تحليل عملي لدراسة تأثير العمق ونوع التربة على الاجهادات المتولدة على ساق المحراث اثناء عملية الحراثة

شامل محمد صالح حسن، مدرس مساعد
كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

المستخلص

اجريت الدراسة لغرض تحليل الاجهادات المتولدة على ساق المحراث عند اختلاف العمق ونوع التربة، وقابلية تحمله للاجهادات المتولدة عليه اثناء عملية الحراثة وفي تربتين مختلفتين.

تم اجراء الفحص المختبري للتربة في مختبرات الهندسة المدنية جامعة الموصل وتبين ان نوع التربة الاولى طينية والتربة الثانية مزيجية، وتم التأكد من نوع معدن الساق وهو (High quality steel) والخواص الميكانيكية له ومن ثم تثبيت الابعاد والقياسات الاساسية لاجزاء الساق، وفي نفس الوقت تم اجراء تحليل الاجهادات المؤثرة على الساق باستخدام تقنية العناصر المحددة (Finite element technique) نوع (Ansys Release 14.0) ، وبيان مدى تحمله لحالات مشابهة لظروف العمل الحقلية. اخذت عدد من الاجهادات منها الاجهادات بالمحاور الثلاثة (x, y, z) والاجهاد الاعظم (Von Mises) والاجهادات الرئيسة (Principal stresses) ، اضافة الى نسبة الانحراف باتجاه المحاور الثلاثة (x, y, z).

تم خلال المرحلة العملية تثبيت عدد من المجسات (strain gauges) على ساق المحراث وقياس الانفعالات، حيث اعتمد عامل التربة وبواقع نسيجين وعامل العمق وبواقع ثلاث مستويات (40، 45، 50)سم .

اظهرت النتائج ان هناك اختلاف في قيم الاجهادات المتولدة من حيث مستويات العمق ولكلا النسيجين من التربة.

Practical Analysis for Studying the Effect of Both Depth and Soil types on the Stresses Generated on the draw-bar During Plowing Process

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

Abstract

A study was conducted for the purpose of determining the stresses generated on the draw-bar as a result of different types of soil and depth produced during plowing process in two different soils.

Laboratory analysis was conducted for studying the soil analysis in the department of Civil Engineering University of Mosul.

Analysis revealed that there were two different types of soil (clay and mixed). At the same time mechanical properties and basic measurements of draw-bar was carried out. At the same time stress analysis of draw-bar was done using finite elements program (Ansys releases 14.0 types), to determine the properties during application in different stress analysis parameters where used (x, y, z) and Von

Mises in addition to principal stresses and percentage deviation of the direction of the three axes (x, y, z).

During practical phrase, installation of strain gauges on draw-bar was done , for two types of soil at different depth level factors using three level (40, 45, 50) cm.

The present results revealed that there was a difference in the stress values generated in relation to depth and types of soil.

Keywords : Soil Test, Stress Analysis, Finite Element Analysis, Draw-bar

أستلم: 13 – 10 - 2013 **قبل: 14 – 5 - 2014**

المقدمة :

يعتبر تحليل الاجهادات احد الاختصاصات الهندسية المهتمة في تغطية طرق تحديد الاجهادات والتشوهات التي تتعرض لها المواد عند خضوعها لقوى او أحمال خارجية، ويتضمن هذا التحليل دراسة كافة الاجزاء وتصميم تركيبها وقياساتها تبعاً للاجهادات كما يستخدم تحليل الاجهادات في عمليات الصيانة ومعرفة اسباب انهيار البنية او الانهيارات الميكانيكية.

