

## التحليل الديناميكي للاجهادات المتولدة في ساق المحراث

سعد توفيق محمد الشكرجي  
مدرس مساعد  
كلية الزراعة / جامعة الموصل

شامل محمد صالح حسن  
مدرس مساعد  
كلية الزراعة / جامعة الموصل

صباح محمد جميل ملا علي  
استاذ  
كلية الهندسة / جامعة الموصل

### الخلاصة

تم دراسة الاجهادات المتولدة على ساق المحراث أثناء عملية الحراثة في تربتين مختلفتين، حيث تمت الدراسة على مرحلتين الاولى في مختبرات الهندسة الميكانيكية - جامعة الموصل والتي تم خلالها تحديد نوع المعدن والتركيبية الكيميائية والخواص الميكانيكية لساق المحراث، وفي مختبرات الجيوتكنيك التابعة لقسم الهندسة المدنية - جامعة الموصل من اجل تحديد نوع نسجة التربة وتبين ان هناك اختلاف في النسجة الخاصة بالتربتين. ومن ثم تثبيت الابعاد والقياسات الاساسية للساق من حيث التصميم الميكانيكي بغية تحليل الاجهادات المتولدة على هيكلية الساق باستخدام تقنية العناصر المحددة من خلال تطبيق برنامج ANSYS V5.4 وبيان مدى تحمله لظروف مشابهة للظروف الحقلية التي يعمل فيها المحراث. وأخذت عدد من الحالات منها الاجهادات بمحوري (x,y) اضافة الى ايجاد الاجهاد الاعظم وكذلك نسبة الانحراف. تم في المرحلة الثانية قياس الاجهادات المتولدة عملياً في ساق المحراث من خلال تثبيت عدد من المجسات على ساق المحراث و اجراء القياسات عملياً حيث اعتمد فيها عامل نوع التربة و بواقع نسجتين مختلفتين من التربة. وعامل العمق وبثلاث مستويات (30 سم، 35 سم، 40 سم) على التوالي.

## Dynamic Analysis of a Generated Stresses in a Draw bar

Sabah M.Jameel Ali  
Professor  
Coll. of Eng. Univ. of Mosul

Shamil M. Hassan  
Assistant lecturer  
Coll. of Agric. Univ. of Mosul

Saad T.Al-shakarchi  
Assistant Lecturer

### Abstract

The stress analysis in the draw bar has been analyzed fully during the tillage operation in two different soil types. The study was done in a series of two stages : The first was done, in the Mechanical Engineering Department, University of Mosul in order to obtain the analysis of material to be used in this study, the mechanical and physical properties of the draw bar metals. The analysis of the soils to be used was obtained in the Geotechnical laboratory in the Civil Engineering dept. later the dimensional Analysis of the draw-bar was fixed, then the stress- analysis generated at varies points on the draw-bar was obtained using the finite element analysis using the ANSYS V5.4 program. during the application of the draw-bar in a similar condition. Special cases, were taken in consideration such as the stresses in X, Y co-ordinates, in addition to the principal stresses.

During the second phase of this study, the stresses at a special locations were measured using a number of electrical resistance strain gauges fixed on the draw-bar while the Tractor was driven on two different soils at varies depth (30cm, 35cm, 40cm).

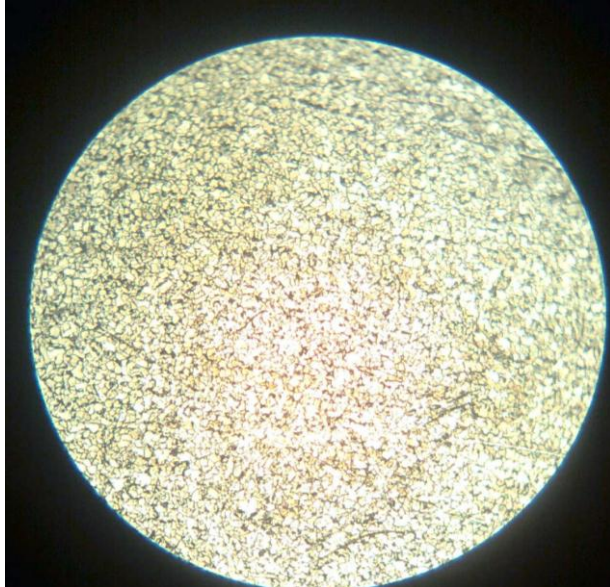
Keywords : drawbar, dynamic analysis, complex stresses

