تأثير زاوية القرص في أداء المشط القرصي عند سرع مختلفة

مثنى عبد المالك نوري رافع عبد الستار محمد نوري حسين عبد حمود احمد خضير سليم
قسم المكننة الزراعية، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل،العراق.

الخلاصة

تضمن البحث دراسة زاويتين للمشط القرصي المنحرف ١٥˚،٢٠˚ و ٢٠˚، ٢٥˚ للبطارية الامامية والخلفية على التوالي وثلاثة سرع امامية ٥.٧٧ و ٧.١٨ و ٩.٠٤ كم/ساعة وتأثير ذلك في كل من قوة السحب ، قدرة السحب ، نسبة الانزلاق ، عمق الاثارة ، عرض الاثارة ، معامل استغلال العرض الشغال ، الانتاجية العملية وعدد الكتل التي يزيد قطرها عن ٥سم/م٢، اظهرت النتائج وجود تأثير معنوي لزاوية القرص في كل من قدرة السحب وعرض الاثارة ومعامل استغلال العرض الشغال فضلا عن وجود علاقة طردية بين زاوية القرص وجميع المؤشرات المدروسة ، وكان للتداخل بين زاوية القرص والسرعة الامامية تأثيرا معنويا في صفة عمق الاثارة في حين لم تتاثر بقية الصفات المدروسة معنويا.

المقدمة

تستخدم الامشاط القرصية أحيانا كمعدات حراثة أولية في حراثة التربة لما تقوم به من إثارة التربة بشكل جيد وإعطاء مظهر جيد للحراثة خالي من الكتل الترابية الكبيرة كما إنها تعطي نتائج أفضل في تسجيلها أقل إجهاد قص للتربة مقارنة ببقية معدات الحراثة المستخدمة (Sheikh وآخرون ،١٩٨٠)، إذ تستخدم الامشاط القرصية بالدرجة الرئيسة في تنعيم التربة بعد حراثتها بالمحاريث القلابة المطرحية أو القرصية إذ تعمل على تنعيم الكتل الترابية تنعيما مقبولا مع رص جيد لمرقد البذرة كما تساهم في دفن البقايا النباتية وخلط الاسمدة العضوية والكيمياوية وتغطية البذور (البنا ،١٩٩٠). وذكر Schafer وآخرون (١٩٩١) أن قوة السحب والطاقة المصروفة في إثارة التربة باستخدام الامشاط القرصية يمكن أن تتأثر بتغيير المسافة بين الاقراص على البطارية وكذلك تغيير زاوية القرص وبينوا بأن تقليل المسافة بين الاقراص تؤدي الى تقليل قوة السحب . وفي دراسة قام بها Al-Janobi و Al- Suhaibani (١٩٩٨) عند إستخدامهم المشط القرصي المنحرف كآلة حراثة أولية لتأثير كل من عمق الحراثة والسرعة الامامية في قوة سحب المشط القرصي في تربة مزيجية رملية إذ إشتملت الدراسة ثلاثة مستويات من الاعماق ١٠ و١٥ و٢٠ سم وستة مستويات من السرعة ٣ و ٤.٧٧ و ٦.٠٥ و٧ و ٨.١ و٩ كم /ساعة إذ زادت قوة السحب وبشكل معنوي من ٣.٦٢ الى ٨.٦٧ كيلونيوتن عند زيادة السرعة المذكورة أعلاه من ٣ الى ٩ كم /ساعة وعند متوسط الاعماق المدروسة. وأشار Serrano وآخرون (٢٠٠٣) الى تأثير زاوية القرص للمشط القرصي المنحرف نوع مسحوب في كل من قوة السحب وقدرة السحب ونسبة الانزلاق في تربتين الاولى مزيجية طينية والاخرى رملية مزيجية إذ بينوا أن زيادة زاوية القرص من ١٨˚ الى ٢٣˚ تؤدي الى زيادة قوة السحب وقدرة السحب ونسبة الانزلاق وفي كلا الموقعين وعزوا ذلك الى زيادة تعمق الاقراص في التربة بزيادة زاوية القرص . وفي دراسة قام بها Aykas وآخرون (٢٠٠٤) عن تأثير كل من زاوية القرص للمشط القرصي المنحرف والسرعة الامامية والوزن الاضافي على المشط القرصي المعلق في كل من قوة سحب المشط ودرجة خشونة سطح التربة في تربة مزيجية طينية إذ إشتملت ثلاثة مستويات لزاوية القرص ١٠˚ و ١٤˚ و ٢٢˚ وثلاثة مستويات للسرعة ٥.٢ و٧.٩ و ٩.٨ كم / ساعة والوزن الاضافي على المشط بمستويين الاول دون وزن و الثاني طافة ١٠٠ كغم إذ تأثرت قوة السحب للمشط القرصي المنحرف معنويا بكل من الزوايا والسرع والاوزان إذ زادت قوة السحب بزيادة كل من العوامل المدروسة ، إذ زادت قوة السحب من ٧.٣ الى ٨.١٧ كيلونيوتن عند زيادة السرعة من ٥.٢ الى ٩.٨ كم /ساعة عند متوسطات الزوايا والاوزان المدروسة كما قلت نسبة الكتل الترابية التي يتراوح قطرها من ٢ الى ٨ سم بزيادة السرعة وزاد حجم الكتل الترابية بزيادة زاوية القرص . وبين Serrano و Peca (٢٠٠٨) في دراسة لهم حول تأثير السرعة الامامية في قوة السحب لمشط قرصي مسحوب ذو عرض ٢.١٣ م إذ كانت السرع المدروسة ٤.٧٠ و ٦.١١ و ٧.٧٦ كم /ساعة وفي سبعة مواقع مختلفة النسجة إذ زادت قوة سحب المشط من ١١.٥٤ إلى ١١.٨٢ كيلونيوتن بزيادة السرعة من ٤.٧٠ الى ٧.٧٦ كم /ساعة عند متوسط المواقع المدروسة. ويهدف البحث الى تحديد متطلبات السحب وبعض مؤشرات الأداء الحقلي للمشط القرصي المنحرف عند زوايا قرص وسرع أمامية مختلفة وكذلك ايجاد معادلات انحدار للتنبؤ بالمؤشرات المدروسة بالاعتماد على السرع قيد الدراسة .