يعتبر تحليل الاجهادات احد الوسائل الهندسية الهامة للوصول الى الهدف المنشود وهو تصميم بنية هندسية ذو موثوقية وأمان قادرة على تحمل الشروط التصميمية الموضوعة. [10]

يعتبر المحراث تحت التربة (subsoiler) من المحاريث التي تعمل باعماق كبيرة ونتيجة لهذه الاعماق فإنه سوف يلاقي مقاومة واجهادات شديدين من قبل التربة حيث تحاول ان تمنع وتعرقل 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 او كسر فيه. [3، 11]

تعد عملية تهيئة التربة من اولى عمليات المكننة الزراعية واكثرها انتشارا ويبين Rohlf [9] ان معرفة الطرق التي تنتقل بها الاجهادات داخل التربة هي الوسيلة التي تساعد على تقدير قيمة تلك الاجهادات المتولدة فيها عند أي نقطة تقع ضمن او خارج حدود تلك القوى المسلطة عليها من قبل سطوح الاجزاء الشغالة وهذه الاجهادات تعتمد على نوعية القوى المسلطة ومقاومة التربة ونوع المعدن لتلك السطوح. كما اضاف ان قيمة الاجهادات المتولدة والمسلطة داخل التربة تتناسب طرديا مع عمق الحراثة وان هذه الاجهادات تبدأ بالتناقص كلما زاد الابتعاد عن مصدر تلك القوى المسلطة من قبل الاجزاء الشغالة.

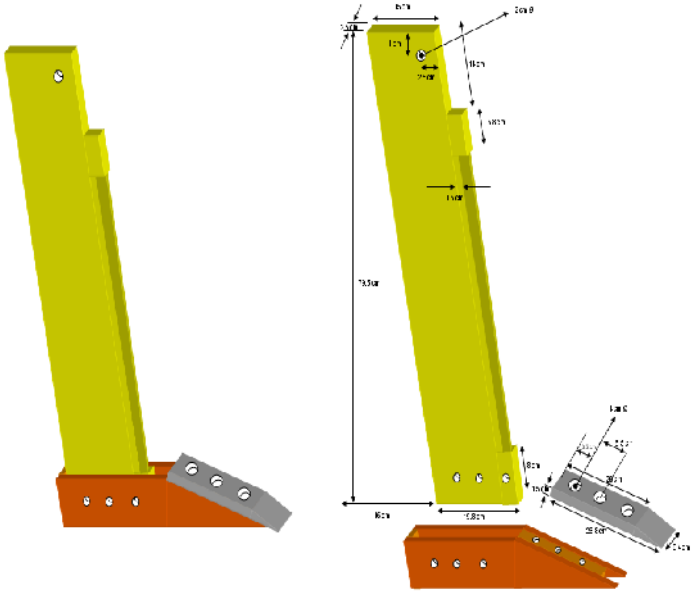
واشار ظاهر [2] ان المطلوب دائما عند تصميم الاجزاء الميكانيكية ومنها المحراث هو تحديد توزيع الاجهادات والانفعالات المؤثرة على هيكلتها الناتجة من تعرضها لمجموعة من الاحمال ويعد هذا التحليل للاجهادات ضروريا لتحديد مقاومة مختلف الاجزاء للمحاريث، بينما تكمن الضرورة عند تحليل توزيع الانفعال في تحديد سلوك مرونة التربة (نوع التربة) والالة. ومن المعروف انه اذا كانت احدى الاجزاء تنقصها المتانة المناسبة فمن المحتمل ان تتعرض الى حالة عدم انتظام في العمل ومن ثم عدم الاستقرارية مثل حدوث الانحراف او الاعوجاج او الكسر.

ولاحظ Adamchuk [4] في دراسة لحساب التغير المستمر في سلوكية الانفعال والاجهاد انه كلما زاد عمق الحراثة زادت مقاومة التربة للاختراق وازدادت قيمة الاجهاد الانفعال وان اعلى قيمة لها عند أنف السلاح عند اقصى عمق للحراثة.

