تأثير أنظمة حراثة مختلفة في بعض الخواص الفيزيائية للتربة وتكاليف تشغيل الآلات والغلة الحبية لمحصول القمح

دراسة بحثية

علي ملي
ماجستير في الهندسة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة الفرات، الحسكة، سوريا
البريد الإلكتروني : gmelli81@gmail.com

الملخص

أجري البحث في محافظة الحسكة بهدف دراسة بعض الخواص الفيزيائية للتربة: المحتوى الرطوبي، الكثافة الظاهرية، الكثافة الجافة، مسامية التربة الكلية، المسامية الهوائية، نسبة الفراغات، وغلة محصول القمح، والتكاليف الإجمالية، وكانت معاملات التجربة (T1): محراث حفار (T2): حراثة وزراعة معاً بآلة الزراعة الحافظة، (T3): محراث قلاب مرحي، (T4): مشط قرصي (النظام الشائع) وتمت مقارنة هذه المعاملات مع معاملة (T0) تربة غير محروثة. تناقصت الكثافة الظاهرية، والكثافة الجافة لكل المعاملات مقارنة مع المعاملة (T0)، بينما ازدادت المسامية الكلية، ونسبة الفراغات، والمسامية الهوائية وقلت الكثافة الظاهرية والجافة للتربة والمحتوى الرطوبي عند (T4)، وكانت الغلة الحبية أعلى عند المعاملة (T3) وأقلها كانت عند (T4). اختلفت تكاليف التشغيل (ل.س/ هـ) باختلاف أنظمة الحراثة فقد كانت التكاليف بشكل تصاعدياً: T2 > T4 > T1 > T3.، أما بوحدة (ل.س/ كغ) فقد كانت بالشكل التصاعدي التالي: T1 < T2 < T4 < T3.

الكلمات المفتاحية: الخواص الفيزيائية للتربة، الزراعة الحافظة، الحراثة، تكاليف الحراثة.

1- المقدمة

أدت الأنشطة البشرية غير المواتية في الزراعة إلى حدوث اختلال في التوازن البيئي، ومنها الحراثة التقليدية، التي تعمل على قلب طبقة التربة السطحية مع مخلفات المحاصيل النباتية، فتؤدي بذلك إلى تغيير التركيب الفيزيائي للطبقة السطحية، وبذلك تفقد التربة مكون فعال في حمايتها من المؤثرات الخارجية، كما أن الاستخدام المفرط لهذه العملية يؤدي إلى ارتفاع كبير في تكاليف العمل دون الحصول على إنتاجية إضافية تغطي هذه الزيادة في التكاليف، لذا اتجهت بحوث الميكنة لدراسة العوامل التي تقلل من التكاليف، وتحسن خواص التربة مع المحافظة على الإنتاج [1]، فقد عرف

[2] الحراثة بأنها عملية إثارة ميكانيكية للتربة تعمل على تفكيك وتكسير وتفتيت الكتل الترابية من أجل تعديل بناء التربة بحيث تصبح صالحة للزراعة من جديد، وتعتبر الصفات الفيزيائية المختلفة لـ□بقة الحراثة ذات أهمية عظمى، إلا أن تدهور خواصها الفيزيائية يحد من إنتاجيتها الاقتصادية [3]، بين [4] أن الحراثة تهدف إلى تكوين الوسط الفيزيائي المناسب لنمو النبات، فهي تقوم بتفكيك التربة وتغيير حالتها البنائية بالاتجاه الذي يخدم إنبات ونمو وتـ□ور النباتات المزروعة، وتحسين تهوية التربة، وتسهيل انتشار جذور النبات، وزيادة نفوذية الماء ضمن التربة، وزيادة الفعالية الحيوية في التربة، ومكافحة الأعشاب الضارة.

توصل [5] إلى نتيجة أن الخواص الفيزيائية (الـ□بيعية) للتربة تلعب دوراً كبيراً في تحديد صلاحية الأرض للزراعة، والتي قد تغيرها عمليات الحراثة، وبين [6] أن الكثافة الظاهرية للتربة تعـ□ي قياساً لتوزيع حبيبات التربة ضمن كتلتها، ومن الناحية العملية يمكن تبديل نظام ترتيب الحبيبات السائدة في التربة بوسائل الخدمة الآلية، فعمليات الحراثة بأنواعها تعمل على سيادة نظام التفكك وما يترتب عنـ□ من اتساع أبعاد الفراغات البينية، أما عمليات الضغط باستخدام الآلات الزراعية الثقيلة تعمل على سيادة نظام الانضغاط وخفض المسامية وزيادة الكثافة الظاهرية، وبالتالي فإن الكثافة الظاهرية تؤثر بشكل مباشر على عملية النمو والإنتاج النباتي عبر تأثيرها على الأنظمة المائية والهوائية في التربة، كما أن تأثير طرق الحراثة على هذه الخواص كبير، بالإضافة إلى ذلك فإن الظروف التشغيلية لها تأثير كبير أيضاً، مثل سرعة التشغيل، وقد قارن [7] بين طريقة الحراثة بمحراث (حفار عميق، حفار سـ□حي، دون حراثة) مع الحراثة القلابة بالمحراث القلاب المـ□رحي، فوجد نقص في المحتوى الرطوبي للتربة في الحراثات السابقة مقارنة مع الحراثة القلابة، ووجد [8] أن المحتوى الرطوبي والكثافة الظاهرية كانت أعلى في نظم الحراثة الحافظة المنفذة بالمحراث الحفار وأمشاط التنعيم، وكانت حوالي (20.95 %) و(1.51 غ/ سم3) على التوالي من نظم الحراثة التقليدية المؤلفة من المحراث القلاب المـ□رحي والمشط القرصي التي كانت قيمها (19.35 %) و(1.48 غ/ سم3) على التوالي، كما وجد [9] أعلى كثافة ظاهرية كانت في المحراث القلاب المـ□رحي متبوعاً بمشط تنعيم، والمحراث القلاب المـ□رحي ذي المـ□رحة الشريـ□ية مع مشط تنعيم، والمحراث القلاب القرصي، بينما أقل كثافة ظاهرية كانت في المحراث الحفار، ووجد [10] أن الكثافة الظاهرية أقل في المحراث القلاب المـ□رحي مقارنة مع المحراث الحفار والقلاب القرصي، والكثافة الظاهرية بهذه الأنواع من المحاريث أقل من معاملة الزراعة دون حرث، كما أن التربة تكون ذات محتوى رطوبي أقل باستخدام المحراث الحفار مقارنة مع المحراث القلاب المـ□رحي والمحراث القلاب القرصي، وبين [11] أنـ□ يمكن الحصول على أفضل الخواص الفيزيائية للتربة (كثافة ظاهرية أقل، وضغط تربة أقل) تحت أنظمة الحراثة الحافظة، كما وجد [12] أن قيم الكثافة الظاهرية تقل مع زيادة سرعة التشغيل في الحراثة التقليدية والبذر المباشر.