تاريخ تسلم البحث ٢٠٠٩/١٢/٢٨ وقبوله ٢٠١٠/٣/٢٢

مواد البحث وطرائقه

تم تنفيذ التجربة في حقول كلية الزراعة والغابات في مدينة الموصل للموسم ٢٠٠٧- ٢٠٠٨ ، حيث كانت نسجة التربة طينية اذ كانت نسبة الطين ٦٠% والغرين ٣٥% والرمل ٥% ، تم حراثتها بواسطة المحراث القرصي القلاب ثلاثي الابدان بعمق ١٥- ٢٠ سم في نهاية شهر كانون الاول ، وفي شهر آذار تم تنفيذ عملية التنعيم باستخدام المشط القرصي المنحرف حيث كانت كثافة التربة الظاهرية ١.١٥٤ ميكاغرام/م^3 وبمحتوى رطوبي ١٣.٨٦% ، المشط القرصي من النوع المعلق بزوج من البطاريات ذو ٨ أقراص لكل بطارية المسافة بين قرص وآخر ١٧.٥ سم وقطر القرص ٥٦ سم ، تم ربطة مستويين لزاوية القرص الاولى ١٥° و ٢٠° للبطارية الامامية والخلفية على التوالي حيث كان العرض الشغال التصميمي للمشط ١٤٧ سم والثانية ٢٠، ٢٥° للبطاريات المذكورة حيث زاد العرض الشغال التصميمي للمشط الى ١٥٢ سم وبثلاثة سرع أمامية للساحبة ٥.٧٧ و٧.١٨ و٩.٠٤ كم/ساعة حيث أستخدمت ساحبة Massey Ferguson موديل 285 S قدرتها ٧٥ حصان كمصدر للقدرة. نفذت التجربة باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بنظام الالواح المنشقة بثلاث مكررات وقسم كل مكرر الى لوحين رئيسيين خصصت لزوايا القرص وقسم كل لوح رئيسي الى ثلاثة الواح ثانوية خصصت للسرع الامامية ، تم اختبار متوسطات المعاملات العاملية بطريقة دنكن المتعدد المدى عند مستوى إحتمال ٥% (داؤد وأليأس ،١٩٩٠) ، كما أستخدمت ساحبة ثانية بنفس الموديل المذكور لشبك المشط القرصي المنحرف ووضع جهاز دينموميتر نوع Dillon بين الساحبتين لقياس قوة سحب المشط يقرأ الجهاز المذكور لغاية ٣٥٠٠ كغم ، تم قراءة زمن قطع كل معاملة ٢٠ م باستخدام ساعة توقيت بدقة ٠.٠١ ثانية ، كما أستخدم شريط ٣٠ م لقياس طول المعاملة وآخر بطول ٥ م لقياس عرض الاثارة ومسطرة لقياس عمق الاثارة وإطار مساحته ٠.٢٥ م^2 لتحديد عدد الكتل التي يزيد قطرها عن ٥سم والاطار المذكور ذو مشبك سلكي المسافة بين أسلاكة ٥ سم وتم ضرب عدد الكتل ×٤ لايجاد عددها بالمتر المربع الواحد . تم تحويل قيم قوة السحب المتحصل عليها من جهاز الدينموميتر من وحدة الكيلوغرام قوة الى وحدة الكيلونيوتن ، وتم حساب المؤشرات المدروسة كما يلي (Hunt . ١٩٨٣).