مواد البحث وطرائقه :

اجري في المرحلة الاولى فحص التربة ومن ثم فحص مختبري لمادة المعدن وتبين نوع المعدن هو (High quality steel analloyod) والتي كانت خواصه مقاومة الشد (590-780) نيوتن/ملم^2، صلادة المعدن HRB(143)، نسبة الاستطالة (12-14%)، اجهاد الخضوع (255-440) نيوتن/ ملم^2.[7]

كما تم اجراء قياسات لدراسة تاثير الاعماق على ساق المحراث وهي (40، 45، 50) سم على التوالي وتثبيت القياسات الاساسية لساق المحراث كما مبين في الشكل (1)، وبالاعتماد على هذه القياسات والابعاد تم توزيع الاجهادات المؤثرة على هيكليته باستخدام طريقة العناصر المحددة (Finite element) مستخدما برنامج (Ansys Release 14.0) ولكلا الموقعين وبيان مدى تحمله لتلك



شكل (1) مخطط ساق المحراث تحت التربة

الاجهادات من خلال النتائج التي تحمل الحصول عليها نتيجة القوى المسلطة عليه والتي يتم حسابها باستخدام المعادلة (1). [5]

$$D - Fi\,[A + B_{(s)} + C_{(s)}^{2}] \,.\, WT \qquad \ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث ان :
D : قوة سحب الالة (نيوتن)
F : معامل يعتمد على نسجة التربة
A, B, C : عوامل دالة الالة
S : سرعة الحراثة (كيلومتر/ ساعة)
W : عدد الاجزاء للشغالة مع التربة
T : عمق الحراثة
i : دليل نوعية التربة

اما خلال المرحلة الثانية والذي يشمل الجانب العملي فقد تم وضع مجسات لقياس الانفعال (strain gauges) على ساق المحراث اثناء عملية الحراثة بعد اجراء التهيئة الكاملة لعملية اللصق والتي تتطلب دقة اثناء اللصق من خلال التنظيف لموقع اللصق ومن ثم فحص مقاومة الانفعال بواسطة جهاز قياس الفولتية بعد لصقه على الساق (السطح المعدني). [6]
نفذت التجربة اثناء الحراثة لبيان تاثير العمق على الاجهادات المتولدة على ساق المحراث ولثلاث مستويات من الاعماق (40، 45، 50) سم وبثبوت السرعة عند (2.39) كيلومتر/ ساعة ولكلا الموقعين لبيان تاثير نسجة التربة على الاجهادات. ويبين الجدول (1) مكونات نسيجة التربتين .

الجدول (1) مكونات نسجة التربتين

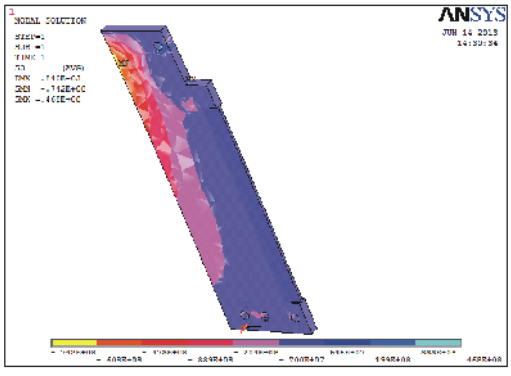
الموقع	نوع التربة	المكونات		
		طين clay	غرين silt	رملي Sand
الاول	طينية	%60	%23	%17
الثاني	مزيجية	%18	%47	%35

النتائج والمناقشة :