**المقدمة :**

تعد المحاريث التي تقلب التربة من معدات تهيئة التربة الاولى التي تحتاج الى قوة سحب كبيرة مقارنة بالآلات الزراعية الاخرى، ويوجد منها انواع مختلفة ولكل نوع يتطلب مراعاة التنظيم والتصميم الملائمين اثناء العمل ضمن سياقات السرعة والاعماق المطلوبة.

ويعد المحراث تحت التربة (subsoiler) من المحاريث التي تعمل بأعماق كبيرة، ونتيجة لهذه الاعماق فانه سوف يلاقي مقاومة واجهاداً شديدين من قبل التربة حيث تحاول ان تمنع وتعرقل من اختراق ونفوذ المحراث وعلى هذا الاساس يجب ان يمتلك سلاح المحراث صلادة ومتانة عاليتين تمكنه من مقاومة هذه الاجهادات من دون ان يكون هناك أي حالة فشل او تشوه أو كسر فيه [3، 9].

إن المطلوب عند تصميم المحاريث هو تحديد توزيع الاجهادات المؤثرة على هيكلتها الناتجة من تعرضها للاعمال الديناميكية. ويعد التحليل للاجهادات ضرورياً لتحديد مقاومة مختلف اجزاء المحراث، بينما تكمن الضرورة عند تحليل توزيع الانفعالات في تحديد سلوك ومرونة فاعلية المحراث. وقد تم في هذا البحث توظيف تقنية برنامج (ANSYS V5.4) لتحديد وتوزيع الاجهادات على ساق المحراث تحت التربة بأعماق مختلفة اضافة الى استخدام تقنية تحليل وقياس الاجهادات باستخدام مجسات الانفعال Electrical Resistance Strain Gauges لايجاد توزيع الانفعالات والاجهادات على ساق المحراث عملياً ومقارنة النتائج النظرية والعملية من اجل اعطاء مفهوم علمي واضح ودقيق للتحليل الديناميكي لساق الحراث والوصول الى افضل تصميم مستقبلاً.

**مواد البحث وطرائقه :**

اجريت المرحلة الاولى من الدراسة في مختبرات الهندسة الميكانيكية حيث شملت عدة اختبارات منها نوع المعدن المستخدم في ساق المحراث تحت التربة الذي تم الكشف عنه عن طريق أخذ عينة بقياسات معينة ومن ثم تم اجراء عملية التجليخ والغسل بالماء والصابون والتلميع (الصقل). تم استخدام محلول الاظهار (Nital) لغرض اظهار العينة بشكل جيد اثناء عملية الفحص المجهرى [2، 5]. ويوضح الشكل (1) الفحص المجهرى لمعدن ساق المحراث.

وكما تم تحديد نوع المعدن المستخدم والتركيبية الكيميائية له باستخدام جهاز فحص العينة كيميائياً. ويوضح الجدول (1) التركيبية الكيميائية والخواص الميكانيكية للمعدن [7].