قدرة السحب (كيلوواط) = قوة السحب (كيلونيوتن) × السرعة العملية بعد التحميل (م/ ثا).

$$\text{نسبة الانزلاق (\%)} = \frac{\text{السرعة قبل التحميل – السرعة بعد التحميل}}{\text{السرعة قبل التحميل}} \times ١٠٠$$

$$\text{معامل استغلال العرض الشغل (\%)} = \frac{\text{العرض الشغال الفعلي}}{\text{العرض الشغال التصميمي}} \times ١٠٠$$

$$\text{الانتاجية العملية (دونم/ساعة)} = \frac{\text{السرعة العملية (م/ساعة)} \times \text{العرض الشغال الفعلي (م)}}{٢٥٠٠}$$

النتائج والمناقشة

١– تأثير زاوية القرص في الصفات المدروسة: يشير الجدول (١) الى وجود فروقات معنوية لتأثير زاوية القرص في كل من قدرة السحب وعرض الاثارة ومعامل إستغلال العرض الشغال ، في حين لم تتأثر بقية الصفات المدروسة معنويا ، إذ تفوقت الزاوية الاولى معنويا وحققت أقل قدرة سحب ١٣.١٧٦ كيلوواط مقارنة بالزاوية الثانية ١٥.٢٨٦ كيلوواط ويعود السبب في ذلك الى زيادة مساحة مقطع التربة المثارة بزيادة زاوية القرص والناتجة عن زيادة كل من عمق الاثارة وعرض الاثارة الامر الذي أدى الى زيادة قدرة السحب بزيادة زاوية القرص وهذا يتفق مع ما جاء به Serrano وآخرون (٢٠٠٣) ، وتفوقت الزاوية الثانية معنويا وحققت أكبر عرض إثارة ١٤١.٨٨٩ سم ومعامل إستغلال للعرض الشغل ٩٣.٣٤٨% مقارنة بالزاوية الاولى ١٣٥.٣٣٣ سم و ٩٢.٠٦٣% على التوالي وسبب ذلك أن العرض الشغال التصميمي للالة يزداد بزيادة زاوية

القرص ، وزادت قوة السحب للمشط القرصي من ٦.٩٢٢ الى ٨.٢٣٠ كيلونيوتن بزيادة زاوية القرص وذلك بسبب زيادة عمق الاثارة من ٨.٣٣٣ الى ٩.٣٣٣سم وزادت نسبة الانزلاق من ٩.٥٦٥ الى ١١.٦٠٠% بزيادة زاوية القرص بسبب زيادة قوة السحب ، وزادت الانتاجية العملية من ٣.٥٧١ الى ٣.٦٦١ دونم/ ساعة بزيادة زاوية القرص بسبب زيادة العرض الشغال الفعلي للالة الذي هو أحد مركبات الانتاجية العملية ، وزاد عدد الكتل التي يزيد قطرها عن ٥سم /م^{٢} من ٧.١١١ الى ٨.٨٨٩ كتلة /م^{٢} بزيادة زاوية القرص والسبب يعود الى زيادة عمق الاثارة وهذا يتفق مع ما ذكره Aykas وآخرون (٢٠٠٤).

