية الفعلية للنظم المدروسة خلال الحراثة والزراعة.

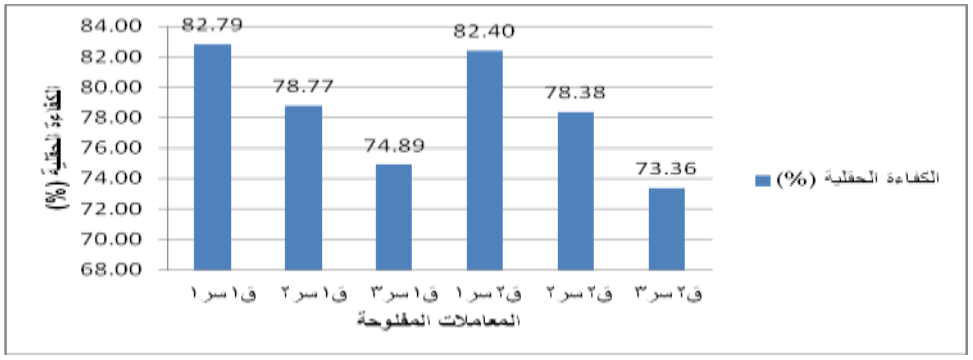
الجدول (6): الانتاجية الحقلية الفعلية الاجمالية للنظم المدروسة.

النظم المدروسة	الانتاجية الحقلية الفعلية الاجمالية (ha/h)
ن1	0.64 d
ن2	0.79 c
ن3	0.87 b
ن4	0.40 g

ن5	0.51 f
ن6	0.59 e
ن7	1.23 a
LSD 0.05	0

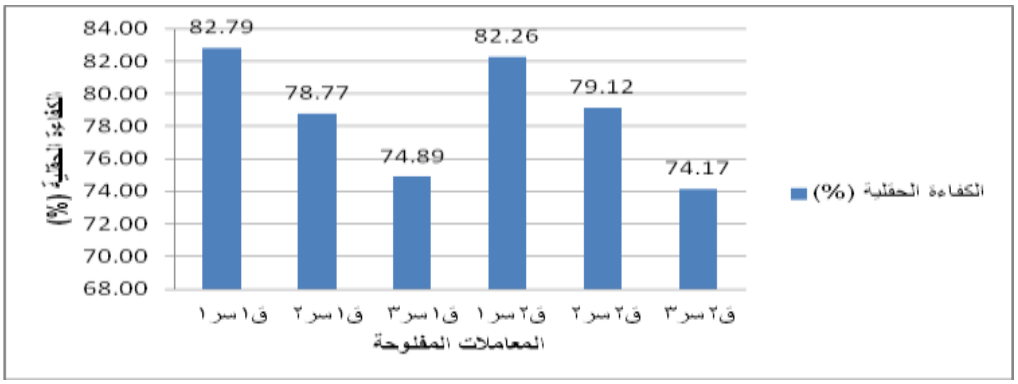
3) الكفاءة الحقلية %:

يوضح الجدول(4) والشكل(8) تأثير سرعة وتكرار الحراثة على الكفاءة الحقلية، فزيادة سرعة الحراثة من (5.07 إلى 7.47 إلى 9.77) km/h أدى إلى انخفاض في معدل الكفاءة الحقلية من(82.79 إلى78.77إلى74.89)% للمعاملات المفلوحة وجه واحد. حيث انخفضت قيمة الكفاءة الحقلية عند السرعة 9.77 km/h بمعدل 9.5% مقارنة مع قيمتها عند السرعة 5.07 km/h. بسبب زيادة الفرق بين الإنتاجية الحقلية الفعلية والنظرية، إضافة أن زيادة السرعة عكست نتيجة سلبية حيث انخفضت قيمة الكفاءة الحقلية نظراً لانخفاض الزمن الفعلي المنتج مع ثبات زمن الضياعات. ويتفق ذلك مع ما توصل إليه [44]. ويلاحظ نفس الفروقات في حراثة الوجه الثاني.