أكد [13] تفوق المحراث الحفار والأمشاط القرصية في إعـ□اء أقل التكاليف الاقتصادية، ووجد [14] أن غلة القمح بـ□ريقة الحراثة التقليدية كانت أكثر (8 %) من طريقة الزراعة دون حرث بينما وجد [15] أن غلة القمح بـ□ريقة الزراعة دون حرث كانت الأعلى مقارنة مع طريقة الحراثة المخفضة والحراثة التقليدية، كما يتفق معظم الأخصائيون والذين يعملون بإنتاج المحاصيل أو علوم الأرض على أن هناك، بشكل عام إفراط في تـ□بيق عملية الحراثة أكثر مما هو ضروري، لضمان أقصى زيادة في إنتاجية المحصول، ففي بعض الحالات يكون كبس التربة الناتج من الجرارات والآليات كبيراً بالقدر الذي يقضي على فوائد الحراثة الابتدائية، كما أن زيادة درجة تفتت التربة قد تكون كبيرة في كثير من الأحيان عما يتـ□لبـ□ النمو الجيد للجذور، لذلك أصبح هناك اهتمام خاص حول تقليل عمليات الحراثة كوسيلة لتقليل تكاليف الإنتاج وتحسين ظروف التربة [16].

2- مشكلة البحث:

تتغير الخواص الفيزيائية للتربة باختلاف أنظمة الحراثة ويخشى أن تتم الزراعة في ترب يكون فيها التربة مضغوطة نتيجة الاستخدام المفرط للآلات التي تهدد بناء التربة، عدا ذلك التكاليف المرتفعة للآلات نتيجة دخول الآلة أكثر من مرة للحقل واستخدام جرارات ذات الاستاعة العالية التي تزيد من التكاليف التي يتحمل أعبائها المزارع لذا يهدف البحث لدراسة بعض الخواص الفيزيائية للتربة، والتكاليف الإجمالية لعملية الحراثة وتأثيرها على الغلة الحبية للقمح تحت أنظمة مختلفة بقصد التقليل من التكاليف الاقتصادية والمحافظة على فيزيائية التربة.

3- مواد البحث وطرائقه:

3-1- المواد:

آ- جرار فورت شريت الماني الصنع، ثنائي الدفع، ديزل، (4) أسطوانات، (99) حصان.

ب- محراث حفار معلق، (11) سلاح رجل البطة، عرض العمل (300 سم) وبعمق (15 ± 2 سم).

جـ- محراث قلاب مدرجي معلق، (3) أبدان، عرض العمل (105 سم) وبعمق (20 ± 2 سم).

د- مشط قرصي معدل مقطور، (20) قرص، عرض العمل (300 سم) وبعمق (7 ± 2 سم).

هـ- آلة زراعة حافظة معلقة، (13)، فاتح أخدود سكيني، عرض العمل (227 سم) وبعمق (7 ± 2 سم).

و- ميزان إلكتروني، شريط متري، أسطوانة مدرجة لقياس الوقود، ساعة ميقاتية.

3-2- موقع تنفيذ التجربة:

تم تنفيذ التجربة في قرية الجميلية التابعة لمحافظة الحسكة, في منطقة الاستقرار الثانية، ذات تربة طينية لومية {رمل (26 %)، سلت (35 %) طين (39 %)، مادة عضوية (0.53 %)}.

3-3- الطرائق:

3-3-1- طريقة تنفيذ التجربة:

نفذت التجربة لدراسة بعض الخواص الفيزيائية للتربة والتي شملت: الكثافة الظاهرية، الكثافة الجافة، مسامية التربة الكلية، المسامية الهوائية، نسبة الفراغات، ودراسة التكاليف الإجمالية، وغلة القمح، حيث استعملت في التجربة أربع معاملات حراثة وهي:

(T1): محراث حفار، (T2): حراثة وزراعة معاً بآلة الزراعة الحافظة، (T3): محراث قلاب مدرجي، (T4): مشط قرصي (النظام الشائع)، وتمت مقارنة هذه المعاملات مع معاملة (T0) تربة غير محروثة.

قسم الحقل إلى أربع قطع تجريبية اشتملت على معاملات الحراثة، وكانت مساحة القطعة التجريبية (9 × 150 = 1350 م2)، كما اتبعت كل طريقة حراثة بعملية تنعيم باستخدام مشط قرصي.

3-3-2- الخواص الفيزيائية للتربة:

أخذت عينات من طبقة الحراثة السطحية لكل محراث، وتم تقدير الخواص الفيزيائية التالية [17] في مخبر التربة والاراضي التابع لكلية الزراعة، جامعة الفرات، الحسكة، سوريا:

1- **قوام التربة:** بطريقة الهيدرومتر [18] ، لمعرفة نسب (الرمل، السلت، والطين)، وحدد قوام التربة عن طريق مثلث القوام، كما تم تقدير محتوى التربة من المادة العضوية حسب [19].

2- **المحتوى الرطوبي (*MC*):** تم تقديرها حسب طريقة [20] [21] عن طريق التجفيف التام للعينات المأخوذة على درجة حرارة (105 م°) ولمدة (24 ساعة) ثم الوزن على ميزان حساس بدقة تصل حتى (0.01 غ).

3- الكثافة الحقيقية (ρ_s): بـ□ريقة زجاجة الكثافة (البكنومتر) [20].

4- الكثافة الظاهرية (ρ_b): بواسـ□ة اسـ□وانة قياسية معلومة الحجم، تدفع بالتربة لتمتلئ بالكامل، ثم تجفف العينات على درجة حرارة (105 م°) [22] ثم توزن التربة، وتحسب الكثافة من العلاقة التالية:

$$\rho_b = \frac{M}{V_b},\ g/cm^3$$

حيث: M وزن التربة الجافة, غ؛ Vb حجم التربة الظاهري (حجم الأسـ□وانة)، س3T.

5- مسامية التربة (E): من المعادلة حسب [23] : $E = \frac{\rho_s - \rho_b}{\rho_s} = 1 - \frac{\rho_b}{\rho_s}$

6- المسامية الهوائية (Pa): من المعادلة:

$$Pa = E - \frac{\rho_b \times MC}{W},\%$$

حيث: MC المحتوى الرطوبي، W كثافة الماء، غرام/س3T.

7- نسبة الفراغات (e): تم حسابها من المعادلة التالية: $e = \frac{\rho_s - \rho_b}{\rho_b} = \frac{\rho_s}{\rho_b} - 1$

3-3-3- المعايير الاقتصادية (تكاليف التشغيل):

3-3-3-1- التكاليف الثابتة:

آ- الإهتلاك: تعد من أكبر التكاليف على الإطلاق، ويحسب كالتالي:

$$D = \frac{P - SV}{y_r}$$

حيث: D: معدل الإهتلاك (ل.س/ سنة)، P: ثمن الآلة الجديدة (ل.س)، SV: ثمن الآلة عند الإهتلاك الكلي (ل.س) (يمثل 10٪ من ثمن الآلة الجديدة)، y_r: العمر الافتراضي للآلة بالسنوات وتتراوح بين (10 - 15 سنة) للآلات الزراعية [24] وقد حسبت عند عمر (10 سنوات).

