

تحليل تجريبي للاجهادات المتولدة في ساق المحراث لسرع وأنواع تربة مختلفة

سعد توفيق محمد

قسم الهندسة الميكانيكية

الخلاصة

تم خلال هذا البحث دراسة تحليل الاجهادات في ساق المحراث تحت التربة (subsoiler) اثناء الحراثة لسرع ونوع تربة مختلفتين. حيث تم اجراء فحص مختبري للتربة في مختبرات الهندسة المدنية جامعة الموصل وتبين ان نوع التربة الاولى هي طينية والتربة الثانية مزيجية، ثم اجري فحص لنوع المعدن المستخدم في ساق المحراث والخواص الميكانيكية له وتبين ان المعدن من نوع (High quality steel). تم تثبيت الابعاد والقياسات الاساسية لساق المحراث من حيث التصميم الميكانيكي بغية تحليل الاجهادات المتولدة على هيكلية الساق باستخدام تقنية العناصر المحددة (Finite element technique) من خلال تطبيق برنامج (Ansys release 14.0) وبيان مدى تحمله لظروف مشابهة للظروف الحقلية التي يعمل فيها المحراث. اخذت الاجهادات الثلاثية المحاور (x, y, z) اضافة الى الاجهاد المكافئ (Von-Mises) والاجهاد الرئيسية (Principal Stresses) وكذلك نسب الانحراف (Deflection) عن (x, y, z) .

تم خلال المرحلة العملية تثبيت عدد من مجسات الانفعال (Strain Gauges) على ساق المحراث عند كلا الوجهين لغرض قياس الانفعالات ومن ثم احتساب الاجهادات المتولدة عمليا، حيث اخذ عامل السرعة وبتلات مستويات (2.39، 3.37 6.35) كم/ساعة وعند نوعين من التربة.

يلاحظ ان قيم الاجهادات في التربة الطينية أعلى مما هي عليه في التربة المزيجية وذلك لاختلاف مكونات نسجة الترتين والذي يؤدي الى اختلاف مقاومة الترتين ، كما يلاحظ زيادة الاجهادات بزيادة السرعة لان الزيادة في السرعة تؤدي الى زيادة الزخم المسلط على ساق المحراث.

Experimental Analysis of the Stress Developed in the Draw-bar During the plowing process for Different Speed and Types of Soil

S.T. Mohammad

University of Mosul/ Collage of Agriculture

Abstract

A stress analysis in the draw- bar during the tillage operation in two different types of soils and speeds has been carried out. The analysis of the soil types was conducted in the laboratory of Civil Engineering, University of Mosul. This analysis revealed two types of soils : clay and mixed, The material of the draw-bar and its mechanical properties were obtained. Then the stresses generated in small scale model were obtained using the finite element analysis using the “Ansys Release 14.0” program. Three dimensional stresses together with the equivalent Von-Mises and principal stresses have been obtained. The percentage deformation in the x,y and z direction were also obtained.

During the operational stage, the stresses were measured using a number of electrical resistance strain gauges type PL-15-11 fixed on both sides of the draw-bar while the tractor was driven in two different soils at varies speeds (2.39, 3.37, 6.35) km/h.

It was observed that the stresses were higher in clay soil more than those in a mixed soil due to the different composition in soil this will create different resistance in both types of soil . It was also observed that stresses increased with increasing speeds due to increase in momentum

Keywords: stress analysis, draw-bar, speed of machinery, soil test.

ان حركة معدات الحراثة في التربة يرافقها قوى تعمل على اجبار دقائق التربة المتماسكة والموجودة امامها من الانهيار والانكسار والتفكيك، كما انه في نفس الوقت الذي يصاحب حركة تلك الدقائق هناك اجهادات تتعرض لها تلك المعدات العاملة من قبل التربة، وان قيمة هذه الاجهادات تختلف من حيث الزيادة والنقصان باختلاف الاعماق والتفكيك الذي يحصل للتربة من قبل تلك المعدات وباختلاف سرعة العمل التي تتحرك بها داخل التربة وحتى باختلاف نوع التربة المراد معاملتها [10].