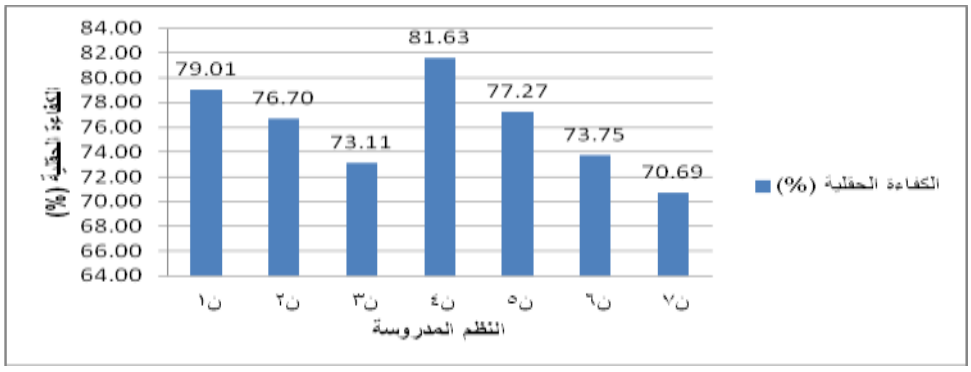
الشكل (8): الكفاءة الحقلية لحراثة كل من الوجه الأول والثاني.

ومن الشكل (9) يلاحظ أن قيم الكفاءة الحقلية كانت(82.79، 78.77، 74.89، 82.4، 78.38، 73.36)% للمعاملات ق1سر1، ق1سر2، ق1سر3، ق2سر1، ق2سر2، ق2سر3 على التوالي. وكانت أعلى كفاءة حقلية في ق1سر1 بمعدل زيادة 10.41% مقارنة مع ق2سر3 أقل المعاملات كفاءة. وهذا ما أيده عدة باحثين منهم [45] حيث استنتج تفوق التنعيم مرة واحدة باستخدام الأمشاط القرصية بتسجيله أعلى معدل للكفاءة الحقلية 68.65% ، بينما سجل التنعيم مرتين معدلاً أقل بلغ 61.1%.



الشكل (9): الكفاءة الحقلية للمعاملات المدروسة خلال الحراثة (وجه، وجهين).

ومن الجدول (4) والشكل (10) يلاحظ أن قيم الكفاءة الحقلية خلال الحراثة والزراعة معاً كانت (79.01، 76.70، 73.11، 81.63، 77.27، 73.7، 70.69)% للنظم N1، N2، N3، N4، N5، N6، N7 وكان N4 أعلى النظم كفاءة بينما N7 أقلها كفاءة بفارق 13.4%. ويعزى ذلك لتعداد العمليات المكونة للنظام N4 والتي تستغرق زمناً أطول مقارنة بـ N7 (عملية زراعة فقط)، وبالتالي التقليل في الإنتاجية الفعلية الذي ينعكس على خفض الكفاءة الحقلية [46].



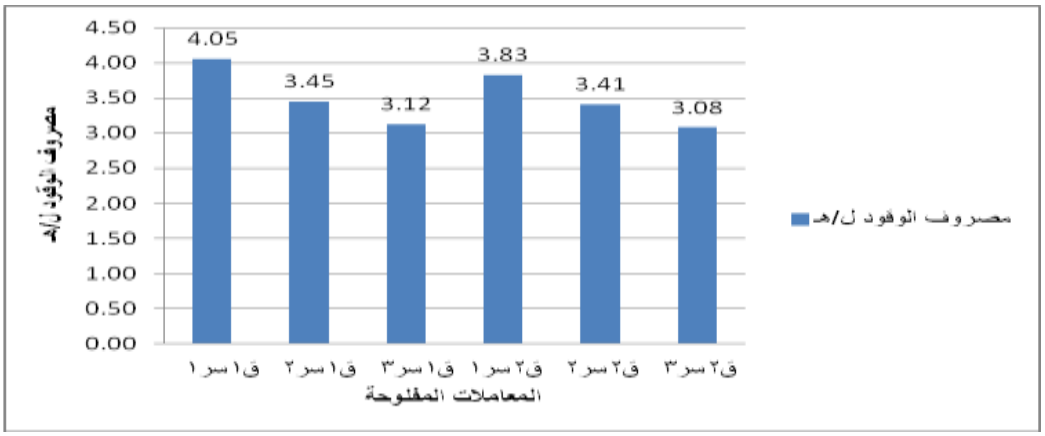
الشكل (10): الكفاءة الحقلية للنظم المدروسة خلال الحراثة والزراعة معاً.