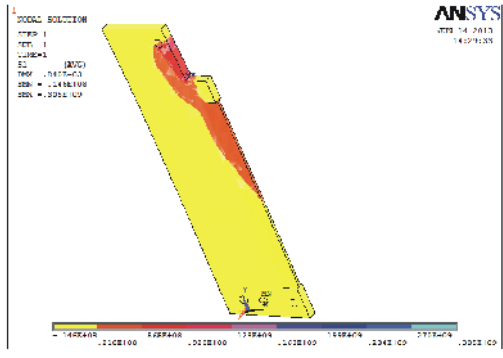
نلاحظ من الاشكال الخاصة بتوزيع الاجهادات على بدن الساق المحراث تحت التربة ان النتائج التي تم الحصول عليها بالنسبة للموقع الاول قد سجلت اعلى قيمة لها للاجهادات الرئيسة (principal stresses) الشكل (2-أ) حيث كانت (30500) نيوتن/ سم^2 عند الشد (Tension)، و(4680) نيوتن/سم^2 عند الانضغاط (compression) الشكل (2-ب)، ومن ثم الاجهاد باتجاه y (y-stress) الشكل (2-جـ) حيث كانت (24700) نيوتن / سم^2 ثم اجهاد الـ (Von Mises) الشكل (2-د) وكان (24500) نيوتن/سم^2، فالاجهاد باتجاه x (x-stress) الشكل (2-هـ) وكان (16300) نيوتن/سم^2، ثم الاجهاد باتجاه z (z-stress) الشكل (2-و) وكان (5310) نيوتن/سم^2 ، في حين اقل اجهاد تم تسجيله كانت اجهاد القص للشكل (2-ز) والتي كانت (2300) نيوتن/سم^2.

اما للموقع الثاني فإن النتائج التي تم الحصول عليها قد سجلت اعلى قيمة للاجهادات الرئيسية (principal stresses) ، الشكل (3-أ) حيث كانت (21800) نيوتن/سم^2 عند الشد (Tension) ، و (3300) نيوتن/سم^2 عند الانضغاط (compression) للشكل (3-ب) ومن ثم الاجهاد باتجاه y (y-stress) للشكل (3-جـ) حيث كانت (17500) نيوتن/سم^2 ثم اجهاد الـ (Von Mises) للشكل (3-د) حيث كانت (17500) نيوتن/سم^2 ، فالاجهاد باتجاه x (x-stress) الشكل (3-هـ) وكانت (11000) نيوتن/سم^2، ثم اجهاد القص الشكل (3-و) حيث كانت (5130) نيوتن/سم^2، في حين اقل اجهاد كانت باتجاه z (z-stress) للشكل (3-ز) والتي كانت (3750) نيوتن/سم^2.

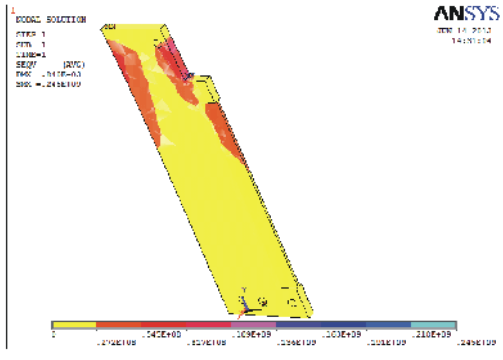
بالرغم من تلك القيم العالية للاجهادات وخصوصا الرئيسية فإنها تعتبر ضمن حدود اجهاد الخضوع للمعدن وهي (42000) نيوتن/سم^2، وان معامل الامان هو (1.38) ويمكن معالجة ذلك بتقليل كمية المعدن المصنوع منه الساق او زيادة السرعة والعمق المستخدم.