الجدول(١): تأثير زاوية القرص في الصفات المدروسة.

زاوية القرص	قوة السحب (كيلو نيوتن)	قدرة السحب (كيلوواط)	نسبة الانزلاق (%)	عمق الاثارة (سم)	عرض الاثارة (سم)	معامل إستغلال العرض (%)	الانتاجية العملية (دونم/ ساعة)	عدد الكتل بقطر> ٥سم/م٢
(١)	٦.٩٢٢	١٣.١٧٦أ	٩.٥٦٥	٨.٣٣٣	١٣٥.٣٣٣ب	٩٢.٠٦٣ب	٣.٥٧١	٧.١١١
(٢)	٨.٢٣٠	١٥.٢٨٦ب	١١.٦٠٠	٩.٣٣٣	١٤١.٨٨٩أ	٩٣.٣٤٨أ	٣.٦٦١	٨.٨٨٩

القيمة أ هي الافضل. الاعمدة التي لاتحتوي على احرف لا تختلف عن بعضها معنويا.

٢- تأثير السرعة الامامية في الصفات المدروسة: يتبين من الجدول (٢) وجود فروقات معنوية لتأثير السرعة الامامية في جميع الصفات المدروسة حيث تفوقت السرعة ٥.٧٧ كم/ ساعة معنويا على بقية السرع وحققت أقل قوة سحب ٦.٤٥٩ كيلونيوتن وقدرة سحب ٩.٨٧٥ كيلوواط ونسبة إنزلاق ٦.٢٣٩% وأكبر عمق إثارة ٩.٩١٧ سم ، في حين تفوقت السرعة ٩.٠٤ كم / ساعة معنويا على بقية السرع وحققت أكبر عرض إثارة ١٤٠.٦٦٧ سم ومعامل إستغلال للعرض الشغل ٩٤.٠٧٦ % وإنتاجية عملية ٤.٣٦٥ دونم/ساعة وأقل عدد من الكتل التي يزيد قطرها عن ٥سم /م^{٢} ٦.٠٠٠ كتلة/م^{٢} . إذ يلاحظ بزيادة السرعة الامامية تزداد قوة السحب وذلك بسبب زيادة إجهاد قص التربة مما أدى الى زيادة قدرة السحب ونسبة الانزلاق كما زاد عرض إلاثارة بزيادة السرعة بسبب زيادة زخم الالة على التربة وبالتالي فان هذا الزخم إدى الى زيادة العرض وهذا يتفق مع ما جاء به الطحان وآخرون (١٩٩٥) , وزاد معامل إستغلال العرض الشغال بزيادة السرعة الامامية وذلك بسبب زيادة عرض الاثارة , كما زادت الانتاجية العملية بزيادة السرعة , وإنخفض عدد الكتل التي يزيد قطرها عن ٥سم/ م^{٢} بزيادة السرعة وذلك بسبب زيادة درجة تفتيت التربة وهذا يتفق مع ذكره الهموندي (٢٠٠٢).

الجدول(٢): تاثير السرع الامامية في الصفات المدروسة.