4) مصروف الوقود:

يوضح الجدول (7) التأثير المعنوي لسرعة الحراثة على مصروف الوقود، فكلما زادت السرعة قل مصروف الوقود، نلاحظ تفوق السرعة العالية معنوياً محققة أقل مصروف وقود(3.12، 3.08) L/ha خلال حراثة كل من الوجه الأول والوجه الثاني على الترتيب. ويبين الشكل (11) أن مصروف الوقود في حراثة الوجه الأول كان (4.05، 3.45، 3.12) L/ha للمعاملات ق1س1، ق1س2، ق1س3 على الترتيب. وهو أكبر نسبياً من المصروف في حالة حراثة الوجه الثاني والذي كان (3.83، 3.41، 3.08) L/ha لـ ق2س1، ق2س2، ق2س3 على الترتيب. بسبب قلة مقاومة التربة لأسلحة المشط القرصي نتيجة لسطح التربة المفكك في الوجه الثاني.

الجدول (7): مصروف الوقود لحراثة كل من الوجه و الثاني.

المعاملات المدروسة	مصروف الوقود للوجه الأول L/ha	مصروف الوقود للوجه الثاني L/ha
ق1سر1	4.05 a	3.83 a
ق1سر2	3.45 b	3.41 b
ق1سر3	3.12 c	3.08 c
LSD.05%	0.00	0.00



الشكل (11): مصروف الوقود لحراثة كل من الوجه الأول والثاني.

أما مصروف الوقود خلال الحراثة كان (4.05، 3.45، 3.12، 7.88، 6.86، 6.20) L/ha للمعاملات ق1سر1، ق1سر2، ق1سر3، ق2سر1، ق2سر2، ق2سر3 على الترتيب. ويبين الجدول (8) وجود فروق معنوية عالية بين المعاملات المدروسة حيث استهلكت المعاملة ق1سر3 أقل كمية وقود وبلغت 3.12 L/ha ، أي أقل بـ 4.67 L/ha مقارنة مع ق2سر1 ما يعادل 60.3%. وذلك نظراً للإنتاجية العالية لهذه المعاملة فكلما زادت الانتاجية الفعلية ينخفض استهلاك الوقود.

الجدول (8): يوضح مصروف الوقود للمعاملات المفلوحة .

المعاملات المدروسة	مصروف الوقود خلال الحراثة L/ha
ق1سر1	4.05 d
ق1سر2	3.45 e
ق1سر3	3.12 f
ق2سر1	7.88 a
ق2سر2	6.86 b
ق2سر3	6.20 c
LSD.05%	0.00

ويظهر الجدول (9) أن مجموع كمية الوقود المستهلكة خلال الحراثة والزراعة معاً كانت (6.83، 6.23، 5.8، 10.59، 9.55، 08.9، 3.43) L/ha للنظم N1، N2، N3، N4، N5، N6، N7 على التوالي.

نلاحظ وجود فروق معنوية عالية بين النظم المدروسة حيث تفوق N7 لكونه أقل النظم استهلاكاً للوقود، لقلة العمليات الزراعية المتبعة فيه (زراعة على الجلد دون حراثة)، وبالتالي قصر الفترة الزمنية لتنفيذه. بينما كان N4 أعلى النظم استهلاكا للوقود، ويعزى لعدد العمليات الزراعية المنفذة، ولانخفاض سرعة الحراثة التي تخفض بدورها الانتاجية الفعلية وهذا يتفق مع ما جاء به [47]. وبلغت نسبة التوفير في الوقود في نظام الزراعة الحافظة 67.6 %مقارنة مع N4.

أي إن انخفاض السرعة العملية أدى إلى انخفاض الإنتاجية العملية وزيادة المصروف النوعي للوقود.