ب- الضرائب والتأمين والتخزين:

- تقدر قيمة الضرائب بمعدل (1 %) من قيمة الآلة عند بداية كل عام [24] وفي سورية تقدر قيمة الضريبة بـ (665 ل.س/ سنة) للآلات الزراعية [25]، في حين لا تخضع المحاريث وآلات الزراعة والتنعيم لأي ضريبة.
- تبلغ قيمة التأمين للآلات الزراعية في سورية التي تزيد اسـ□اعتها عن (30 حصان) (3000 ل.س/ سنة) [25]، ولا تخضع المحاريث وآلات الزراعة والتنعيم لأي رسوم تأمين.
- تقدر تكاليف التخزين بمعدل (0.75 %) [24] [26]، وقد حسبت من المعادلة التالية: $H = P \times 0.75\ \%$

حيث: H: تكاليف التخزين، (ل.س/ سنة)، P : ثمن الآلة الجديدة، (ل.س).

جـ- فائدة رأس المال: من المعادلة التي اعتمدها [27] [24]:

$$I = \left[\frac{(P + SV)}{2}\right] \times i$$

حيث: P: ثمن الآلة الجديدة، (ل.س)، SV: ثمن الآلة عند الإهتلاك الكلي، (ل.س). (يمثل 10 ٪ من ثمن الآلة الجديدة)، i: معدل الفائدة (%) وفي سورية يبلغ معدل الفائدة (8 %) [28]، /: الفائدة على رأس المال، (ل.س/ سنة).

***التكاليف الثابتة= الإهتلاك + الضرائب والتأمين والتخزين + فائدة رأس المال*، (ل.س/ هـ).**

3-3-3-2- التكاليف المتغيرة:

آ- **استهلاك الوقود:** وفق طريقة [29] من المعادلة التي اعتمدها [27] أيضا:

$$F_{co} = F_{pr} \times Q_f$$

حيث: F_{co}: تكلفة الوقود المستهلك، (ل.س/ سا)، F_{pr}: سعر لتر واحد من الوقود، (ل.س/ لتر)، Q_f: استهلاك الوقود (لتر/ سا).

ب- **الزيوت والشحوم:** كنسبة مئوية من تكاليف الوقود حوالي (15 %) [30]:

$$F_{oi} = rat\ \% \times F_{co}$$

حيث: F_{oi} تكاليف الزيوت (ل.س/ سا)، F_{co} تكاليف الوقود (ل.س/ سا).

جـ- **الصيانة والإصلاح:** تحسب على أساس سعر الآلة وهي جديدة وتقدر بنحو (1 - 4 %) من ثمن الآلة وهي جديدة [24] وقد حسبت هذه النسبة حسب ساعات العمل لكل آلة من جداول خاصة.

د- **أجور العمال:** تختلف أجور اليد العاملة باختلاف المواسم ونوع العمل، ولكن يمكن تقديرها بشكل وسطي ما بين (40 – 50 ل.س/ ساعة).

التكاليف المتغيرة = وقود + زيوت وشحوم + صيانة وإصلاح + أجور العمال، (ل.س/ هـ).

التكاليف الكلية = التكاليف الثابتة + التكاليف المتغيرة، (ل.س/ هـ).

3-3-4- الغلة الحبية: بتقدير إنتاجية الهكتار من القمح لكل معاملة مدروسة.

3-3-5- التصميم والتحليل الإحصائي:

صممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بأربع معاملات وبثلاث مكررات وحللت النتائج إحصائياً باستخدام برنامج Genstat، وتم مقارنة المتوسطات وفق اختبار أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى معنوية 0.05

4- النتائج والمناقشة:

4-1- الخواص الفيزيائية للتربة:

4-1-1- قوام التربة (التوزيع الحجمي لحبيبات التربة):

من الجدول (1) تبين أن التربة طينية لومية، حيث كان توزيع حبيبات التربة كالتالي 39 ، 35 ، 26 % لكل من الطين, السلت, الرمل، على التوالي. وكانت نسبة كربونات الكالسيوم 19.99 % ونسبة المادة العضوية 0.53 %.

الجدول (1): التوزيع الحجمي لحبيبات التربة ونسبة كل من كربونات الكالسيوم والمادة العضوية

التوزيع الحجمي لحبيبات التربة			كربونات الكالسيوم %	المادة العضوية%	قوام التربة
طين %	سلت %	رمل %			
39	35	26	19.99	0.53	طينية لومية

4-1-2- الكثافة الظاهرية، المسامية الكلية:

يلاحظ من الجدول (2) والشكل (1) أن جميع عمليات الحراثة أدت إلى انخفاض في قيم الكثافة الظاهرية مقارنة مع قيمتها في الأرض غير المحروثة، وقد كانت النسبة المئوية لمتوسط نسبة الانخفاض في الكثافة الظاهرية (11.76، 8.93، 6.32، 1.31 %) لمعاملات المشط القرصي، المحراث الحفار، المحراث القلاب المحوري، وطريقة الزراعة

الحافظة على التوالي، وقد يعزى هذا إلى تأثير نوع الأسلحة لكل محراث من خلال عمليات القلب والتفتيت الذي يقوم بها كل سلاح بالإضافة إلى عمق الحراثة والذي يؤثر بدوره على بناء التربة، فالمشط القرصي يقوم بعملية تفتيت أكبر للتربة مقارنة مع بقية المحاريث وينتج عن ذلك كثافة ظاهرية أقل، بينما يقوم المحراث الحفار بعملية تحريك الطبقة السطحية وإثارتها دون قلبها إلا بدرجة بسيطة، وعلى النقيض من ذلك يقوم المحراث المدرجي بقلب التربة.

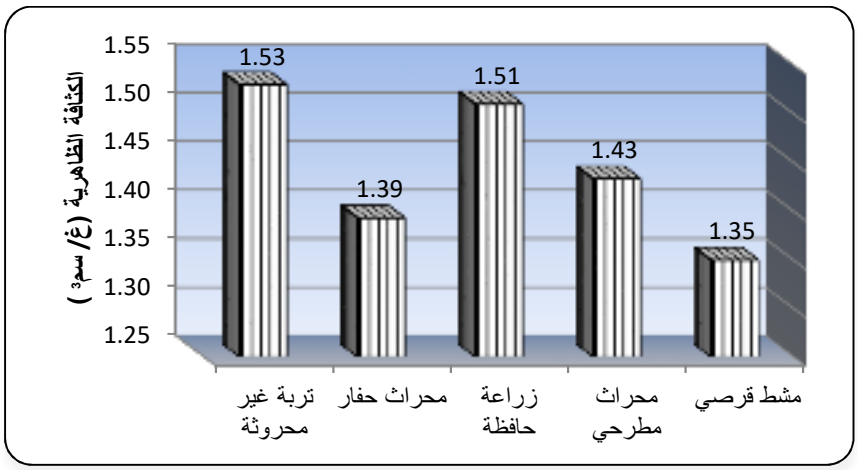
في حين تقوم طريقة الزراعة الحافظة بتحريك جزئي وبسيط جداً للتربة وهذا ما يستدعي أن تكون الكثافة الظاهرية أقرب ما تكون لكثافة التربة غير المحروثة، كما يلاحظ أن سرعة العمل ذات تأثير على الكثافة الظاهرية في كل معاملات الحراثة، إذ يلاحظ أنها بزيادة السرعة في كل معاملة من معاملات الحراثة تنخفض قيمة الكثافة الظاهرية، وكانت نسبة الانخفاض أكبر ما يمكن في المشط القرصي والمحراث الحفار، وهذا قد يعزى إلى تأثير أسلحة المحراث الحفار والمشط القرصي إذ يقومان بعملية سحق أكبر للتربة مع زيادة سرعة العمل، ويلاحظ إن السرعات (6.20، 7.97، 4.30، 6.15 كم/ سا) أعطت أقل قيم للكثافة الظاهرية (1.34، 1.50، 1.41، 1.33 غ/ سم3T) لمعاملات المحراث الحفار، الزراعة الحافظة، المحراث القلاب المدرجي، والمشط القرصي على التوالي، أما أعلى قيمة للكثافة الظاهرية (1.52 غ/ سم3T) فكانت في معاملة الزراعة الحافظة عند السرعة (6.66 كم/ سا)، بينما أعطت السرعات (5.45، 6.66، 2.84، 5.35 كم/ سا) أعلى قيم في الكثافة الظاهرية (1.46، 1.52، 1.47، 1.37 غ/ سم3T) للمحراث الحفار، الزراعة الحافظة، المحراث القلاب المدرجي، والمشط القرصي على التوالي.