السرعة الامامية (كم/ ساعة)	قوة السحب (كيلو نيوتن)	قدرة السحب (كيلوواط)	نسبة الانزلاق (%)	عمق الاثارة (سم)	عرض الاثارة (سم)	معامل إستغلال العرض (%)	الانتاجية العملية (دونم/ ساعة)	عدد الكتل بقطر> ٥سم/م٢
٥.٧٧	١٦.٤٥٩	١٩.٨٧٥	١٦.٢٣٩	١٩.٩١٧	١٣٦.٣٣٣ج	٩١.١٨٤ج	٢.٩٥٠ج	١٠.٠٠٠ج
٧.١٨	٧.١٩٤ب	١٢.٩٢٦ب	١١.٣٥١ب	٨.٧٥٠ب	١٣٨.٨٣٣ب	٩٢.٨٥٥ب	٣.٥٣٤ب	٨.٠٠٠ب
٩.٠٤	٩.٠٧٥ج	١٩.٨٩٤ج	١٤.١٥٩ب	٧.٨٣٣ج	١١٤٠.٦٦٧	١٩٤.٠٧٦	١٤.٣٦٥	١٦.٠٠٠

القيمة أ هي الافضل. الاعمدة التي لاتحتوي على احرف لا تختلف عن بعضها معنويا.

٣- تأثير التداخل بين زاوية القرص والسرعة الامامية في الصفات المدروسة: يلاحظ من الجدول (٣) تأثر صفة عمق الاثارة معنويا بالتداخل بين زاوية القرص والسرعة الامامية إذ تفوقت معاملة الزاوية الثانية بالسرعة ٥.٧٧ كم /ساعة معنويا على بقية المعاملات وحققت أكبر عمق إثارة ١٠.٦٦٧ سم أما معاملة الزاوية الاولى بالسرعة ٩.٠٤ كم/ساعة فقد حققت أقل عمق إثارة ٧.٥٠٠سم , في حين لم تتأثر بقية الصفات معنويا بالتداخل . والملاحظ بزيادة السرعة من ٥.٧٧ الى ٩.٠٤ كم/ساعة تزداد قوة السحب بمقدار ٤٢% و٤٠% وقدرة السحب بمقدار ١٠٤% و١٠٠% ونسبة الانزلاق بمقدار ١٥١% و١١٠% وعرض الاثارة بمقدار ٣% و٤% والانتاجية العملية بمقدار ٤٧% و ٤٨% ويقل عمق الاثارة بمقدار ٢٢% و٣١% وعدد الكتل بمقدار ٧٥% و٦٠% عند الزاوية الاولى والثانية على التوالي .

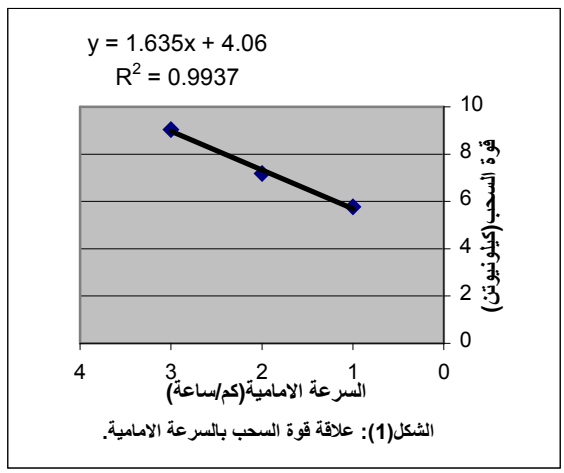
الجدول(٣): تاثير التداخل بين زاوية القرص والسرع الامامية في الصفات المدروسة.

زاوية القرص	السرعة الامامية (كم/ساعة)	قوة السحب (كيلونيوتن)	قدرة السحب (كيلوواط)	نسبة الانزلاق (%)	عمق الاثارة (سم)	عرض الاثارة (سم)	معامل إستغلال العرض(%)	الانتاجية العملية (دونم/ساعة)	عدد الكتل بقطر> ٥سم/م^{٢}