شكل رقم (1) الفحص المجهرى لمعدن ساق المحراث

الجدول (1) التركيبية الكيميائية والخواص الميكانيكية لساق المحراث تحت التربة

نوع المعدن	التركيبية الكيميائية					الخواص الميكانيكية			
	Carbon (C%)	Silicon (Si%)	Manganese (Mn%)	Phosphorus (Pb%)	Sulfur (S%)	مقاومة الشد (نيوتن/ملم <sup>2</sup> )	الصلادة HRB	اجهاد الخضوع (نيوتن/ملم <sup>2</sup> )	نسبة الاستطالة %
High quality steel, unalloyed	0.12 -0.18 %	0-0.4 %	0.3-0.6 %	0-0.03 %	0-0.03 %	590-780	143	355- 440	12-14 %

كما تم خلال هذه المرحلة تثبيت الابعاد والقياسات الاساسية لساق المحراث وكما في الشكل رقم (2) وبالاعتماد على هذه الابعاد والقياسات وكذلك نوع المعدن المستخدم تم اجراء البناء والتصميم الخاص بطريقة العناصر المحددة (finite-

(element) مستخدما برنامج (ANSYS V5.4) ومن خلال ذلك تم تحديد توزيع الاجهادات المؤثرة على هيكلته وبيان مدى تحمله لتلك الاجهادات وذلك من خلال النتائج التي تم الحصول عليها بالاعتماد على الاحمال والقوة المسطحة عليه والتي تم الحصول عليها من المعادلة (1). [4]

$$D = F_i [A+B(S)+C(S)^2] WT \quad \dots\dots\dots (1)$$

D : قوة سحب الآلة (نيوتن)

F : معامل يعتمد على نسبة التربة

A, B, C : عوامل دالة الآلة

S : سرعة الحراثة (كيلومتر / ساعة)

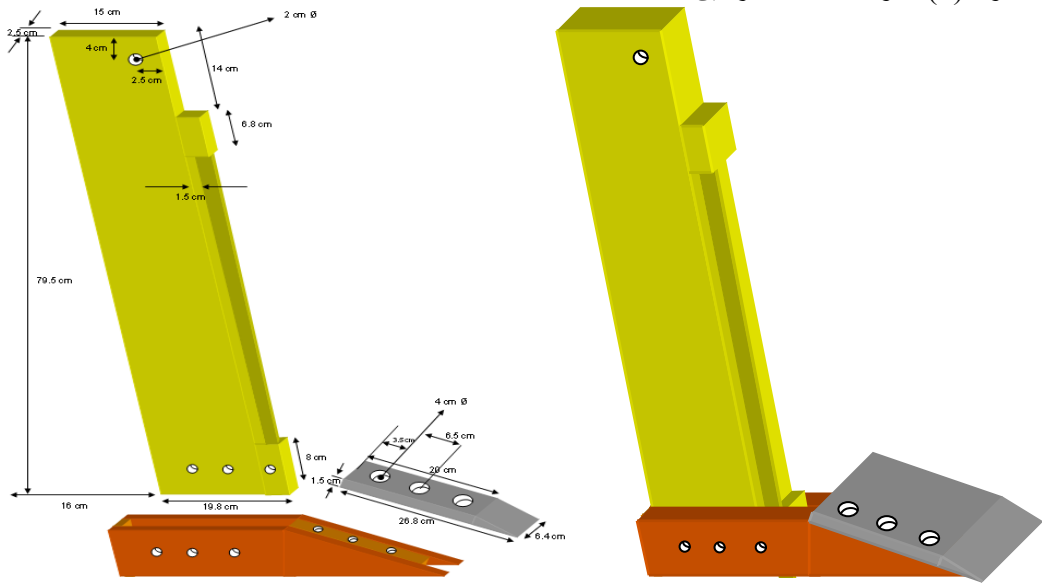
W : عدد الاجزاء الشغالة مع التربة

T : عمق الحراثة (سنتيمتر)

i : دليل نوعية التربة

اما المرحلة الثانية من الدراسة والتي اجريت في موقع كلية الزراعة والغابات جامعة الموصل وشملت استخدام جهاز قياس الانفعال نوع Strain meter-BAM1 وتهيئة مجسات الانفعال وعملية لصقها على الساق بعد التهيئة الكاملة للسطح المراد لصق المجس عليه ثم فحص مقاومة مجس الانفعال بواسطة جهاز قياس الفولتية (Voltmeter) وذلك للتأكد من عمل المجس بعد لصقه على الساق المعدني [6].

