قياس مدى تحمل هيكلية سلاح المحراث تحت التربة المصنع محلياً للإجهادات المسلطة عليه ودراسة أداءه الحقلي

عزيز رمو البنا عادل أحمد عبدالله أحمد فتاح أحمد جورج متي حنوش
قسم المكننة الزراعية قسم الهندسة الميكانيكية قسم الميكانيك
كلية الزراعة والغابات/جامعة الموصل كلية الهندسة/جامعة الموصل المعهد التقني/الموصل

الخلاصة

أجريت الدراسة خلال العام ٢٠٠٥ على مرحلتين الأولى في مختبرات المعهد التقني بالموصل والتي تم خلالها تحديد نوع المعدن والتركيبة الكيميائية والخواص الميكانيكية لسلاح المحراث، بعدها تم تثبيت الأبعاد والقياسات الأساسية له بهدف تطبيقه بطريقة العناصر المحددة مستخدماً برنامج (ANSYS) من أجل إجراء تحليل للإجهادات المؤثرة على هيكليته وبيان مدى تحمله لها في ظروف مشابهة قدر الإمكان للظروف الحقلية التي يعمل بها المحراث ، واعتمدت عدة حالات منها الإجهادات باتجاه المحاور الثلاث (X و Y و Z) والإجهاد الأعظم والإجهادات الرئيسية σ_1 وσ_2 نيوتن/ملم٢ ، وكذلك نسبة الانحراف ملم. أما الثانية فهي التقييم الحقلي لأداء المحراث حيث اعتمد فيها عامل السرعة الأمامية وبمستويين ٢.٥٢ و٣.٦٠ كم/ساعة ودراسة تأثيرهما على بعض الصفات المتمثلة بعمق وعرض الشق ونسبة الحافات الجانبية للشق وكذلك عدد الكتل الترابية الظاهرة التي تزيد أقطارها على ١٠ سم/م٢. وأظهرت النتائج إن صلادة السلاح عند السطح كانت ٣٥٠ HB في حين أن إجهاد الخضوع كان ٨٦٤ نيوتن/ملم٢ ومقاومة الشد ١١٢٥ نيوتن/ملم٢ ، في حين عند وسط السلاح كانت الصلادة أقل ١٨٤ HB وكذلك إجهاد الخضوع ٤١٧ نيوتن/ملم٢ ومقاومة الشد ٦٢٥ نيوتن/ملم٢، أما عند تحليل الإجهادات للسلاح فقد لوحظ أن أعلى قيمة لها سجلتها الإجهادات الرئيسية ١١٩.٩٨ نيوتن/ملم٢ وتلاها في ذلك الإجهاد الأعظم ١١١.١٢ نيوتن/ملم٢ مقارنة ببقية الإجهادات، أما بالنسبة للسرع فلم تظهر بينهما أي فروقات معنوية في عمق الشق وعرض الحافات الجانبية المقطوعة وعدد الكتل الترابية الظاهرة، في حين سجلت السرعة ٢.٥٢ كم/ساعة أعلى عرض للشق ٢٢.٩٠سم مقارنة بالسرعة ٣.٦٠ كم/ساعة.

المقدمة

إن جميع الأراضي الزراعية معرضة بطريقة أو أخرى إلى تكوين طبقة صماء Hard-Pan وعلى أعماق تحت سطح التربة، وهذا يرجع إلى عوامل طبيعية (تفاعلات كيميائية) و عوامل لية وعلى رأسها تلك الكبس الناتج من حركة المكائن والآلات الزراعية وخاصة تلك الزاحفة تحت سطح التربة وعلى أعماق تقريباً كما هو الحال عند استخدام المحاريث المطرحية القلابة وغيرها من المحاريث الأخرى ولفترة طويلة من الزمن، وإن الطبقة الصماء هذه تتميز بحبيبات متماسكة جداً مما تعيق بزل المياه الجوفية، وكذلك تحد من انتشار وتعمق المجموع الجذري للمحاصيل المزروعة وكذلك تساعد على تدهور الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة، لذلك يتطلا الأمر كسر هذه الطبقة بين الحين والآخر وبمعدل مرة واحدة في كل ٤ أو ٥ سنوات، ويستخدم لهذا الغرض المحراث المتخصص بالحراثات تحت التربة حيث يكون مصمم لاختراق التربة لأعماق قصوى تصل إلى ٧٥ سم (البنا، ١٩٩٠) .