يعرف الاجهاد بانه قياس لكثافة القوى الداخلية الكلية العاملة داخل جسم ما عبر مساحة المقطع العرضي التخيلي، كرد فعل على القوى الخارجية المطبقة وقوى الجسم (تأثير الجاذبية الارضية) ولا يمكن قياس الاجهاد مباشرة، ولكن يمكن حسابه من خلال قياسات الانفعال ومعرفة خواص المرونة للمادة من خلال قياس الاجهادات باستخدام مقياس الانفعال (strain meter) [9]

واوضح Adamchuk [4] في دراسة لحساب التغيير المستمر في سلوكية الانفعال والاجهادات على سطح السلاح وبصورة ديناميكية وباستخدام مجس الانفعال (strain gauges) انه كلما زاد عمق الحراثة والسرعة الامامية زادت مقاومة التربة للاختراق وزادت قيم الاجهاد والانفعال، وان اعلى قيمة كانت عند انف السلاح عند اقصى عمق للحراثة، لكن قيمتها بدأت بالانخفاض تدريجيا كلما قل العمق وانخفضت السرعة الامامية للحراثة، وان قيمة الاجهادات بدأت تقل تدريجيا كلما اخذت المسافة تبتعد عن انف السلاح [2].

ونتيجة للعمق الكبير الذي يصله المحراث تحت التربة فانه سوف يلاقي مقاومة واجهادات شديدين من قبل التربة تحاول ان تمنع وتعيق من اختراق ونفوذ سلاح المحراث وعلى ضوء ذلك يجب ان يمتلك سلاح المحراث الذي هو الجزء الاكثر تعرضا للاجهادات والمقاومة صلادة ومتانة عاليتين تمكنه من مقاومة هذه الاجهادات من دون ان يكون هناك اي حالة فشل او تشوه او كسر فيه [3 11].

ويعتبر تحليل الاجهادات احد الاختصاصات الهندسية التي تقوم بتغطية طرق تحديد وتوزيع الاجهادات والتشوهات المرنة التي تتعرض لها الالات عند خضوعها لقوى او احمال خارجية بغية الوصول الى الهدف المنشود وهو تصميم بنية هندسية ذات موثوقية وامان عالي قادرة على تحمل الشروط التصميمية الموضوعية. ويتضمن تحليل الاجها وتصميم تركيبها وقياساتها تبعا للاجهادات التي تتعرض لها تلك الاجزاء [9].

يهدف البحث الى اجراء دراسة عددية وتجريبية للاجهادات المستحثة في ساق المحراث وعند سرع ونوع تربة مختلفة.

مواد البحث وطرائقه :

اشتمل الجزء الاول من دراسة البحث على عدة اختبارات منها نوع التربة وتبين ان نوع التربة الاولى طينية والثانية مزيجية وكذلك نوع المعدن المستخدم لساق المحراث تحت التربة حيث تم اجراء الفحص في مختبرات المعهد التقني/نينوى في قسم الهندسة الميكانيكية وبإشراف احد المتخصصين في جودة المختبرات وكان المعدن من نوع (High quality steel analloyed) وان قياس مقاومة الشد كانت (590-780) نيوتن/ملم² وصلادة المعدن (143) بمعيار HRB ونسبة الاستطالة هي % (12-14) ، اما اجهاد الخضوع للمعدن فكانت (355-440) نيوتن/ملم² [7]. كما تم خلال هذه المرحلة تثبيت الابعاد والقياسات الاساسية لساق المحراث (شكل 1) وبالاعتماد على هذه الابعاد والقياسات وكذلك نوع المعدن المستخدم تم تحديد توزيع الاجهادات المؤثرة على هيكلية بطريقة العناصر المحددة (finite-element) مستخدما برنامج (Ansys release-14) وكان نوع العنصر المستخدم هو SOLID185 وعدد العناصر المستخدمة هو 343 عنصر وعدد العقد في العنصر الواحد هو 8 عقد ولكلا الموقعين وبيان مدى تحمله لتلك الاجهادات وذلك من خلال النتائج التي تم الحصول عليها بالاعتماد على الا مال والقوة المسلطة عليه والتي تم الحصول عليها من المعادلة (1) [5].

$$D = F_i [A + B_{(s)} + C_{(s)}^2] \cdot WT \quad \dots\dots\dots (1)$$

حيث ان :