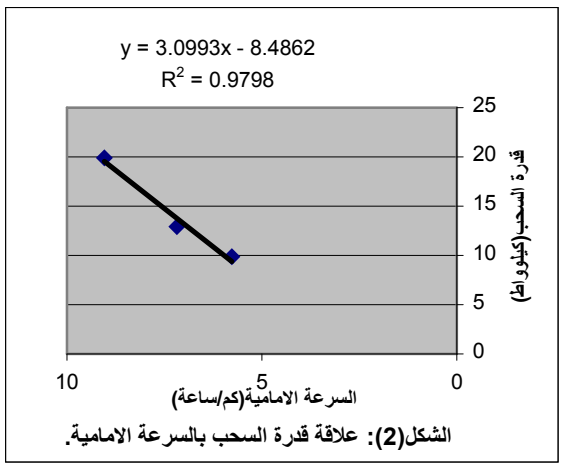
(١)	٥.٧٧	٥.٨٨٦	٩.١٠٣	٥.١٩٩	٩.١٦٧ب	١٣٣.٣٣٣	٩٠.٧٠٣	٢.٩١٧	٩.٣٣٣
	٧.١٨	٦.٥٤٠	١١.٨٩٧	١٠.٤٤٥	٨.٣٣٣ج	١٣٥.٦٦٧	٩٢.٢٩٠	٣.٤٨٩	٦.٦٦٧
	٩.٠٤	٨.٣٣٩	١٨.٥٣٢	١٣.٠٥٣	٧.٥٠٠د	١٣٧.٠٠٠	٩٣.١٩٧	٤.٣٠٧	٥.٣٣٣
(٢)	٥.٧٧	٧.٠٣١	١٠.٦٤٦	٧.٢٧٩	١٠.٦٦٧أ	١٣٩.٣٣٣	٩١.٦٦٦	٢.٩٨١	١٠.٦٦٧
	٧.١٨	٧.٨٤٨	١٣.٩٥٦	١٢.٢٥٦	٩.١٦٧ب	١٤٢.٠٠٠	٩٣.٤٢١	٣.٥٧٨	٩.٣٣٣
	٩.٠٤	٩.٨١٠	٢١.٢٥٤	١٥.٢٦٥	٨.١٦٧ج	١٤٤.٣٣٣	٩٤.٩٥٦	٤.٤٢٢	٦.٦٦٧

القيمة أ هي الافضل. الاعمدة التي لاتحتوي على احرف لا تختلف عن بعضها معنويا.

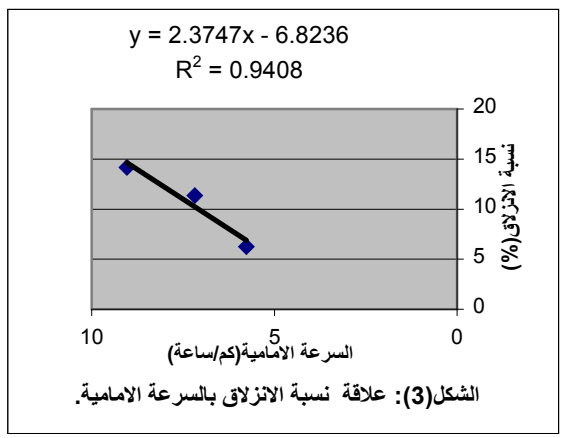
معادلات الانحدار التنبؤية: تشير الاشكال من **١ الى ٨** وجود علاقات خطية بين السرعة الامامية وجميع الصفات المدروسة ، اذ كانت جميع معادلات الانحدار معنوية عند مستوى احتمال **٥%** والملاحظ ان هذه العلاقات طردية في الاشكال **١و٢و٣و٤و٥و٦** أي زيادة المتغير المعتمد Y الذي يمثل الصفة المدروسة بزيادة المتغير المستقل X الذي يمثل السرعة الامامية في حين كانت العلاقات عكسية في الاشكال **٧و٨ أي حدوث** زيادة في المتغير المعتمد Y بنقصان المتغير المستقل X ، كما يلاحظ في الاشكال المذكورة قيمة معامل التحديد R^2 والتي تعني قيمته تفسير التغيرات الموجودة بين قيم المتغير المعتمد Y من قبل المتغير المستقل X، **اذ ان ٩٩.٣%** من التغيرات في قوة السحب و **٩٧.٩%** **في قدرة السحب و ٩٤% في نسبة الانزلاق و ٩٧.٢% في عرض الاثارة و ٩٨% في معامل استغلال العرض الشغل و ٩٩.٩%** في الانتاجية العملية و **٩٧.٨% في عمق الاثارة و ٩٩.٣%** في عدد الكتل التي يزيد قطرها عن **٥سم/م**^{2} يمكن ان تفسر من قبل السرعة الامامية.