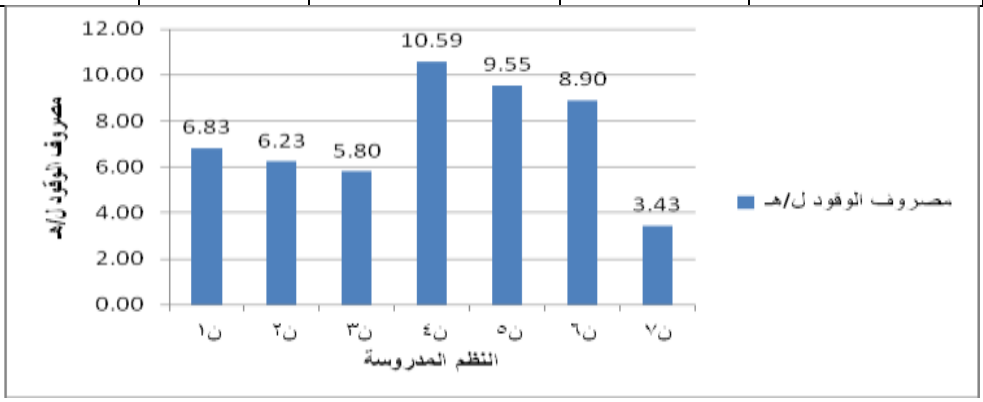
الجدول (9): مصروف الوقود الاجمالي للنظم المدروسة.

النظم المدروسة	مصروف الوقود (L/ha)
ن1	6.83 d
ن2	240.46 e
ن3	219.84 f
ن4	410.2 a
ن5	368.7 b
ن6	340.08 c
ن7	91.2 g
LSD 0.05	0

الجدول (10): مصروف الوقود والعمل المطلوب للنظم المدروسة.

النظم المدروسة		متوسط السرعة km/h	الزمن النظري s/ha	مصروف الوقود L/ha	العمل المطلوب MJ/ha
N1	ق1سر1	5.07	3570.91	4.05	155.80
	زراعة بآلة التسطير	9.97	2045.35	2.78	153.05
اجمالي			5616.26	6.83	308.85
N2	ق1سر2	7.47	2545.32	3.45	132.72
	زراعة بآلة التسطير	10.08	2026.58	2.78	107.74
اجمالي			4571.90	6.23	240.46
N3	ق1سر3	9.77	2046.10	3.12	120.02
	زراعة بآلة التسطير	10.00	2085.29	2.67	99.82
اجمالي			4134.39	5.80	219.84
N4	ق1سر1	5.07	3570.91	4.05	155.80

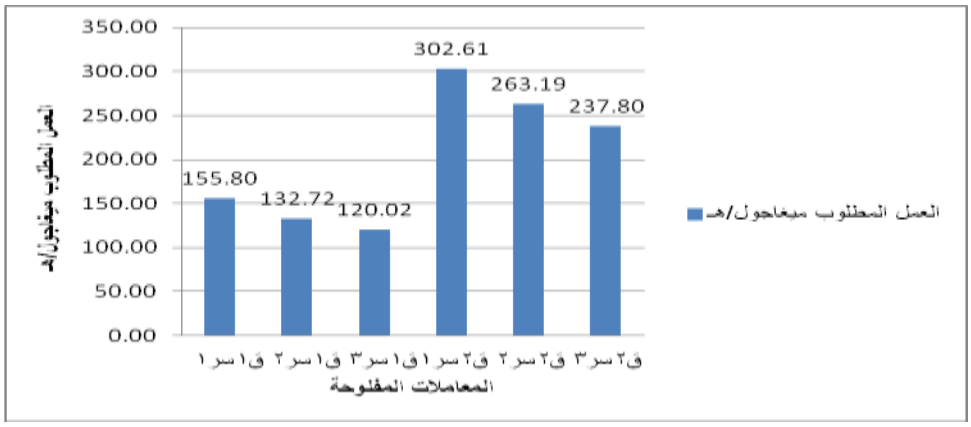
	ق2سر1	5.21	3503.15	3.83	146.81
	زراعة بآلة التسطير	10.09	2019.07	2.70	107.27
اجمالي			9093.13	10.59	409.88
N5	ق1سر2	7.47	2545.32	3.45	132.72
	ق2سر2	7.71	2479.48	3.41	130.48
	زراعة بآلة التسطير	10.10	1986.19	2.69	105.00
اجمالي			7010.99	9.55	368.19
N6	ق1سر3	9.97	2046.1	3.12	120.02
	ق2سر3	10.16	2019.88	3.08	117.78
	زراعة بآلة التسطير	10.12	2027.03	2.70	101.77
اجمالي			6093.01	8.90	339.58
N7	الزراعة الحافظة (دون حراثة)	7.25	2932.43	3.43	91.20



الشكل (12): مصروف الوقود الاجمالي للنظم المدروسة خلال الحراثة والزراعة.