D : قوة سحب الالة (نيوتن)

F : معامل يعتمد على نسجة التربة

A, B, C :

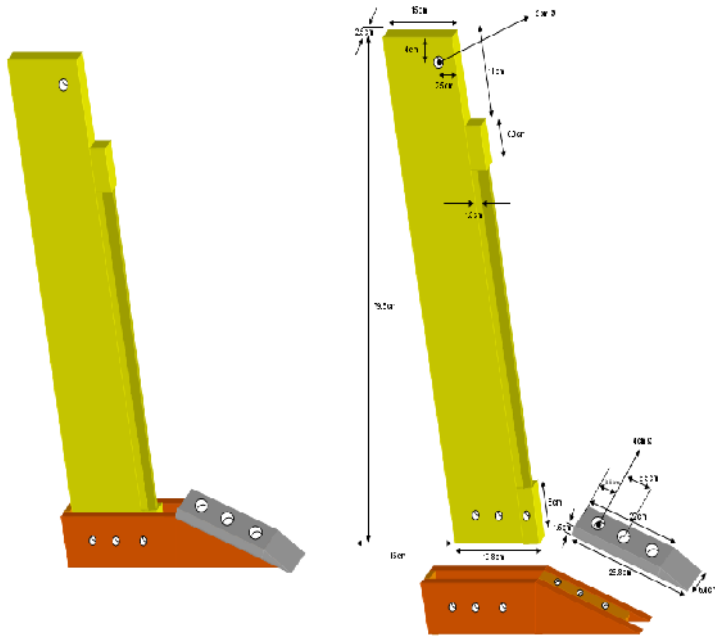
S : سرعة الحراثة (كيلومتر/ ساعة)

W :

T : ()

i : دليل نوعية التربة

تحليل تجريبي للاجهادات المتولدة في ساق المحراث لسرع وأنواع



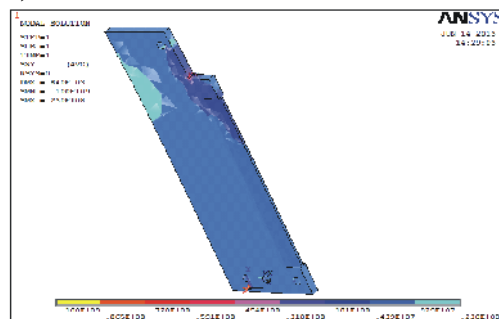
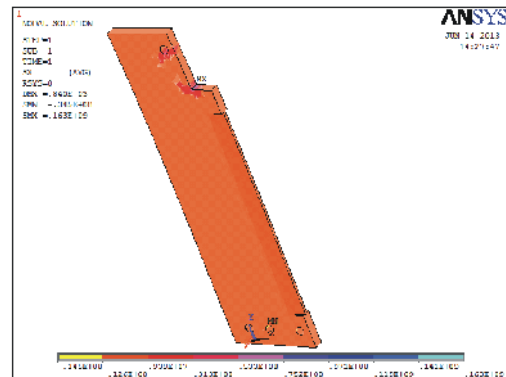
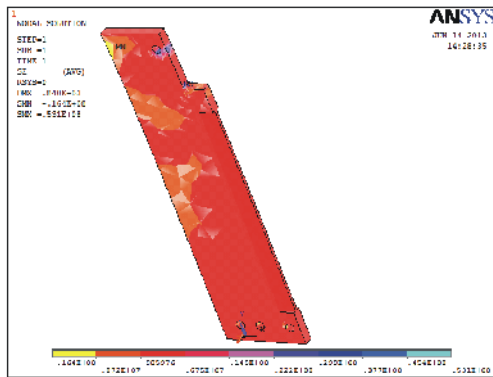
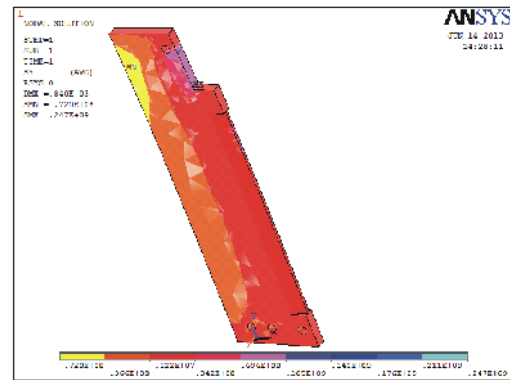
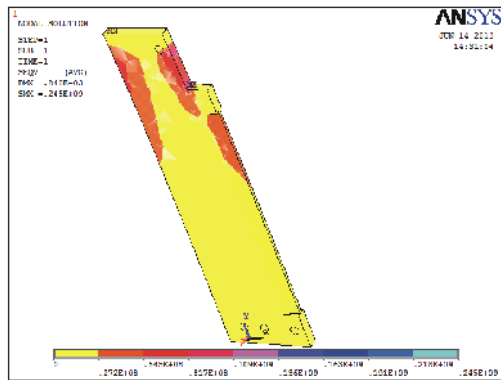
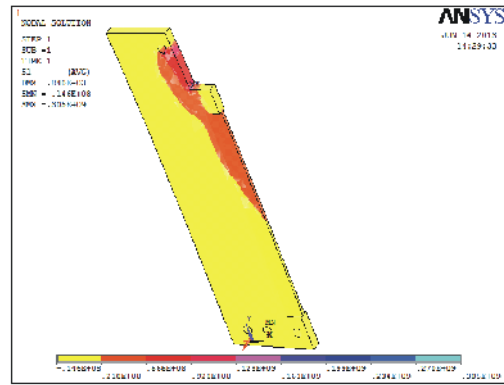
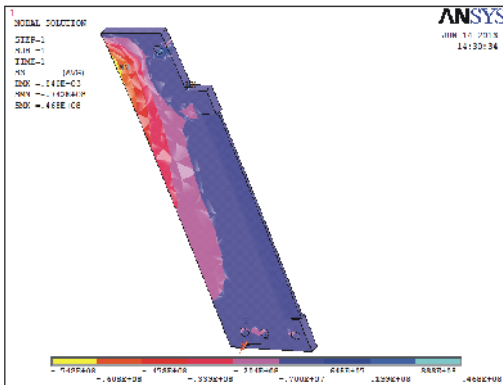
(1)