إن الأسباب والعوامل التي تدعو إلى زيادة الكثافة الظاهرية تدعو إلى انقاص المسافات البينية والتي تدعو إلى نقص الكثافة الظاهرية تزيد من المسافات البينية، إذ يلاحظ من الجدول (2) والشكل (2) ووفقاً للتغير الحاصل في قيم الكثافة الظاهرية فإن المسامية الكلية تتغير بشكل معاكس لتغير قيم الكثافة الظاهرية باختلاف معاملات الحراثة وتشير الجداول إلى أن متوسط نسبة الازدياد في المسامية الكلية لمعاملات الحراثة بالمقارنة مع التربة غير المحروثة كانت (1.88، 8.97، 12.68، 16.69 %) لمعاملات الزراعة الحافظة، المحراث القلاب المدرجي، والمحراث

الجدول (2): تأثير معاملات حراثة مختلفة على الكثافة الظاهرية، المسامية الكلية، ونسبة الفراغات

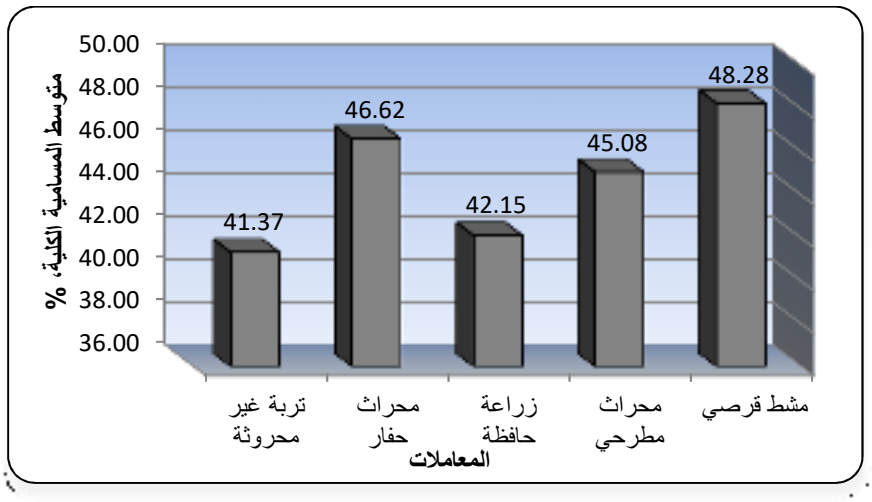
المعاملات	عرض العمل (م)	السرعة كم/ سا	الكثافة الظاهرية (ρb) غ/ سم3T	نسبة الانخفاض في الكثافة الظاهرية %	المسامية الكلية (E) %	نسبة الازدياد في المسامية الكلية %	نسبة الفراغ (e)	نسبة الازدياد في نسبة الفراغ %	المحتوى الرطوبي (MC) %
T0	.....	.....	1.53	0.00	41.37	0.00	0.71	0.00	17.61
T1	3	5.45	1.46	4.58	44.06	6.50	0.79	11.27	13.60
		5.52	1.38	9.80	47.13	13.92	0.89	25.35	14.00
		6.20	1.34	12.42	48.66	17.62	0.95	33.80	14.50
متوسط			1.39	8.93	46.62	12.68	0.88	23.47	14.03
T2	2.27	6.66	1.52	0.65	41.76	0.94	0.72	1.41	16.48
		7.04	1.51	1.31	42.15	1.89	0.73	2.82	16.50
		7.97	1.50	1.96	42.53	2.80	0.74	4.23	16.70
متوسط			1.51	1.31	42.15	1.88	0.73	2.82	16.56

14.70	9.86	0.78	5.58	43.68	3.92	1.47	2.84	1.05	T3
14.81	18.31	0.84	10.20	45.59	7.19	1.42	3.35		
14.83	19.72	0.85	11.14	45.98	7.84	1.41	4.30		
14.78	15.96	0.82	8.97	45.08	6.32	1.43			متوسط
11.00	28.17	0.91	14.84	47.51	10.46	1.37	5.35	3	T4
11.12	30.99	0.93	16.70	48.28	11.76	1.35	5.65		
11.24	35.21	0.96	18.54	49.04	13.07	1.33	6.15		
11.12	31.46	0.93	16.69	48.28	11.76	1.35			متوسط



الشكل (1): متوسط الكثافة الظاهرية لمعاملات الحراثة

الحفار، والمشط القرصي على التوالي. إذ يلاحظ أن طريقة الزراعة الحافظة كانت الأقل في نسبة الازدياد في المسامية الكلية بينما كان المشط القرصي الأكبر في نسبة الازدياد في المسامية، وهذا يعزى لارتفاع قيمة الكثافة الظاهرية في الأولى وانخفاضها في الثانية لأن المسامية هي صفة عكسية للكثافة الظاهرية، ويلاحظ إن السرعات (6.20، 7.97، 4.30، 6.15 كم/ سا) أعطت أعلى قيم في المسامية الكلية للمحراث الحفار، الزراعة الحافظة، المحراث القلاب المطرحي، المشط القرصي على التوالي.