5) العمل المطلوب للهكتار الواحد (ميغاجول/هـ):

تم حساب العمل المطلوب للهكتار الواحد (ميغاجول/هـ)، بالاعتماد على كل من الطاقة الحرارية المكافئة للوقود وعلى الإنتاجية الحقلية الفعلية للنظم المدروسة. ويلاحظ من الشكل (13) أن العمل المطلوب خلال عملية الحراثة كان(155.8، 132.72، 120.02، 302.61، 263.19، 237.8) MJ/ha للمعاملات ق1سر1، ق1سر2، ق1سر3، ق2سر1، ق2سر2، ق2سر3 على الترتيب. حيث تفوقت ق1سر3 على بقية المعاملات نتيجة احتياجها أقل معدل عمل مطلوب 120.02 MJ/ha مقارنة مع ق2سر1 بنسبة انخفاض 60.34%. ويرجع ذلك لانخفاض معدل مصروف الوقود وللإنتاجية الفعلية الكبيرة لهذه المعاملة.



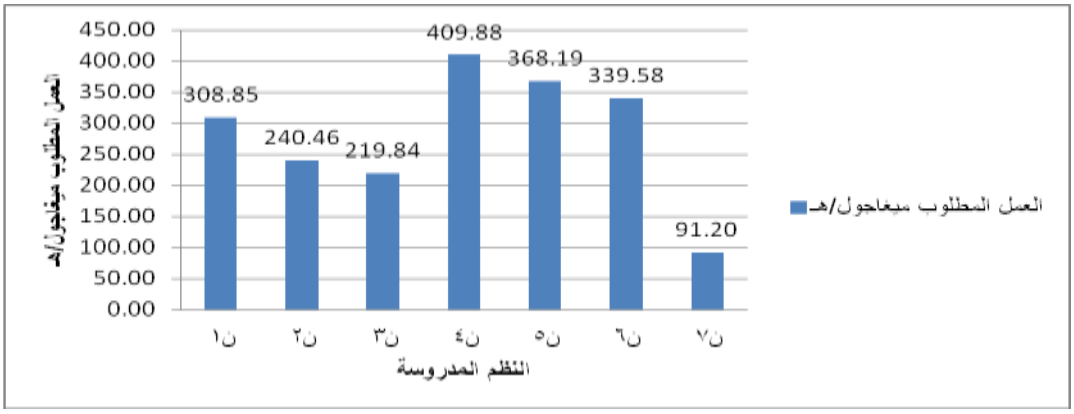
الشكل (13): العمل المطلوب (ميغاجول/هـ) خلال الحراثة (وجه، وجهين).

يلاحظ من الجدول(11) والشكل(14): أن العمل المطلوب للنظم المدروسة N1، N2، N3، N4، N5، N6، N7 بلغت على الترتيب القيم التالية(308.85، 240.46، 219.84، 409.88، 368.19، 339.5، 91.2) MJ/ha.

حيث تفوق N7 معنوياً على بقية النظم نتيجة احتياجه أقل معدل عمل مطلوب مقارنة مع N4 وبفارق كبير 319 MJ/ha، ويرجع ذلك لانخفاض معدل مصروف الوقود وللإنتاجية الفعلية الكبيرة لـ N7 مقارنة مع بقية النظم. حيث وفر77.75% من الطاقة اللازمة للعمل وهذه النتائج تتفق مع ما توصل اليه [29] بأنه يمكن خفض استهلاك الوقود بنسبة 54% في حالة الحرث المبسطة (الدنيا) مع البذر المباشر، أما في حالة البذر المباشر فإن هذه النسبة تصل إلى71%.