(1) مكونات نسجة التربة

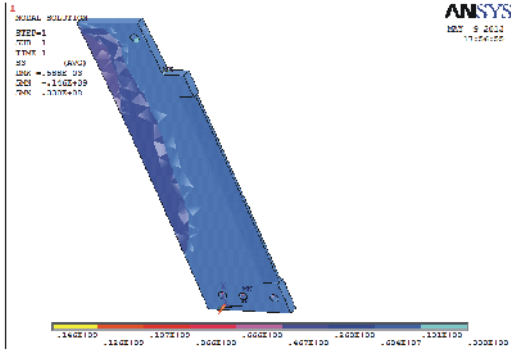
Sand	غرين silt	طين clay		
%17	%23	%60	طينية	
%35	%47	%18	مزيجية	

نلاحظ من اشكال توزيع الاجهادات على بدن ساق المحراث تحت التربة (subsoiler) ان النتائج التي تم الحصول عليها بالنسبة للموقع الاول قد سجلت اعلى قيمة عند الاجهادات الرئيسية (principle stresses) الشكل رقم (2-أ) حيث كانت (301) نيوتن/م² (Tension) (46.2) نيوتن/م² (compression) (-2) (242) نيوتن/م² (von mises) (-2) (243) نيوتن/م²، ثم اجهاد الـ (242) نيوتن/م² (y (-2) (243) نيوتن/م²، ثم اجهاد الـ (242) نيوتن/م² (x (-2) (161) نيوتن/م² ثم الاجهاد باتجاه z الشكل (2-ب) وكان (52.5) نيوتن/م² في حين ان اقل نسبة اجهاد تم تسجيلها كانت عند اجهاد القص الشكل (2-ج) والتي كانت (22.7) نيوتن/م² وعند مقارنة النتائج العملية مع النظرية باستخدام نظرية العناصر المحددة وجد ان هناك دقة بنسبة 95% حيث كانت الاجهادات الرئيسية النظرية 301 نيوتن/سم² بينما الاجهادات الرئيسية العملية 292 نيوتن/سم² بالنسبة للموقع الاول. اما بالنسبة للموقع الثاني فكانت الاجهادات الرئيسية النظرية 219 نيوتن/سم² بينما الاجهادات الرئيسية العملية 221 نيوتن/سم² وهذا يعزى الى ان هناك عدد من المتغيرات التي تؤثر على الجانب العملي منها طبيعة التربة وعدم تناسق توزيعها مع سطح المحر.