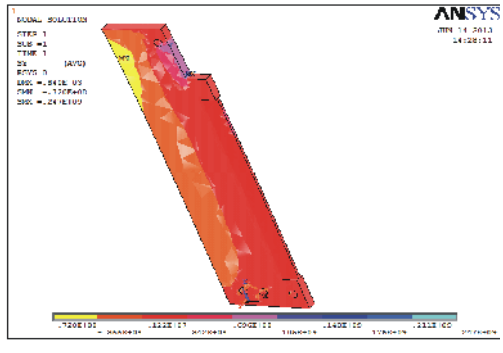
شكل (2-ب) Compression



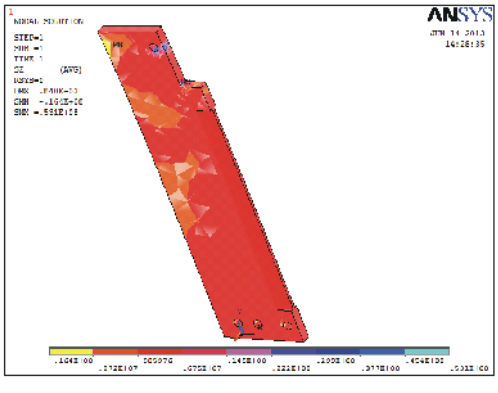
شكل (2-آ) Tension



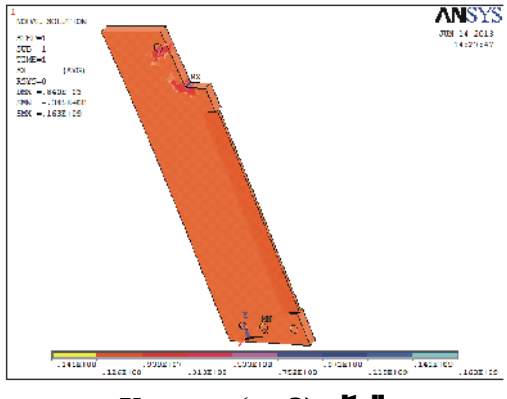
شكل (2-د) Von mises



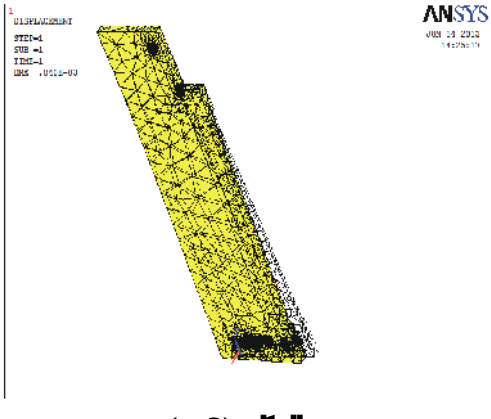
شكل (2-جـ) y-stress



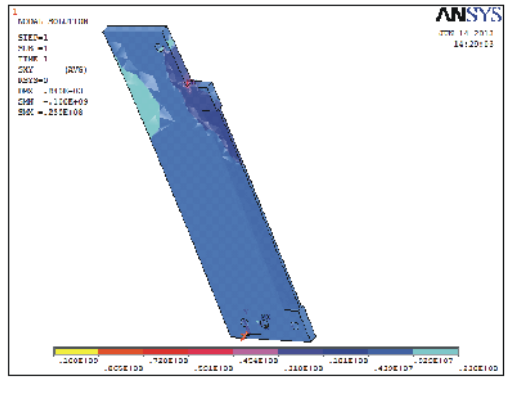
الشكل (2- و) Z-stress



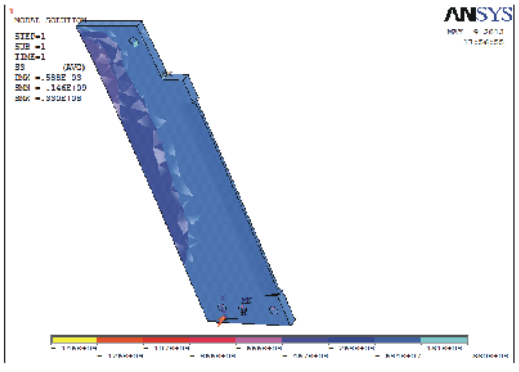
الشكل (2- هـ) X-stress



الشكل (2-ح)
deformed and undeformed shape

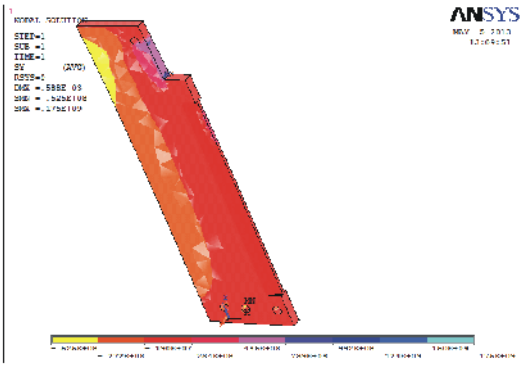


الشكل (2- ز) Shear xy

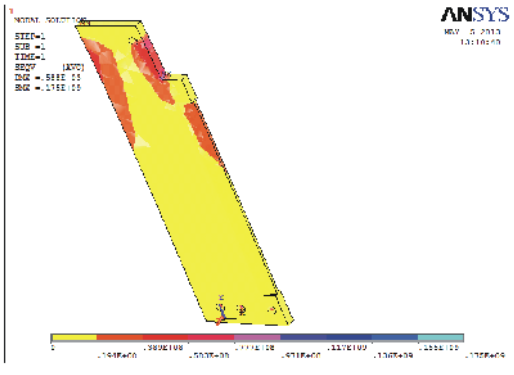


شكل (3-أ) Tension

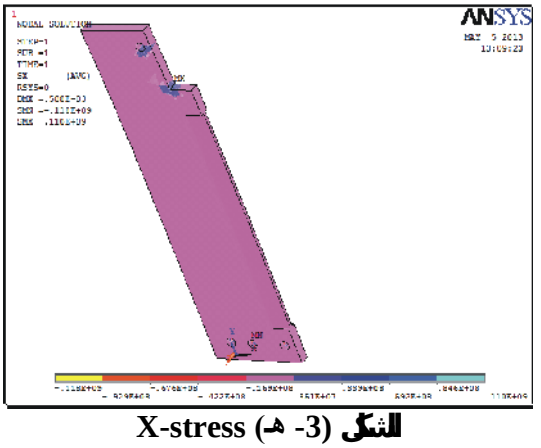
شكل (3-ب) Compression



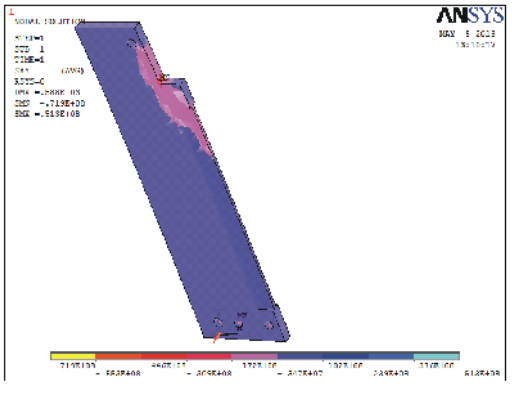
شكل (3-جـ) y-stress



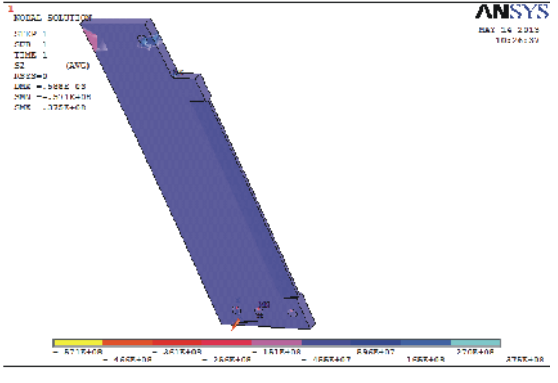
شكل (3-د) Von mises



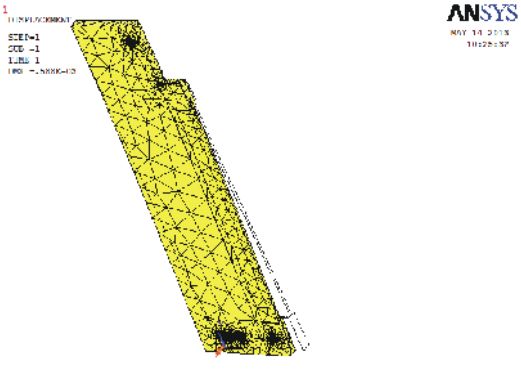
الشكل (3- هـ) X-stress