الجدول (11): العمل الاجمالي المطلوب للنظم المدروسة

النظم المدروسة	العمل المطلوب MJ/ha
ن1	308.85 d
ن2	240.46 e
ن3	219.84 f
ن4	409.88 a
ن5	368.19 b
ن6	339.58 c
ن7	91.2 g
LSD.05%	0



الشكل (14): العمل المطلوب (ميغاجول/هـ) للنظم المدروسة خلال الحراثة والزراعة.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1) أدى ازدياد السرعة الأمامية للجرار إلى:

- ازدياد النسبة المئوية للانزلاق.
- زيادة الانتاجية الفعلية الحقلية.
- انخفاض الكفاءة الحقلية.
- انخفاض في مصروف الوقود.

2) أدت عملية تكرار الحراثة إلى:

- انخفاض النسبة المئوية للانزلاق.
- انخفاض الانتاجية الفعلية الحقلية.
- زيادة الكفاءة الحقلية.
- زيادة في مصروف الوقود للنظام ككل.

3) وفر نظام الزراعة الحافظة:

- التوفير في الوقت اللازم لتنفيذ عملية الزراعة مقارنة مع نظم الحراثة والزراعة.
- التوفير في استهلاك الوقود.
- التوفير في العمل المطلوب.

التوصيات:

من خلال الاستنتاجات يوصى بإتباع نظام الزراعة الحافظة للحصول على أفضل المؤشرات الفنية المدروسة لمرحلتي تحضير التربة والزراعة، على أن يتابع دراسة تأثير النظم المدروسة على الانتاجية الكلية لمحصول الشعير وذلك لاختيار النظام الأمثل لإنتاج محصول الشعير.

المراجع:

1-PHILLIPS, S. H; YOUNG, H. M. *No-Tillage Farming* . Reiman Associates, Milwaukee, Wisconsin, 1973, 224.

2- ASABE STANDARD. *Terminology and Definitions for Soil Tillage and Soil*. Tool Relationships. 2009, ASAE EP291. 3 Feb2005 (R2009).

3-BUKHARI, S; BALOCH, J. M and MIRANI, A. N. *Soil Manipulation with Tillage Implement*. Agri, Mech, in Asia Africa and latin, America, 20(1), 1989, 17-19.

4- يوخنا، لازار. زوزان. *دراسة تأثير السرعة العملية وقوة السحب على كفاءة اداء الساحبة*. رسالة ماجستير، قسم المكننة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة بغداد، 1991، 120.

5- الهاشمي، ليث عقيل الدين. زين الدين. *تأثير نوع المنعمة وسرعة البذار في بعض المؤشرات الفنية والاقتصادية ومتطلبات القدرة لوحدة الميكنة*. مجلة العلوم الزراعية العراقية. قسم المكننة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة بغداد، (6)41، 2010، 114- 124.

6- AI-SUHAIBANI, S.A; Al-JANOBI, A. *Draught Requirements of Tillage Implements Operating on Sandy Loam Soil*. Journal of Agricultural Engineering Research. 66(3), 1977, 177-182.

7-KHEIRALLA, A. F; YAHYA, A; ZOHADIE, M. and ISHAK, W. *Modeling of Power and Energy Requirements for Tillage Implements Operating in Sandy Clay Loam*, Soil and Tillage Research, Malaysia, 78 (1), 2004, 21-34.

8- ZOZ, F.M; WILEY, J.C. *A Theoretical Basis for Tractor Ballasting Recommendations*. Proceedings of the 5tha North American ISTVS Conference,
Workshop Saskatoon, SK, Canada, 1955 May.(10-12) .

9-MOITAZI, G; WEINGARTMANN, H. and BOXBERGER, J. *Effects of Tillage Systems and Wheel Slip on Fuel Consumption Energy Efficiency* and Agricultural Engineering, International Scientific Conference, Rousse, Bulgaria, 2006.

10-REGHAVAN, G.S.V; MEKEYS, E. and CHASSE, M. *Prediction Techniques' for Traction Using Field and Laboratory Data*. *Trans. Of ASAE*, 19(3), 1976, 405-411.

11-BALOCH,J.M; MIRANI, A.N. and BUKHI, S. *Effect of Restrained and Unstrained Linkage on Implement Performance*. A.M.A. 19(3), 1988, 77-81.