نفذت الحراثة من أجل دراسة تأثير عامل العمق على الاجهادات وبثلاث مستويات من الاعماق حيث كانت (30 - 35 - 40) سم وبثبوت السرعة عند 2.39 كم / ساعة وبموقعين مختلفين لمعرفة تأثير نوع نسبة التربة على الاجهادات. ويبين الجدول (2) مكونات نسبة الترتين.



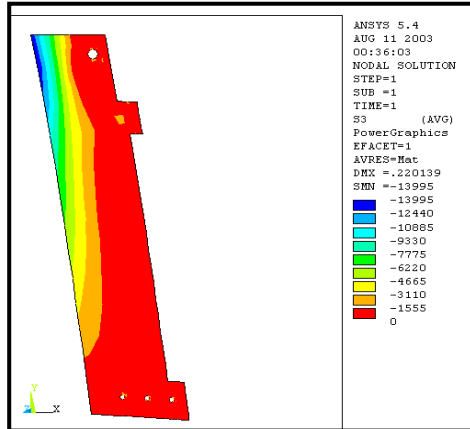
شكل (2) مخطط ساق المحراث تحت التربة

الجدول (2) مكونات نسبة الترتين

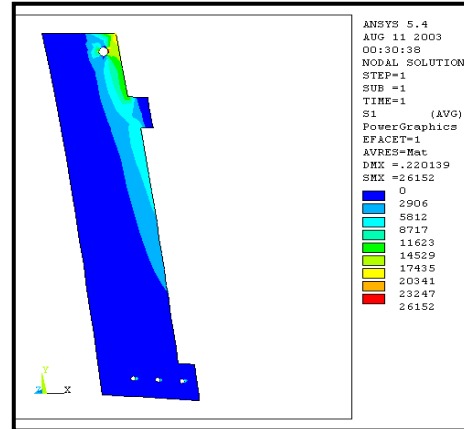
المكونات			نوع التربة	الموقع
sand رمل	silt غرين	clay طين		
%12	%49	%39	مزيجية طينية غرينية	الاول
%30	%47	%18	مزيجية	الثاني

### النتائج والمناقشة :

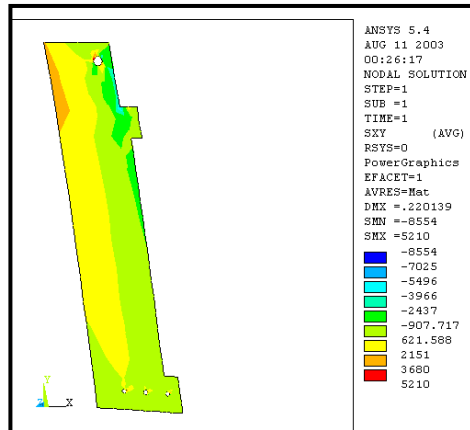
نلاحظ من الإشكال الخاصة بتوزيع الاجهادات على بدن ساق المحررات تحت التربة، ان النتائج التي تم الحصول عليها قد سجلت اعلى قيمة لها عند الاجهادات الرئيسية (Principle stresses) الشكل (3-أ) حيث كانت (26152) نيوتن/سم<sup>2</sup> في حالة الشد (Tension) و (13995) نيوتن/سم<sup>2</sup> في حالة الانضغاط (compression) الشكل (3-ب) وتلاها في ذلك الاجهاد باتجاه y (y-stress) الشكل (3-ج) وكان (25993) نيوتن/سم<sup>2</sup> في حين ان اقل نسبة اجهاد تم تسجيلها كانت عند اجهاد القص والتي كانت (5210) نيوتن/سم<sup>2</sup> الشكل (3-د)، وعلى الرغم من تلك القيم العالية للاجهادات وخصوصا الرئيسية فانها تعتبر ضمن حدود اجهاد الخضوع للمعدن المبين في الجدول (1) حيث يلاحظ ان اجهاد الخضوع لمعدن الساق هو (42000) نيوتن/سم<sup>2</sup> وان معامل الامان هو 1.61.