الشكل (3- و) Shear xy



الشكل (3- ز) Z-stress



الشكل (3- ح)
deformed and undeformed shape

اما بالنسبة للانحرافات الحاصلة في ساق المحراث فكانت اعلى قيمة هي (8.4) ملم بالنسبة للموقع الاول و(5.88) ملم بالنسبة للموقع الثاني عند قاعدة الساق ثم يبدأ الانحراف بالانخفاض كلما ابتعدنا عن قاعدة الساق الشكل (2-ح) و (3-ح) ويعزى هذا الى ان انف السلاح الذي هو الجزء الاول الذي يلامس التربة ويقوم باختراقها سوف يلاقي مقاومة شديدة من قبل التربة والتي تتحول الى قوى بمحورين على جسم المحراث مبيناً اجهادات مختلفة القيم وهذه سوف تنتقل الى قاعدة الساق محدثة فيه هذه الانفعالات وهذا يتفق مع ما اشار اليه Mouzan [8] لان انف السلاح يواجه اعظم مقاومة اثناء الحراثة.

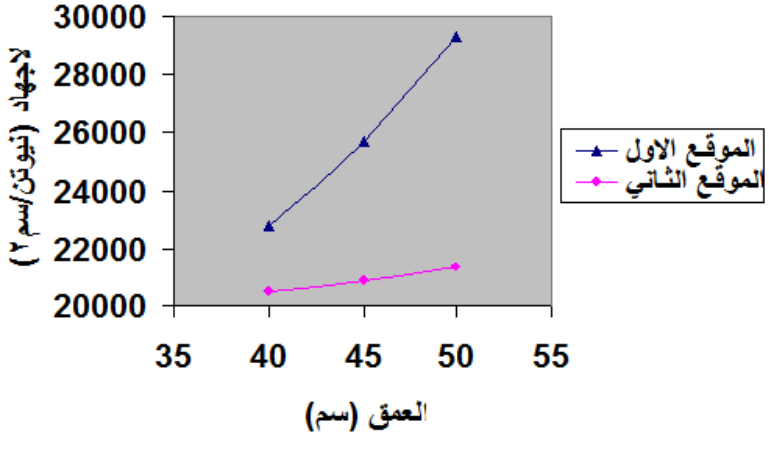
ويوضح الجدول (2) قيم الاجهادات على ساق المحراث لموقعين مختلفين ولاعماق مختلفة وعند سرعة 2.39 كيلومتر/ساعة.

الجدول (2) قيم الاجهادات لموقعين مختلفين

الموقع	السرعة (كم/ساعة)	العمق (سم)			الاجهادات (نيوتن/سم^2)		
		40	45	50	22800	25700	29280
الاول	2.39	40	45	50	20490	20850	21360
الثاني	2.39						

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 التربتين أي اختلاف مقاومة التربة وكما موضح في الجدول (1)، حيث يلاحظ ان تماسك جزيئات التربة في الموقع الاول أكثر وذلك لاحتوائها على نسبة كبيرة في الطين وهذا بدوره يؤدي الى زيادة مقاومة اختراق التربة وبالتالي زيادة الاجهادات. [1]

ويلاحظ زيادة الاجهادات بزيادة العمق أي ان القوة × الذراع والتي هي العزم (M) تكون اعلى عند زيادة الذراع الذي يمثل العمق وهذا بالطبع يؤدي الى زيادة الاجهادات المعادلة (2). [3] وهذا يعزى الى زيادة المساحة للشغالة للآلة والتي تمثل بـ (A) والذي يزيد من قوة مقاومة التربة والتي تمثل بـ (P) وبالتالي زيادة الاجهادات المعادلة (3) والشكل (4) يوضح مخطط اجهاد مع العمق .