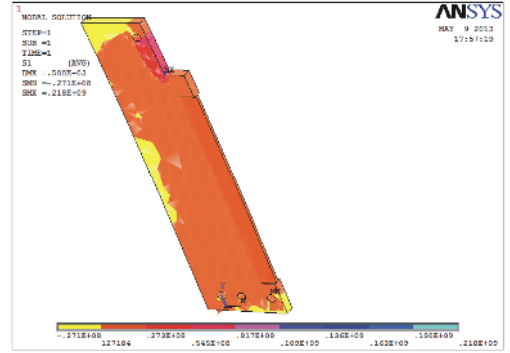
اما بالنسبة للموقع الثاني فان النتائج التي تم الحصول عليها قد سجلت اعلى قيمة لها عند الاجهادات الرئيسية (principle stresses) الشكل (3-أ) وكانت (219) نيوتن/م² في الشد (Tension) و (33.3) نيوتن/م² في الانضغاط (compression) الشكل (3-ب) اما باتجاه y الشكل (3-ج) فكانت (176) نيوتن/م² ثم اجهاد الـ (176) نيوتن/م² (von mises) الشكل (3-د) وكان (176) نيوتن/م² اما باتجاه x الشكل (3-هـ) فكان (112) نيوتن/م² ثم اجهاد القص الشكل (3-و) (81.4) نيوتن/م² في حين ان اقل نسبة اجهاد كانت باتجاه z (-3) (37.8) نيوتن/م².



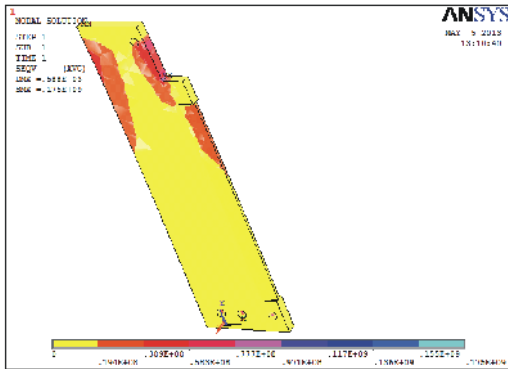
تحليل تجريبي للاجهادات المتولدة في ساق المحراث لسرع وأنواع :



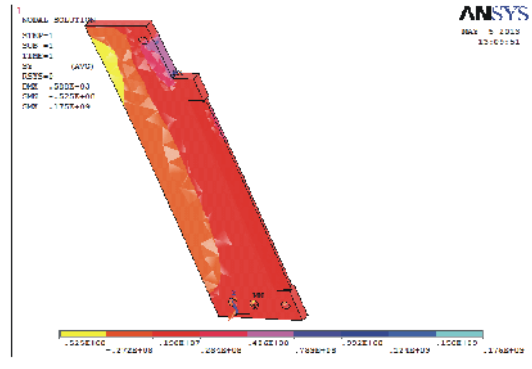
Compression (-3)



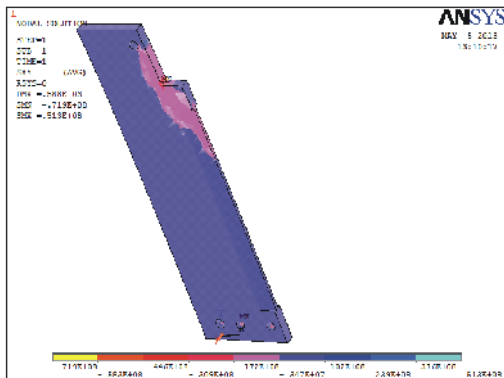
Tension (-3)