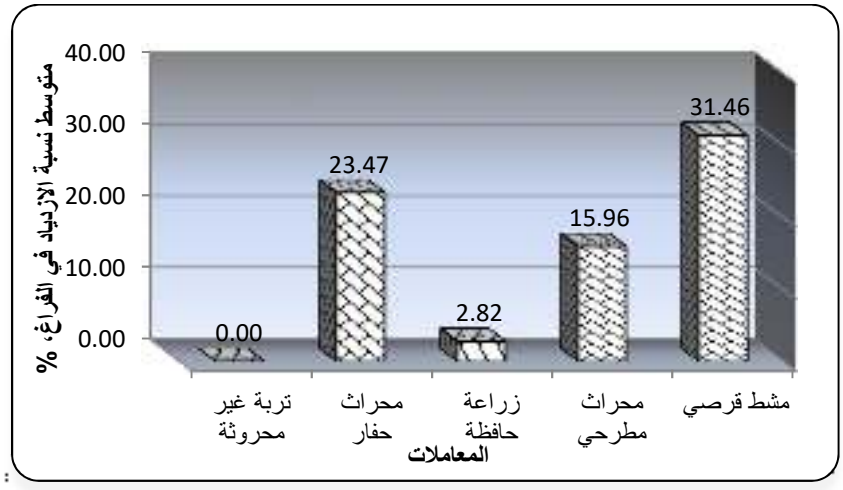
الشكل (2): متوسط المسامية الكلية لمعاملات الحراثة

4-1-3- المحتوى الرطوبي، ونسبة الفراغات:

يلاحظ من الجدول (2) أن المحتوى الرطوبي للتربة انخفض في جميع معاملات الحراثة مقارنة مع الأرض غير المحروثة، بسبب تعرض طبقات التربة للتهوية، وكانت متوسط قيم الرطوبة لمعاملات الحراثة (17.61، 14.03، 16.56، 14.78، 11.12) للتربة الغير محروثة، محراث حفار، زراعة حافظة، محراث قلاب مرحي، مشط قرصي على التوالي، أعلى قيمة كانت في التربة الغير محروثة وأقلها كانت في المشط القرصي.

ووفقاً للتغير الحاصل في قيم المسامية الكلية فإن نسبة الفراغات تظهر سلوك مشابه وموازي للمسامية بعد معاملات الحراثة إذ يشير الجدول (2) والشكل (3) إلى إن متوسط نسبة الازدياد في نسبة الفراغات كانت (23.47، 2.82، 15.96، 31.46 %) للمحراث الحفار، الزراعة الحافظة، المحراث القلاب المرحي، والمشط القرصي على التوالي، كما يلاحظ إن السرعات (6.15، 6.20 4.30 كم/ سا) أكثر السرعات تأثيراً على نسبة الفراغات للمشط القرصي، المحراث الحفار، والمحراث القلاب المرحي على التوالي، ويلاحظ بأن نسبة الفراغات تزداد بزيادة السرعة في كل معاملة من معاملات الحراثة.

إن التغيرات في الكثافة الظاهرية، المسامية الكلية، المحتوى الرطوبي، ونسبة الفراغات المتأثرة بمعاملات الحراثة عند سرعات عمل مختلفة حللت إحصائياً من خلال المتوسطات بوساطة تحليل التباين، إذ يشير الجدول (3) إلى وجود فروق معنوية في الكثافة الظاهرية باختلاف معاملات الحراثة، وأكبر قيمة للكثافة الظاهرية كانت في التربة غير المحروثة وأقلها في معاملة المشط القرصي، في حين لم تظهر فروق بين معاملة الزراعة الحافظة والتربة غير المحروثة وبين معاملة المحراث الحفار والمشط القرصي وبناء على ذلك يمكن ترتيب المعاملات تنازلياً من حيث قيمة الكثافة الظاهرية: تربة غير محروثة > زراعة حافظة > محراث قلاب مرحي > محراث حفار > مشط قرصي.



الشكل (3): متوسط نسبة الازدياد في نسبة الفراغات (%) لمعاملات الحراثة

أما من حيث المسامية ونسبة الفراغات فقد كانت أقل المعاملات قيمة في الصفتين معاملة التربة غير المحروثة ومعاملة الزراعة الحافظة إذ لم تظهر بينهما فروق معنوية بينما كانت معاملة المشط القرصي هي الأكبر في المسامية ونسبة الفراغات ولم تظهر فروق بين معاملة المحراث القلاب المرحي والمحراث الحفار في هاتين الصفتين، وبناء على ذلك يمكن ترتيب المعاملات تصاعدياً: تربة غير محروثة < زراعة حافظة < محراث مرحي < محراث حفار < مشط قرصي.

يلاحظ من الجدول (3) وجود فروق معنوية في المحتوى الرطوبي للتربة باختلاف معاملات الحراثة حيث كانت التربة الغير محروثة الأكثر رطوبة بين كل معاملات الحراثة تلاه معاملة الزراعة الحافظة بينما كانت معاملة المشط القرصي أقل المعاملات في المحتوى الرطوبي وقد يعزى ذلك إلى تبخر الرطوبة نتيجة تعرضها للهواء الجوي ولأشعة

الشمس بينما احتفظت معاملة التربة الغير محروثة ومعاملة الزراعة الحافظة بذلك وبناء على ذلك يمكن ترتيب المعاملات تنازلياً: تربة غير محروثة > زراعة حافظة > محراث قلاب مرحي > محراث حفار > مشط قرصي.

4-1-4- انضغاط التربة (الكثافة الجافة، المسامية الهوائية)

يشير انضغاط التربة إلى الزيادة في قيمة كثافة التربة نتيجة لتبيق الأحمال عليها، وهذا يدل على إن للتربة كثافة محددة قبل تبيق الأحمال عليها، أي أن انضغاط التربة هو سلوك ديناميكي ويكون في حالة متزايدة [31]، وحالة الانضغاط تحدث بعد تبيق معاملات الحراثة والتي يمكن قياسها من خلال الكثافة الجافة، والمحتوى الرطوبي بعد معاملات الحراثة مباشرة،

الجدول (3): الكثافة الظاهرية، المسامية الكلية، المحتوى الرطوبي، ونسبة الفراغات لمعاملات الحراثة

المعاملات	الكثافة الظاهرية (ρ_b)	المسامية (E)	المحتوى الرطوبي (MC)	نسبة الفراغ (e)
تربة غير محروثة	1.53 [a]	41.37 [c]	17.61 [a]	0.71 [c]
محراث حفار	1.39 [bc]	46.62 [ab]	14.03 [d]	0.88 [ab]
زراعة حافظة	1.51 [a]	42.15 [c]	16.56 [b]	0.73 [c]
محراث مرحي	1.43 [b]	45.08 [b]	14.78 [c]	0.82 [b]
مشط قرصي	1.35 [c]	48.28 [a]	11.12 [e]	0.93 [a]
L.S.D $_{0.05}$	0.045	1.72	0.33	0.06
C.V (%)	1.7	2	1.2	3.9

* المعاملات المتشابهة بالحرف في نفس العمود تدل على عدم وجود فروق معنوية بينها

الجدول (4): العلاقة بين الكثافة الجافة والمسامية الهوائية

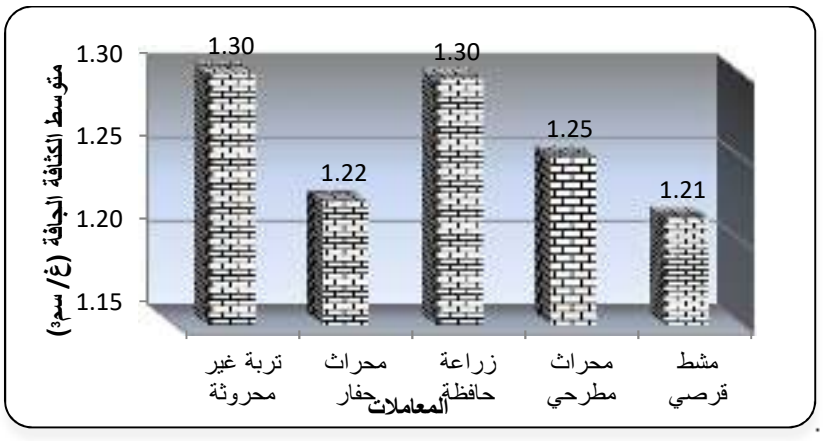
المعاملات	السرعة (كم/ سا)	المسامية الكلية (E)	الكثافة الجافة (غ/ سم3)	نسبة الانخفاض في الكثافة الجافة %	المسامية الهوائية %	نسبة الازدياد في المسامية الهوائية %
T0	.....	41.37	1.30	0.00	14.43	0.00
T1	5.45	44.06	1.29	0.77	24.20	67.71