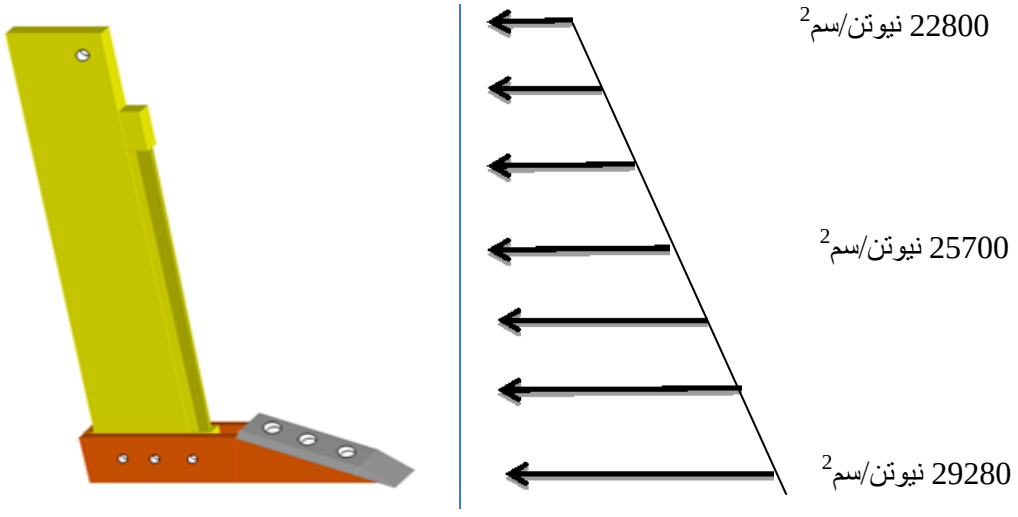
الشكل (4) مخطط اجهاد - عمق

$$\sigma = \frac{M}{I} y \qquad \text{--------- (2)}$$

$$PA = F \qquad \text{..... (3)}$$

والذي تمثل P في هذه الحالة الضغط والذي يكون بمثابة الاجهاد على السطح.

كما يمثل الشكل (5) توزيع القوى على مسار الساق تحت التربة حيث ان اعلى قيمة عند انف السلاح عند اقصى عمق للحراثة ولكن قيمتها بدأت بالانخفاض تدريجيا كلما قل العمق. [2]



الشكل (5) توزيع القوى على مسار الساق تحت التربة

الاستنتاجات والتوصيات :

على ضوء النتائج يمكن صيغة الاستنتاجات على النحو الاتي :

1- اوضحت الدراسة ان للعمق ونوع التربة تاثيرات مباشرة على قيم الانفعالات المتولدة على بدن المحراث.

2- تبين ان كلما ازداد عمق الحراثة فإن قيم الاجهادات والانفعالات سوف تتغير بصورة خطية .

3- اوضحت النتائج ان هناك عامل أمان عالي عند تصميم المحراث وعلى ضوء ذلك يمكن التوصية بأخذ الجانب النظري اولا ومن ثم الجانب العملي والتي يمكن ان يكون الفرق بنسبة 15% على الاكثر.

المصادر :

1. البنا، عزيز رمو (1990). معدات تهيئة التربة، جامعة الموصل، دار الكتب للطباعة والنشر، جمهورية العراق.

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، الطبعة الثانية (2013) دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.

4. Adamchak, v.I; Morgan, M.T. and Sumali, H. (2001). Application of strain gauge array to estimate soil mechanical impendence on the 90. Tranactions 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) 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. Rohlf , R.Aand Wells, L.G. (2001). Determining matric stress with the modified com clay energy relationship. Transactions of ASAE, 44(5); 1047-1057.

10. Shackeford. J.F. “Failure Analysis” The Engineering Handbook Ed. Richard C. DorfBoca Raton; CRC Press LLC, 2000.

11. Wole Soboyejo, Marcel Dekker Mechanical Properties of engineered materials Inc. U.S.A. 2000.

تم اجراء البحث في كلية الهندسة = جامعة الموصل