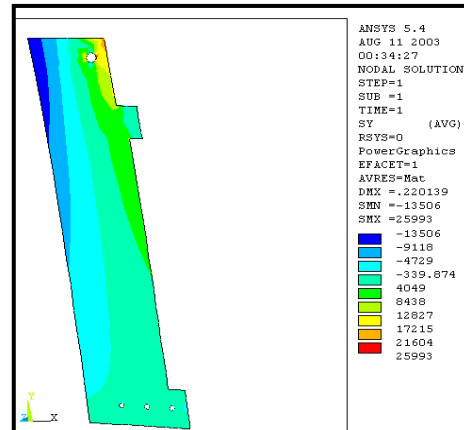
شكل (3-ب) Compression



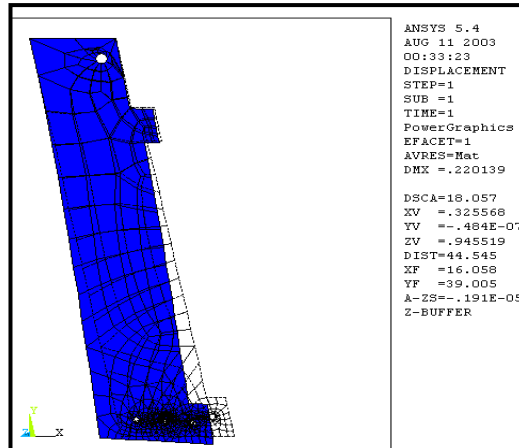
شكل (3-أ) Principal



شكل (3-د) Shear-x-y



شكل (3-ج) y-stress



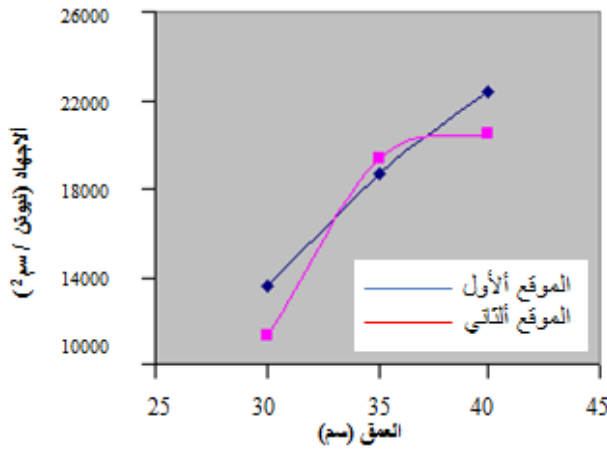
شكل (3-هـ) Deformation

وفيما يخص الانحرافات الحاصلة في ساق المحراث فكانت اعلى قيمة هي 3.25 ملم عند قاعدة الساق ثم يبدأ الانحراف بالانخفاض كلما ابتعدنا عن قاعدة الساق الشكل (3-هـ) وهذا يعود الى ان انف السلاح هو الجزء الاول الذي يلامس التربة ويقوم باختراقها سوف يلاقي مقاومة شديدة من قبل التربة تنتقل على شكل اجهادات الى قاعدة الساق محدثة فيه هذه الاجهادات وهذا يتفق مع ما اشار اليه [8] من ان انف السلاح يواجه اعظم مقاومة اثناء الحراثة. ويبين الجدول (3) قيم الاجهادات على ساق المحراث لموقعين مختلفين وباعماق مختلفة وعند سرعة 2.39 كم / ساعة.