12-TAYLOR, R; SCHOCK, M. and WERTZ, K. *Getting the Most From Your Tractor*. Farm Machinery and Equipment,1991, 10 December. 2013. <http:// www. Oznet.ksu/library/ageng2/mf588.pdf>

13-CULPIN, C. *Farm Machinery*, 10tha edition. Granada Publishing, London. 1981, 14-76.

14-GURUSWAMY, T; VERMA, S.R. *Effect of Load, Inflation Pressure and Soil Moisture on Tactile Performance of Tire in Salty Clay Loam*. Mysore J. Agric. *Sci.*, 29(4), 1995, 337-347.

15-KUSHWAHA, R.L; LINKE, C. *Draft-Speed Relationship of Simple Tillage Tool at High Operating Speeds*. *Soil and Tillage Research* 39 ,1996, 61-73.

16-SUMMERS, J. D; KHALILIAN, A. and BATCHELDER, D.G. *Draft Relationship for Primary Tillage in Oklahoma Soil*. *Trans. Of the ASAE* , 29(1), 1986, 37-39.

17- علي ، محمد. مبارك؛ جاسم، عبد الرزاق عبد اللطيف؛ جبر، حسين. عباس. *تأثير بعض أنواع المحاريث في الانتاجية العملية والتكاليف الاقتصادية لوحدة الميكنة*، المجلة المصرية للهندسة الزراعية.، المجلد 25، العدد 2 2008, 185-194.

18- الزبيدي؛ جاسم،عبد الرزاق عبد اللطيف. *تأثير نظام الري ومعدات تهيئة التربة والتنعيم في بعض خصائص التربة الفيزيائية ونمو محصول الذرة الصفراء*. أطروحة دكتورا، قسم المكننة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة بغداد، 2004، 122.

19-MCLEAD, H.E; REED, I. F. *Draft, Pour Efficiency and Soil Compaction Characteristics*. Of Single, Duel and Low Pressure Tires, ASEE .9(1), 1966 , 41-52.

20- الجنابي، عمر. محسن رشيد. *أداء الجرار ماسي فيركسن ذو الدفع الرباعي مع المحراث القرصي الرباعي وتداخلهما مع بعض صفات التربة*. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق، 2000.

21- ألبنا، عزيز. رمو. *معدات تهيئة التربة*. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي،1990.

22- ADAY, S.H. *Fuel Consumption at the Various Plowing Conditions*. Basra J. Of Engineering, Sci.(12)1, 2001,81-89.

23- الطالباني، جنان. حكمت نامق. *الانزلاق وبعض المؤشرات الفنية لنوعين من المحاريث*. مجلة العلوم الزراعية العراقية. ، 41(3) ,2010, 116-123.

24- فارس، محمد. صادق. *أداء الجرار ماسي فيركسن مع المحراث الحفار الخماسي وتداخلهما مع بعض الصفات الفيزيائية للتربة*. رسالة ماجستير، قسم المكننة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة بغداد، 2002، . 86 .

25- BARUT, Z.B; AKBOLAT,D. *Evaluation of Conventional and Conservation tillage systems for maize*. J. Agron, 4, 2005, 122-126

26- DERPSCH, R. *Conservation Agriculture and No- Tillage Consultant Asunción*. Paraguay Frontiers in Conservation Tillage and Advances in Conservation Practice, 2007.

27- Al-HAMED, S.A. *Effect of Shank Shape of the Chisel Plough on its Productivity and Fuel Energy Consumption during Tillage Operation*. Journal of King Saud University. Agricultural Sciences, Vol. 17, 2005, No.1.

28- PICK, E. J; NOREN and NIELSON, V. *Energy consumption and input-output relation of field operation*. REUR Technical Series10,FAO Regional Office for Europe, 1989.

29-BALL, B. C .*Reduced Tillage in Great Britain:* Practical and Research experience. In: Proceedings of the Workshop, Agriculture, Energy Savings by Reduced Soil Tillage, Gottingen, 1989.،

30-WIJEWARDENE, R. *Systems and Energy in Tropical Small Holder Farming*. Proceedings, Appropriate Tillage Workshop, IAR, Zaria, Nigeria, 16-20 January, 1979. pp.73-86.