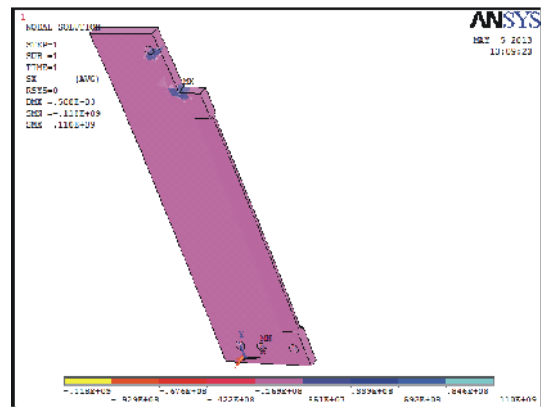
Von mises (-3)



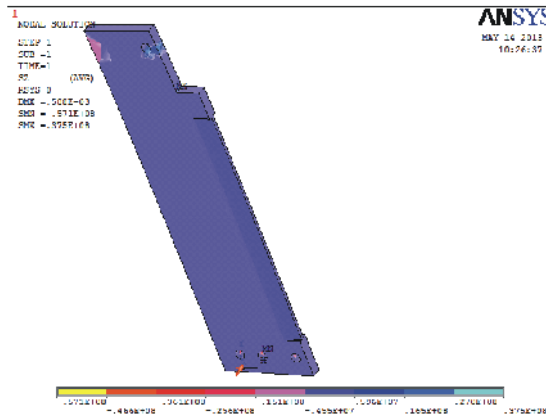
y-stress (-3)



Shear xy (-3)

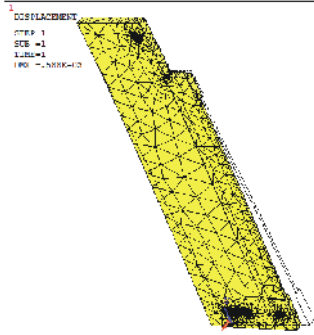


X-stress (-3)



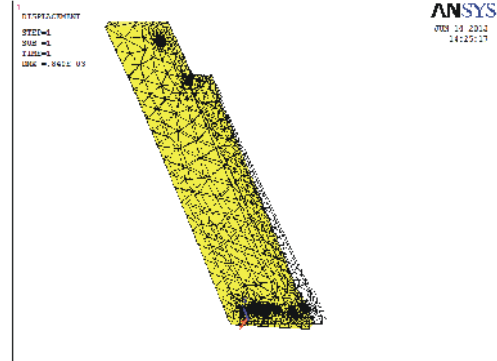
Z-stress (-3)

وبالرغم من تلك القيم العالية للاجهادات وخصوصا الرئيسية فانها تعتبر ضمن حدود اجهاد الخضوع للمعدن والذي قيمته (420) نيوتن/ملم² وان معامل الامان هو 1.4. اما الانحرافات الحاصلة في ساق المحراث فكانت اعلى قيمة لها هي (8.30) ملم بالنسبة للموقع الاول و (5.93) ملم بالنسبة للموقع الثاني وذلك عند قاعدة الساق، ثم يبدأ الانحراف بالانخفاض كلما ابتعدنا عن قاعدة الساق الشكل (2- ح) والشكل (3- ح)، ويعزى هذا الى أن انف السلاح الذي هو الجزء الاول الذي يلامس التربة ويقوم باختراقها سوف يلاقي مقاومة عالية من قبل التربة تتحول الى اجهادات عند قاعدة الساق وهذا يتفق مع ما اشار اليه [8] من ان انف السلاح يواجه أعظم مقاومة اثناء الحراثة.



(-3)

deformed and undeformed shape



(-2)

deformed and undeformed shape

. 40

ويوضح الجدول (2) قيم الاجهادات على ساق المحراث لموقعين مختلفين ولسرعة

(2) قيم الاجهادات بين مختلفين

الاجهادات (نيوتن/سم ²)			(/)			()	
291.97	261.5	234	6.35	3.37	2.39	40	
221	216	205	6.35	3.37	2.39	40	