	5.52	47.13	1.21	6.92	27.81	92.72
	6.20	48.66	1.17	10	29.23	102.56
متوسط		46.62	1.22	5.90	27.08	87.66
T2	6.66	41.76	1.30	0.00	16.71	15.80
	7.04	42.15	1.30	0.00	17.24	19.47
	7.97	42.53	1.29	0.77	17.48	21.14
متوسط		42.15	1.3	0.26	17.14	18.80
T3	2.84	43.68	1.28	1.54	22.07	52.95
	3.35	45.59	1.24	4.62	24.56	70.20
	4.30	45.98	1.23	5.38	25.07	73.74
متوسط		45.08	1.25	3.85	23.90	65.63
T4	5.35	47.51	1.23	5.38	32.44	124.81
	5.65	48.28	1.21	6.92	33.27	130.56
	6.15	49.04	1.20	7.69	34.09	136.24
متوسط		48.28	1.21	6.66	33.27	130.54

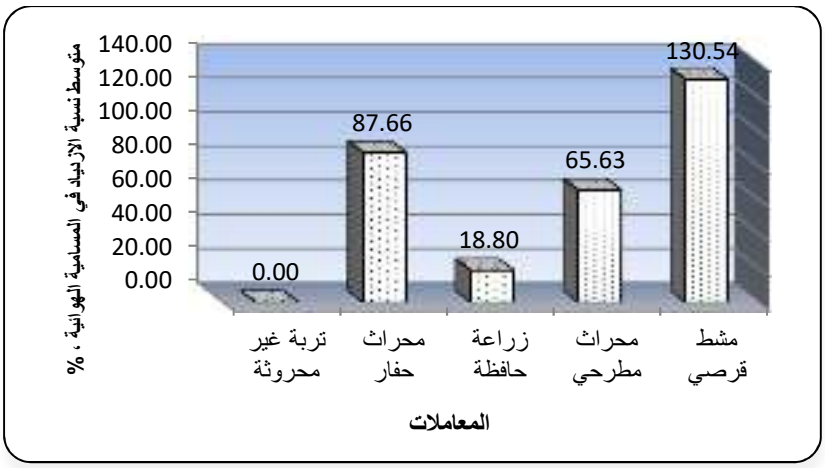
ومن الجدول (4) يلاحظ:

- نسبة الانخفاض في الكثافة الجافة مقارنة مع التربة غير المحروثة كانت (0.26، 3.85، 5.90، 6.66 %) للزراعة الحافظة، المحراث المرحي، المحراث الحفار، والمشط القرصي على الترتيب، كما إن السرعات (6.20، 7.97، 4.30، 6.15 كم/ سا) أعطت أعلى نسبة انخفاض في الكثافة الجافة للمحراث الحفار، الزراعة الحافظة، المحراث المرحي، والمشط القرصي بالترتيب، (الشكل 4).

- المسامية الهوائية لها تأثير معاكس للكثافة الجافة، إذ يلاحظ إن نسبة الازدياد في المسامية الهوائية كانت (130.54، 87.66، 65.63، 18.80 %) للمشط القرصي، المحراث الحفار، المحراث المرحي، والزراعة الحافظة على الترتيب، (الشكل 5).



الشكل (4): تأثير معاملات الحراثة على الكثافة الجافة للتربة (حالة الانضغاط)



الشكل (5): متوسط نسبة الازدياد في المسامية الهوائية (%) لمعاملات الحراثة

ويلاحظ إن المشط القرصي أكثر المعاملات تأثيراً على المسامية الهوائية، وأقلها كانت معاملة الزراعة الحافظة، إما أكثر السرعات تأثيراً فقد كانت (6.15، 6.20، 4.30، 7.97 كم/ سا) للمشط القرصي والمحراث الحفار، المحراث المدرجي، والزراعة الحافظة بالترتيب، كما يشير جدول التحليل الإحصائي (5) إلى وجود فروق معنوية في الكثافة الجافة للتربة باختلاف معاملات الحراثة، حيث كانت معاملتي التربة غير المحروثة والزراعة الحافظة الأعلى في الكثافة الجافة تلتها معاملة المحراث القلاب المدرجي وأقل كثافة ظاهرية كانت في معاملة المشط القرصي، وبناء على ذلك يمكن ترتيب المعاملات تصاعدياً: مشط قرصي < محراث حفار < محراث قلاب مدرجي < زراعة حافظة < تربة غير محروثة.

أما من حيث المسامية الهوائية فقد سلكت سلوك معاكس للكثافة الجافة فقد ظهرت فروق معنوية فيها باختلاف معاملات الحراثة، ويلاحظ زيادة المسامية الهوائية بنقصان المحتوى الرطوبي والكثافة الظاهرية للتربة معاً وبناء على ذلك يمكن ترتيب المعاملات تنازلياً: مشط قرصي > محراث حفار > محراث قلاب مدرجي > زراعة حافظة > تربة غير محروثة.

الجدول (5): نتائج تحليل التباين للكثافة الجافة والمسامية الهوائية لمعاملات الحراثة

المعاملات		الكثافة الجافة (ρd)	المسامية الهوائية (Pa)
T0	تربة غير محروثة	1.30 [a]	14.43 [e]
T1	محراث حفار	1.22 [b]	27.08 [b]
T2	زراعة حافظة	1.3 [a]	17.14 [d]
T3	محراث مدرجي	1.25 [b]	23.90 [c]
T4	مشط قرصي	1.21 [b]	33.27 [a]
	L.S.D $_{0.05}$	0.046	1.96
	C.V (%)	2	4.5

* المعاملات المتشابهة بالحرف في نفس العمود تدل على عدم وجود فروق معنوية بينها عند مستوى معنوية 5%.