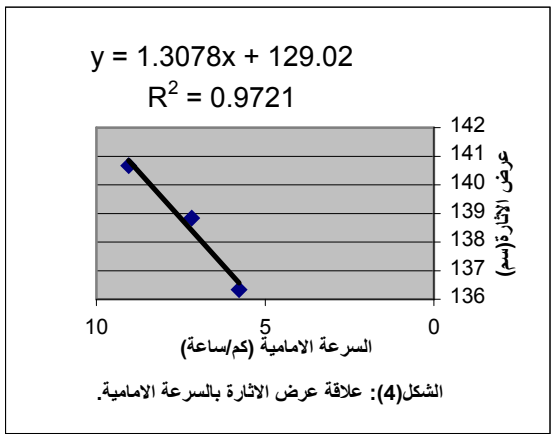
الشكل(1): علاقة قوة السحب بالسرعة الامامية.



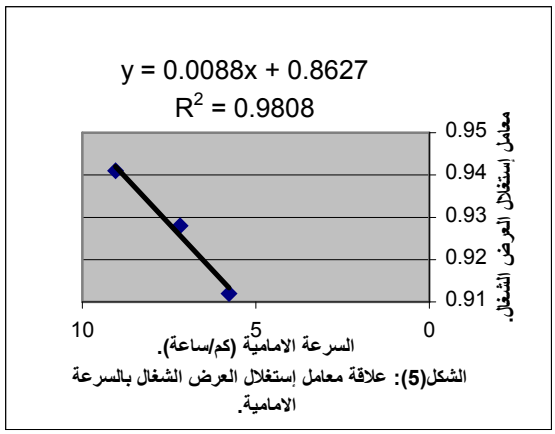
الشكل(2): علاقة قدرة السحب بالسرعة الامامية.



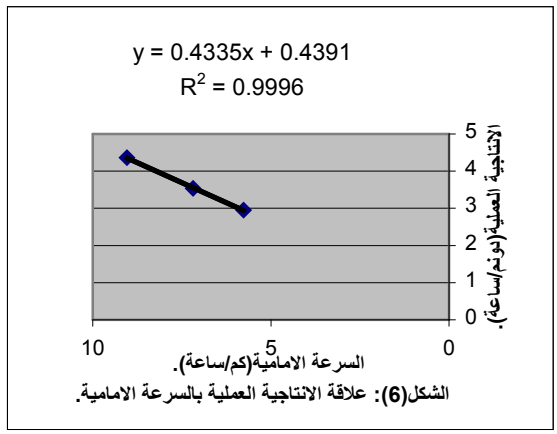
الشكل(3): علاقة نسبة الانزلاق بالسرعة الامامية.



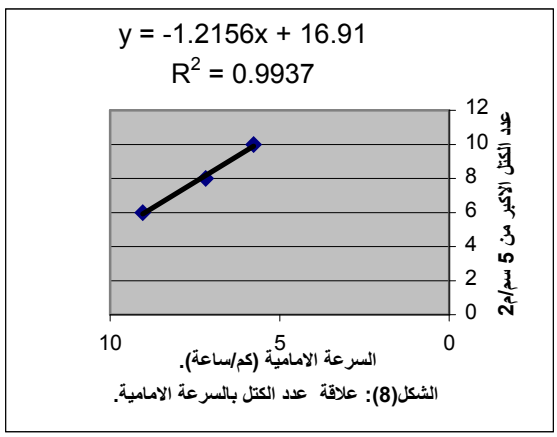
الشكل(4): علاقة عرض الاثارة بالسرعة الامامية.