31-MC.GARRY, D; PILLAI, U.P and BRAUNACK, M. V. *Optimizing Soil Structure Condition for Cropping Without Tillage*. Proceeding of ISTRO 2000 Conference, Texas, U.S.A, 2000.

32- عبود، مكي. مجيد. *الساحبات ووحدات القدرة فيها، مطبعة جامعة البصرة، كلية الزراعة*، جامعة بغداد، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق، 1981، 457.

33- برباره، سهيل. *الآلات الزراعية*. مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، كلية الزراعة، جامعة حلب، 1995، 609-617 .

34- العجيلي، شيماء. سامي داوود. *تأثير نظم الحراثة ومعدات التنعيم وسرعة الساحبة في أداء المجموعة الميكنية وثباتية التجمعات وايصاليتها المائية*، رسالة ماجستير، قسم المكننة الزراعية، جامعة بغداد، كلية الزراعة، 2008، 67.

35- HUNT, D.R. *Cost Determination in Farm Power and Machinery Management* .10^{tha} Edition. Iowa State University Press, Ames, Iowa, 2001, 77-95.

36- KEPNER, R.A; BAINER, R. and BARGER, E.L. Principles of Farm Machinery, 3rd Edition, AVI Publish Company, USA, 1982, 31.

37- الهاشمي، ليث عقيل الدين. زين الدين. *دراسة بعض المؤشرات الفنية والاقتصادية وصفات التربة الفيزيائية تحت نظم حراثة مختلفة*، رسالة ماجستير، قسم المكننة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق، 2003، 122.

38-HANNAZ, M. *Estimating the Field Capacity of Farm Machines*. Iowa State University Extension. File A3-24 April 2002 , 4.

39- GEORING, C.F. *Engine and Tractor Power*. 3rd Edition ASAE Text book, NO.(3), 1992, 92-105. ASAE st. Josepha. Mi USA.

40-GRISSO, R.D., YASIN, M. and M.F. *Tillage Implement Forces Operating in Silty Clay Loam. Trans. of ASAF*, 1996,39(6): 1977-1982.

41-WISMER, R.M; LUTH, H.J. Off-*Traction Prediction for Wheeled Vehicles*, J. Terramech, 10(2), 1973, 49-61.

42- الرجبو، سعد عبد الجبار؛ الجراح، مثنى عبد المالك؛ الوهاب، عادل عبد. *تأثير سرع وأعماق الحراثة على بعض الصفات الميكنة وصفة الحاصل وبعض مكوناته*، مجلة زراعة الرافدين، ، المجلد (33) العدد (1) ,2005, 108 – 111.

34- KEPNER, R. A.; BAINER, R. and BARGER, E. L. *Principles of farm machinery*, 3rd Edition, AVI Publish Company, USA, 1989, 31

44- الطالباني، جنان. حكمت نامق. *دور القدرة الحصانية وعدد مرات التنعيم في بعض المؤشرات الفنية لوحدة الميكنة باستخدام المنعمة القرصية المزدوجة*، مجلة العلوم الزراعية العراقية، ، 45(1),2012, 147-156.

45- القيسي، عبد علي، قاسم محمد. *تأثير الاطارات القائدة وزوايا وحدات التمشيط في بعض المؤشرات التقنية وبعض الصفات الفيزيائية للتربة تحت سرع مختلفة*. رسالة ماجستير، قسم المكننة الزراعية كلية الزراعة، جامعة بغداد، 2004، 59.

46- الحامد، سعد عبد الرحمن. *تقدير الأداء الأمثل لمنظومة الجرار الزراعي والآلة بناء على أدنى استهلاك نوعي للوقود. المجلة المصرية للهندسة الزراعية*، (2) 18 ,2001، 392-406.

47- العزي، ابراهيم. حسن عبد. *دراسة اقتصاديات للعوامل المؤثرة على العمر النافع للساحبات الزراعية (الجرارات) بمزارع الدولة في العراق*. رسالة ماجستير، قسم الاقتصاد الزراعي، كلية الزراعة، جامعة بغداد، 1980.