2-4- الغلة الحبية لمحصول القمح:

يوضح الجدول (6) الغلة الحبية لمحصول القمح في كافة المعاملات المنفذة، وتشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروق معنوية في الغلة الحبية باختلاف المعاملات، حيث كان هناك تفوق معنوي للمعاملة (T3) (محراث قلاب مطرحي) على بقية المعاملات بمتوسط زاد عن (750 كغ/ هـ) تلاه (T1) (محراث حفار) بمتوسط (632.3 كغ/ هـ)، في حين لم تظهر فروق معنوية بين (T2) (زراعة حافظة) و(T4) (مشط قرصي) على الرغم من إن (T2) كان أعلى غلة منها بنسبة (15 %)، إذ بلغت متوسطات هاتين المعاملتين على الترتيب (461.8 كغ/ هـ) (401.4 كغ/ هـ)، ويعزى انخفاض الغلة في معاملة الزراعة الحافظة بأن ذلك يعود لتأثير معاملة الزراعة الحافظة التي تقلل من المسافة، وتزيد من مقاومة التربة، كما تزيد من كثافة التربة الظاهرية، كما قد يعزى السبب أيضاً في أن الزراعة الحافظة تتطلب عدة سنوات ودورات زراعية متعددة لإظهار أفضليتها في زيادة الإنتاجية، وكذلك بسبب ضعف كمية وسماكة البقايا النباتية المغطية للتربة والتي تكسب ميزتها الأساسية في حفظ رطوبة التربة لمدة أطول وبالتالي زيادة الإنتاج.

ولدى مقارنة الغلة الحبية في هذه المعاملة مع المعاملة التقليدية (مشط قرصي) يلاحظ إن نسبة الازدياد كانت (57.52، 15.04، 87.87 %) لـ T1، T2، T3 على التوالي ووفقاً لذلك يمكن ترتيب المعاملات تنازلياً: T3 > T1 > T2 > T4.

الجدول (6): الغلة الحبية للقمح (كغ/ هـ) باستخدام معاملات الحراثة

المعاملات		الغلة (كغ/ هـ)	نسبة الازدياد في الغلة %
T1	**محراث حفار**	632.3 b	57.52
T2	**زراعة حافظة**	461.8 c	15.04
T3	**محراث قلاب مطرحي**	754.1 a	87.87
T4	**مشط قرصي**	401.4 c	0.00
	L.S.D $_{0.05}$	65.22	
	C.V (%)	5.8	

* المعاملات المتشابهة بالحرف في نفس العمود تدل على عدم وجود فروق معنوية بينها عند مستوى معنوية 5%.

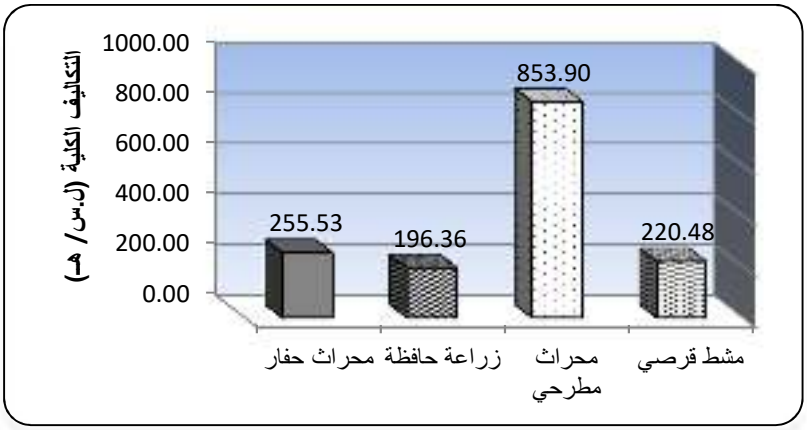
4-3- التقييم الاقتصادي لمعاملات الحراثة:

يلاحظ من الجدول (7) والشكل (6) ما يلي:

- كانت التكاليف الكلية لوحدة المساحة (ل.س/ هـ) للمعاملات (255.53، 196.36، 853.90، 220.48 ل.س/ هـ) للمعاملات T1، T2، T3، T4 على التوالي، وكانت أقل التكاليف الزراعة الحافظة (T2) (196.34 ل.س/ هـ) وهذا يعزى للإنتاجية الحقلية الفعلية الكبيرة واستهلاك الوقود الاقل في هذا النظام مقارنة مع المعاملات الأخرى، بينما كانت أكبر التكاليف في (T3) (محراث قلاب مطرحي) وهذا يعزى لصغر الإنتاجية الحقلية الفعلية، وبناء على التكاليف الكلية يمكن ترتيب المعاملات تصاعدياً: T2 < T4 < T1 < T3.

الجدول (7): التكاليف الكلية لوحدة المساحة (ل.س/ هـ) ولوحدة الوزن (ل.س/ كغ) للمعاملات المدروسة

المعاملات	تكاليف الجرار		تكاليف الآلات		التكاليف الكلية (ل.س/ هـ)	التكاليف الكلية (ل.س/ كغ)
	الثابتة (ل.س/ هـ)	المتغيرة (ل.س/ هـ)	الثابتة (ل.س/ هـ)	المتغيرة (ل.س/ هـ)		
T1	8.71	242.48	0.42	3.92	255.53	0.40
T2	9.02	181.85	1.34	4.15	196.36	0.43
T3	54.34	779.87	2.73	16.96	853.90	1.13
T4	10.77	186.39	2.26	21.06	220.48	0.55



شكل (6) التكاليف الكلية لوحدة المساحة (ل.س/ هـ) للنظم المدروسة.

- تكاليف الإنتاج لوحدة الوزن (ل.س/ كغ) للمعاملات تظهر في الجدول (7) فقد كانت (0.40، 0.43، 1.13، 0.55 ل.س/ كغ) لـ T1، T2، T3، T4 على التوالي، وكانت أقل التكاليف في (T1) معاملة المحراث الحفار، بينما كانت أكبر تكلفة في (T3) (محراث قلاب م رحي)، ويعزى هذا للتكاليف الكبيرة (ل.س/ هـ) في هذا النظام، ووفقاً لذلك يمكن ترتيب تكاليف الإنتاج (ل.س/ كغ) تصاعدياً: T1 < T2 < T4 < T3.

5- الاستنتاجات:

- تناقصت الكثافة الظاهرية، والكثافة الجافة لكل المعاملات مقارنة مع المعاملة (T0) (تربة غير محروثة) بينما ازدادت المسامية الكلية، ونسبة الفراغات، والمسامية الهوائية، حيث أعطت المعاملة (T4) (حراثة بالمشط القرصي) أقل كثافة ظاهرية وجافة للتربة، وأعلى مسامية كلية، وهوائية، ونسبة فراغات.

- أعلى غلة حبية كانت في (T3) وأقلها كانت في (T4).

- أقل التكالف كانت عند نظام الزراعة الحافظة (T2) ثم T4 فـ T1 واعلى التكاليف كانت عند T3 بوحدة (ل.س/ هـ)، أما بوحدة الوزن (ل.س/ كغ) فقد كانت بالترتيب التصاعدي:T1 < T2 < T4 < T3 وهذا يعني أن الحراثة بالمحراث الحفار أمثل من النظم السابقة

6- الخلاصة:

تبين من خلال البحث أن الحراثة بالمشط القرصي يسهم في الحصول على خواص فيزيائية مثلى ومرغوبة مثل الكثافة الظاهرية الأقل ونسبة الفراغات والمسامية مقارنة بأنظمة الحراثة المختلفة ألا أن الغلة الحبية كانت أقل مقارنة مع نظام الحراثة بالمحراث القلاب المدرجي (T3) الذي أعطى أعلى غلى حبية.