يلاحظ من قيم الاجهادات التي تم الحصول عليها وعند نفس السرعة ولكلا الموقعين ان قيم الاجهادات في الموقع الاول وهذا يعزى الى اختلاف مكونات نسجة الترتين والذي بدوره يؤدي الى اختلاف مقاومة الترتين (1) حيث يلاحظ ان تماسك جزيئات التربة في الموقع الاول اكثر وذلك لاحتوائها على نسبة كبيرة من الطين وهذا بدوره يؤدي الى زيادة مقاومة اختراق التربة وبالتالي زيادة الاجهادات [1]، كما يلاحظ زيادة الاجهادات بزيادة السرعة وذلك لان زيادة السرعة تؤدي الى زيادة الزخم المسلط على ساق المحراث (2) وبزيادة الزخم سوف تزداد (3) وهذا بدوره يؤدي الى زيادة الاجهادات وكما هو موضح في الشكل (4) ولكلا الموقعين.

$$P = m \cdot v \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$P = F \cdot t \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad \text{-----} (4)$$

حيث أن :

: P

: m

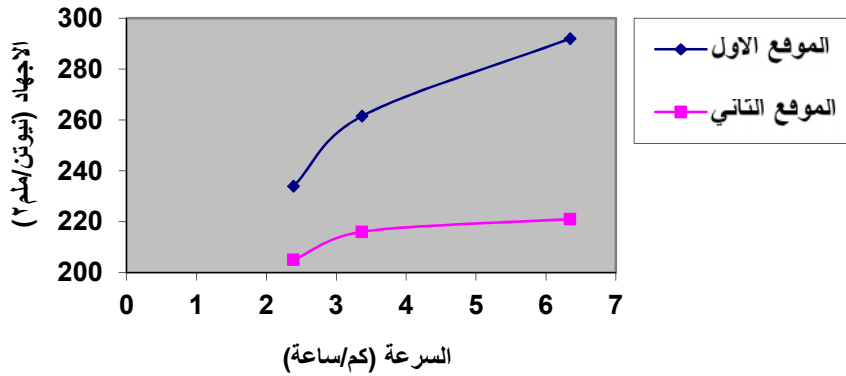
: V

: F

: t

σ : الاجهاد المسلط على ساق المحراث

تحليل تجريبي للاجهادات المتولدة في ساق المحراث لسرع وأنواع :



(4) مخطط اجهاد -

الاستنتاجات والتوصيات :

والتحليل يمكن التوصل الى مايلي :

1. ضرورة ان يكون هناك رعة المعنية بقيادة الساحة ونوع وقيم الاجهادات المتولدة عند اعماق مختلفة بغية اجراء التصميم الامثل والاكثر اماناً.
2. ضرورة ان يكون هناك استخدامات و على الكلفة الاجمالية للساحة.
- 3- استخدام قياسات مختلفة للمحراث المصنع وحسب نوع التربة التي سوف تستخدم عملياً.

:

1. البناء، عزيز رمو (1990). معدات تهيئة التربة، جامعة الموصل، دار الكتب للطباعة والنشر.
2. حسين ظاهر (2004). التصميم الميكانيكي لبدن محراث مطرحي قلاب من خلال تحليل الاجهادات وقياس الاداء، اطروحة دكتوراه، قسم الممكنة الزراعية، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل.
3. ملا علي، صباح محمد جميل (1989) ميكانيك المواد، ترجمة الجزء الاول للمؤلف أيان جون هيران، طبعة الثانية (2013) دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.
4. Adamchuk, V.I; Morgan, M.T. and Sumali, H. (2001). Application of strain gauge array to estimate soil mechanical impedance on the go. Transactions of ASAE, 44(6); 1377-1383.
5. Agricultural Machinery Management Data. ASAE standards 2001 P.363
6. Hendry, A.W., 1968, Elements of Experimental stress analysis. Printed in Great Britain by page Bros. (Norwich) land d., Norwich.
7. Key to steel (DIN) 1988.
8. Mouzen A.M. and M. Nemeny i (1999). Finite element analysis of subsoiler cutting in non homogenous sandy loam soil. Soil and tillage Res.
9. Shackeford. J.F. "Failure Analysis" The Engineering Handbook Ed. Richard C. DorfBoca Raton; CRC Press LLC, 2000
10. Sharifat. kand Kushwaha, R-L. (2000). Modeling soil movement by tillage tools. Can. Agric. Engi, 42(4): 165- 172.
11. Wole Soboyejo, Marcel Dekker Mechanical Properties of engineered materials Inc. U.S.A. 2000

تم اجراء البحث في كلية الهندسة = جامعة الموصل