ونتيجة لهذا العمق الكبير الذي يصله هذا المحراث وفي مقدمته السلاح تحت التربة وتحت مختلف الظروف لأنواع التر فإنه سوف يلاقي مقاومة وإجهاد شديد من قبل التربة ومن ضمنها الطبقة الصماء الصلدة تحاول أن تمنع وتعيق من اختراق ونفوذ السلاح لها وكذلك من تفكيكها وعلى هذا الأساس يجـ أن يمتلك السلاح لهذا المحراث الذي يعتبر هو الجزء الأكثر تعرضاً للإجهاد والمقاومة صلادة ومتانة عالية تمكنه من مقاومة هذه الإجهادات والظروف الخاصة بتلك الطبقة من دون أن يكون هناك أي حالة فشل أو تشوه أو كسر فيه وعلى هذا الأساس ووفقاً لمتطلبات العوامل

تاريخ تسلم البحث ٢٠٠٦/٤/١٨ وقبوله ٢٠٠٦/٩/٢٥

المحيطة بهوبهدف الحصول على متانة وإنتاجية أعلى له يجب أن يمتلك السلاح معدن جيد وهذا مشروط بخواص ميكانيكية جيدة ناتجة عن معالجات حرارية مناسبة تمكنه من الوصول إلى تلك الحالة التي تناسب مثل تلك الظروف.

لذلك وبهدف معرفة مدى تحمل سلاح المحراث تحت التربة المصنع محلياً لمثل تلك الحالات (الإجهادات) اقتضى إجراء دراسة عليه شملت فحوصات واختبارات لنوع المعدن المستخدم فيه والتركيبة الكيميائية والخواص الميكانيكية وكذلك إجراء تحليل لبيان مدى تحمله لتوزيع الإجهادات المؤثرة على هيكليته في ظروف مشابهة قدر الإمكان للظروف الحقلية باستخدام طريقة العناصر المحددة (Finite element) في البرنامج (ANSYS) إضافة إلى دراسة بعض المؤشرات الخاصة بأبعاد الشق (العمق والعرض) وكذلك نسبة الحافات الجانبية العليا المقطوعة وكذلك نسبة الكتل الترابية الظاهرة.

مواد البحث وطرائقه

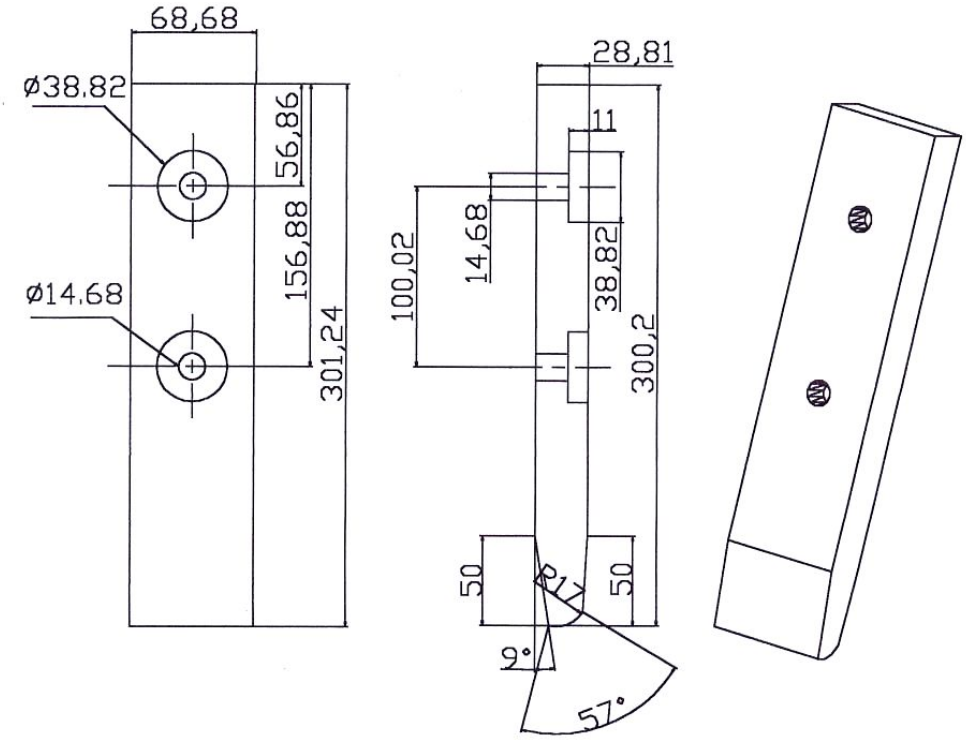
أجريت المرحلة الأولى من الدراسة في مختبرات المعهد التقني بالموصل حيث شملت عدة اختبارات منها نوع المعدن المستخدم لسلاح المحراث تحت التربة الذي تم الكشف عنه عن طريق أخذ عينة منه باستخدام جهاز القطع Metaserv cutt-off Machine ثم بعدها تم إجراء عملية توسيد للعينة المقطوعة Mounting باستخدام جهاز Metaserv Automatic Mounting Machine وذلك لتسهيل عملية مسك العينة المقطوعة والصغيرة والتي لا يساعد شكلها في بعض الأحيان على مسكها بماسكات ، حيث تم توسيد العينة في مادة توسيد شفافة من الراتنج الصناعي بعدها تم إجراء عملية تجليخ لتلك العينة Grinding وعلى مرحلتين باستخدام ورق تجليخ ذو نعومة ٢٢٠ ثم ذو نعومة ٦٠٠ باستخدام Metaserv Rotary Grinder ثم تلتها عملية التلميع (الصقل) للعينة Polishing باستخدام محلول الصقل الألومينا نعومة (١) مايكرون وباستخدام جهاز Metaserv Rotary Polisher بعد هذه العملية ولغرض إظهار العينة بشكل جيد أثناء عملية الفحص المجهري لها يستخدم محلول الإظهار المسمى بـ (Nital) والذي يتكون من ٢ سم^3 حامض النتريك المركز + ٩٨ سم٣ كحول أثيلي (عامر، ١٩٧٩ وCallister، ٢٠٠٠).