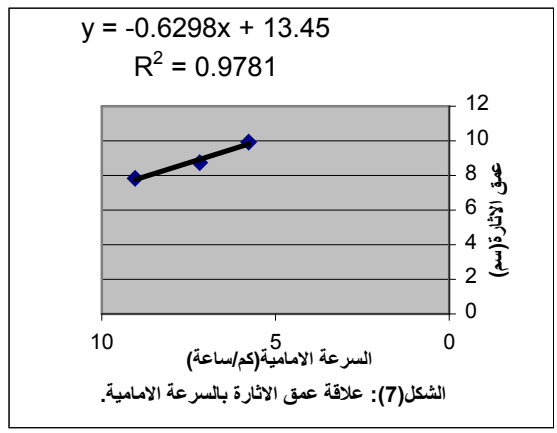
الشكل(5): علاقة معامل إستغلال العرض الشغل بالسرعة الامامية.



الشكل(6): علاقة الانتاجية العملية بالسرعة الامامية.



الشكل(8): علاقة عدد الكتل بالسرعة الامامية.



الشكل(7): علاقة عمق الاثارة بالسرعة الامامية.

EFFECT OF DISK ANGLE IN PERFORMANCE OF DISK HARROW AT DIFFERENT SPEEDS

Mothana A. Noori Rafi'e A. Mohammad Noori Husain A. Hamood
Ahmed k. Saleem
Dept. of Agric. Mechanization, Coll. of Agric. & Forestry, Univ. of Mosul, Iraq.

ABSTRACT

The experiment was carried out at fields of college of agriculture and forestry, university of Mosul to study the effect of two disk angles for the offset disk harrow 15°, 20° and 20°, 25° for the front and rear gang respectively , and three forward speeds 5.77 , 7.18 and 9.04 Km/hr on pulling force , drawbar power , slippage percentage , cutting depth , cutting width , coefficient of cutting width , effective field capacity and number of soil aggregates larger than 5 cm/m^2. Results showed that the effect of disk angle was significant in drawbar power , cutting width and coefficient of cutting width while there were no significant differences concerning other studied characteristics , there was extrusive relation between the disk angle and all studied characteristics. The effect of interaction between disk angle and forward speeds was significant in cutting depth while there were no significant differences concerning other studied characteristics.

المصادر

البنا ، عزيز رمو (١٩٩٠). معدات تهيئة التربة ، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.

داؤد ، خالد محمد (١٩٩٠). الطرق الاحصائية للابحاث الزراعية ، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.

الطحان ، ياسين هاشم ، سعدالدين محمد امين وحسان حازم محمد (١٩٩٥). تاثير سرع الحراثة في الاداء الحقلي للمحراثين المطرحي والقرصي القلاب ، مجلة زراعة الرافدين ، ٢٧(١) :٧٧-٨٠.

الهموندي ، محمد سالار عزيز(٢٠٠٢). تاثير نوعين من الات التجميع الميكني لتهيئة التربة في بعض المؤشرات الفنية وحاصل الحنطة ، رسالة ماجستير ، قسم المكننة الزراعية ، كلية الزراعة والغابات ، جامعة الموصل.

Aykas, E., E. Cakir and E. Gulsoylu (2004). The effect of tillage parameters on the performance of heavy duty offset disk harrow, Asian J. of Plant Science , 3(4) : 425-428.

Al- Janobi , A. A. and S. A. Al- Suhaibani (1998). Draft of primary tillage implements in sandy loam soil , Applied Engineering in Agriculture , 14(4): 343-348.

Hunt, D. (1983).Farm Power and Machinery Management. 8th ed. Iowa State Univ. Press. , U.S.A.

Schafer, R. L., C. E. Johnsson, M. L. Chapman and W. R. Gill (1991). Disk spacing model for optimizing gang performance, Transaction of ASAE, 34:711-717.

Serrano, J. M., J.O.Peca, A.Pinheiro, M.Carvalho, M. Nunes, L. Ribeiro and F.Santos (2003).The effect of gang angle of offset disc harrows on soil tilth , work rate and fuel consumption, Biosystems Engineering. 84(2):171-176.

Serrano, J. M. and J.O. Peca (2008). The forward speed effect on draught force required to pull trailed disc harrow Spanish J. of Agri. Res., 6(2):182-188.

Sheikh, G. S., j. Sail and M. Afzal (1980). Disk harrow an appropriate tillage implement , AMA 11(4):41- 44.