الجدول (3) قيم الاجهادات لموقعين مختلفين

الموقع	السرعة (كم/ساعة)	العمق (سم)	الاجهادات (نيوتن/سم <sup>2</sup> )		
الأول	2.39	30	22392.26	18672	13585
الثاني	2.39	30	20482	19395	11286

يلاحظ من قيم الاجهادات التي تم الحصول عليها وعند نفس العمق للموقعين ان قيم الاجهادات في الموقع الاول اعلى مما في الموقع الثاني وهذا يعزى الى اختلاف مكونات نسجة الترتبين وكما موضح في الجدول رقم (2) حيث يلاحظ ان تماسك جزيئات التربة الاولى اكثر وذلك لاحتوائها على نسبة كبيرة من الطين وهذا بدوره يؤدي الى زيادة مقاومة اختراق التربة وبالتالي زيادة الاجهادات [1]. ويلاحظ زيادة الاجهادات بزيادة العمق وهذا يعزى الى زيادة المساحة الشغالة للآلة والذي يزيد من قوة مقاومة اختراق التربة وبالتالي زيادة الاجهادات كما موضح في الشكل (4) ولكلا الموقعين.



شكل (4) مخطط اجهاد - عمق

#### الاستنتاجات والتوصيات :

من ملاحظة قيم الاجهادات التي تم الحصول عليها عملياً يلاحظ انها اقل بكثير من قيمة اجهاد الخضوع وهذا يعود الى انه

تم تصميم الساق على الحالة المثالية في مختلف انواع التربة والذي يمثل الحالة العامة والتي تكون عادة ذات

قيمة عالية، وعلى ضوء ذلك يمكن تخفيض قياسات الساق أي تخفيض مقدار كتلة الساق على ضوء نوع التربة المستخدمة وكذلك فان السرعة المستخدمة كانت واطئة حيث كانت 2.39 كم/ساعة ويمكن لهذا التصميم ان يستخدم في مجالات السرعة العالية حيث يمكن زيادة السرعة الى 10 كم/ساعة، كما ويمكن لهذا التصميم ان يستخدم في اعماق اكثر من الاعماق المستخدمة في هذا البحث. وعلى ضوء ما تقدم نوصي ما يلي :

1- زيادة سرعة الحراثة الى اكثر من السرعة المستخدمة حيث وجد ان الساق يتحمل اجهادات اعلى بكثير مما حصلنا عليه.

2- زيادة اعماق الحراثة الى اكثر من الاعماق المستخدمة وذلك لامكانية الساق من ان يتحمل اجهادات اعلى.

3- استخدام قياسات مختلفة على ضوء التربة التي سوف تستخدم حيث ان ذلك سوف يقلل من كتلة الساق، وعدم اللجوء الى تصميم مثالي واحد ذو كتلة ومعامل أمان عاليين.

#### المصادر :

1. البناء، عزيز رمو، 1990، معدات تهيئة التربة، جامعة الموصل، دار الكتب للطباعة والنشر، جمهورية العراق.
2. عامر، عبد المجيد (1979)، الفلزات تحت المجهر، ترجمة للمؤلف كاوتسور، مؤسسة الاهرام بالقاهرة، جامعة الازهر.
3. ملا علي، صباح محمد جميل (1989) ميكانيك المواد، ترجمة الجزء الاول للمؤلف أيبان جون هيران، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.

4. Agricultural Machinery Management Data. ASAE standards 2001 P.363

5. Callister, W.D (2000), Materials Science and Engineering

6. Hendry, A.W., 1968, Elements of Experimental stress Analysis. Printed in Great Britain by page Bros. (Norwich) L and d., Norwich.

7. Key to steel (DIN) 1998.

8. Mouazen A.M. and M. Nemenyi (1999). Finite element analysis of sub soiler cutting in non homogenous sandy loam soil. Soil and tillage Res.
9. Wole Soboyejo, Marcel Dekker Mechanical properties of engineered materials Inc.USA. 200

تم اجراء البحث في كلية الهندسة = جامعة الموصل