اختلفت تكاليف تشغيل الآلات الزراعية (ل.س/ هـ) باختلاف أنظمة الحراثة فقد كانت أقل عند استخدام نظام الزراعة الحافظة (T2) تلتها نظام الحراثة بالمشط القرصي (T4)، ثم نظام الحراثة بالمحراث الحفار (T1) واعلاها كان نظام الحراثة بالمحراث القلاب المدرجي (T3) وهذا يعود لاختلاف عرض العمل والتكاليف الثابتة والمتغيرة لكل آلة، أما من حيث وحدة الوزن (ل.س/ كغ) فقد كانت بالترتيب التصاعدي:T1 < T2 < T4 < T3 وهذا يعني أن الحراثة بالمحراث الحفار أمثل من النظم السابقة

المراجع

1- هكنزد. ر., ريكانولد ج. ب., 2009-*لا للحراثة: الثورة الهادئة*. مجلة العلوم, المجلد25, العددان(2/1):47-40.

2- التنبي محمد نور الدين، كردي زياد صالح، الصالح يحيى حسون، 2009-*الآلات الزراعية*. جامعة حلب, كلية الزراعة, 569 صفحة.

3- زين العابدين إنجي عبد الله، هلاليدوض محمد أحمد، 2002- *طبيعة الأراضي*. مركز جامعة القاهرة للتعليم المفتوح، 218 صفحة.

4- IBSRAM (International Board for Soil Research and Management), 1990- *Organic-Matter Management and Tillage in Humid and Sub-Humid Africa*. IBSRAM Proceedings No. (10). Bangkok: IBSRAM, 295 pp.

5- Camp C.R., 2006- *Effect of Soil Biology*. Academic, New York, 675pp.

6- MAKASHEVA L., 2001- *Practical Methods are Needed to Farmer*. 368pp.

7- JOHNSON J.N., 1984- *Effects of Tillage, No Tillage and Yield Attributes in Sunflower. Agriculture research institute*. 237- 244 pp.

8- HUNSJAK S., D. FILIPOVIC., and S. KOSUTIC., 2002- *Influence of Different Tillage Systems on Soil Physical Properties and Crop Yield. Rostlinna Vyroba,* (48): 249-254 pp.

9- BOYDAS M.G., TURGUT N., 2007- *Effect of Tillage Implements and Operating Speeds on Soil Physical Properties and Wheat Mergence. Turk J Agric for*:(31):399-412 pp.

10- BAUDER J.W., G.W. RANDALL and J.B. SWANN., 1981- *Effect of Four continuous Tillage Systems on Mechanical Impedance of a Clay Loam soil. Soil Sci, Soc, Am, J,* (45): 802-806 pp.

11- ALTUNTAS E., DEDE S., 2009- *Emergence of Silage Maize as Affected by Conservation Tillage and Ridge Planting Systems. Agricultural Engineering International: the CIGRE journal. Manuscript* 1363. Vol. XI. October, 2009.

12- KASAP A., 2001- *Effects of the Conventional and Direct Drilling on Soil Properties, Operational Time, Fuel Consumption and Yield.* Tarımsal Mekanizasyon 20. UlusalKongresiBildiri Kitabı, 91-95pp.

13- AL-HAME S.A., and A.M. ABOUKARIMA., 2001- *Predicting The Optimum Performance of Agricultural Tractor and Implement System Based on Minimum Specific Fuel Consumption. Misr J. Agr.Eng.,*18(2):392- 406(In Arabic).

14- LYON J.D., STROUP W.W., BROWN R.E., 1998- *Crop Production and Soil Water Storage In Long term Winter Wheat-Fallow Tillage Experiments*. Soil & Tillage Research, 49: 19-27 pp.

15- LAWRENCE P.A., RADFORD B.J., THOMAS G.A., SINCLAIR D.P., KEYA.J., 1994- *Effect of Tillage Practices on Wheat Performance In a Semi-Arid Environment*. *Soil & Tillage Research*, 28: 347-364 pp.

16- الابراهيم ذيب، عباس عامر، عبود زياد، 2011- *الآلات الزراعية*. جامعة الفرات, كلية الزراعة, 569 صفحة.

17- الجردي أحمد محمد، 1992 - *فيزياء الأراضي*. كلية الزراعة، قسم التربة واستصلاح الأراضي، جامعة حلب، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، حلب، سورية، 256 صفحة.

18- GEE G.W., BAUDER J.W., 1986- *Particle Size Analysis. in: Klute A. (Ed.), Methods of Soil Analysis.* Part 1, 2nd ed. Agronomy Monograph No. (9). ASA and SSSA, Madison, WI. 383-411 pp.

19- NELSON D.W., SOMMERS L.E., 1982- *Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter. in: Page A.L. Miller R.H. and Keeny D.R. (Eds.), Methods of Soil Analysis.* Part 2, 2nd ed. Agronomy Monograph No. (9). ASA and SSSA, Madison, WI. 539-579 pp.

20- BLAKE G. R., 1965- *Particle Density. in: C. A. Black E T Al. (Eds.).Methods of Soil Analysis. Agronomy* No. (9), Part I, pp. 371-374. Am. Soc. Agron., Madison, Wisconsin.

21- GARDNER W.H.,1986- *Water Content, in: A. Klute,(Ed.) Methods of Soil Analysis.* Part 1, Physical and Mineralogical Methods. Madison, WI: American Society of Agronomy, Soil Science Society of America. 493- 541 pp.

22- BLAKE G.R., K.H.HARTGE ,1986- *Bulk density. in: Klute A. (Ed.), Methods of Soil Analysis*. Part 1, 2nd ed., Agronomy Monograph No. (9). ASA and SSSA, Madison, WI. 365-375 pp.

23- VOMOCIL J. A., 1965- *Porosity. in: Black, C. A. E T Al. (Eds). Methods of Soil Analysis.* Agronomy No. (9), Part I, pp. 299-307. Am. Soc. Agron.

24- Richard C F., Robert M P., 2004- *Fixed and Variable Costs of Machinery and Facilities.* In: Robert M P., David W S., Agricultural Systems Management Optimizing Efficiency and Performance, ed illustrated, Mared Dekker, NEW YORK. BASEL, pp:55-69.

25 - الجمهورية العربية السورية، وزارة النقل، دليل معاملات المركبات.

26- ASAE standards., 2003- *Agricultural Machinery Management*. American Society of Agricultural, 2950 Niles Rd., St. Joseph, MI 49085-9659.

27- الـ□حان ياسين هاشم، عبد الله حميدة مدحت، قدوري عبد الوهاب محمد، 1991- *اقتصاديات وإدارة المكائن والآلات الزراعية*. دار الحكمة للـ□باعة والنشر، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق.

28- الجمهورية العربية السورية، المصرف الزراعي التعاوني، قرار رقم /64 م/ تاريخ 12 / 8 / 2008.

29- Bashford L. L.; Shelton D. P.,1981- *Fuel Use for Field.*

30- ASAE year book.,1992- *Agricultural Engineers yearbook* American Socity of Agricultural Engineers,USA,720 pages.

31- Gill W.R., and Glen E. Vanden Berg., 1967. *Soil Dynamics in Tillage and Traction*. USDA, Agr. Res. Ser., Agriculture Handbook, No. 316. (C.F. Baver, L.D. et. al., 1967. Soil physics, Fourth Edition).