بعد كل تلك العمليات تمت عملية الفحص المجهري للعينة عن طريق فحص الأطوار والمعالجات الحرارية التي أجريت للسلاح وكذلك تحديد نوع المعدن المستخدم والتركيبة الكيميائية والخواص الميكانيكية ومن ضمنها قياس الصلادة وعلى حالتين في سطح ووسط العينة باستخدام جهاز قياس الصلادة Wolpert Dia-Tistor الألماني باستخدام طريقة برينل (Brinell Hardness) وكذلك إجهاد الخضوع الذي تم حسابه أيضاً على السطح والوسط وتحديد القيم الخاصة به ، وتلتها أيضاً عملية اختبار لمقاومة الشد بهدف تحديد نقطة الخضوع (Yield Point) وأقصى حمل شد له (Maximum Tensile Load) ونسبة الاستطالة المئوية (Elongation Percentage) باستخدام جهاز الفحص العام نوع (Tokyo Koki Universal Testing Machine) (حسن وعلي، ١٩٨٦)، ويوضح الجدول الآتي نتائج هذه الاختبارات.

الجدول (١) : التركيبة الكيميائية والخواص الميكانيكية لسلاح المحراث تحت التربة المصنع محلياً.

السلاح	نوع المعدن	التركيبة الكيميائية				الخواص الميكانيكية				
		Carbon (C%)	Manganese (Mn%)	Chromium (Cr%)	Molybdenum (mo%)	الأوضاع	مقاومة الشد (نيوتن/ملم٢)	الصلادة HB	إجهاد الخضوع (نيوتن/ملم٢)	نسبة الإستطالة (%)
	٤١٤٠ AISI	٠.٤	٠.٧	١	٠.٣	السطح	١١٢٥	٣٥٠	٨٦٤	١١
						الوسط	٦٢٥	١٨٤	٤١٧	٢٦

كما تم أيضاً خلال هذه المرحلة تثبيت الأبعاد والقياسات الأساسية للسلاح كما في الشكل (١) وبالاعتماد على هذه الأبعاد والقياسات وكذلك نوع المعدن المستخدم له وما يمتلكه من خواص ميكانيكية تم إجراء البناء والتصميم الخاص به بطريقة العناصر المحددة مستخدماً برنامج (ANSYS) ومن خلاله تم تحديد توزيع الإجهادات المؤثرة على هيكليته وبيان مدى تحمله لتلك الإجهادات من خلال النتائج التي تم الحصول عليها بالاعتماد على الأحمال والقوة المسلطة عليه.



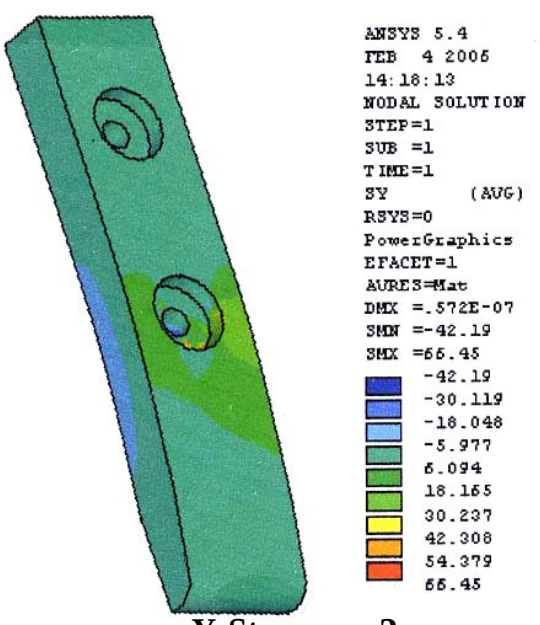
الشكل (١): مخطط سلاح المحراث تحت التربة المصنع محلياً.

أما المرحلة الثانية من الدراسة أجريت في موقع كلية الزراعة والغابات جامعة الموصل والتي نفذت بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) (داؤد والياس، ١٩٩٠) ، وبثلاث مكررات لدراسة تأثير عامل السرعة وبمستويين ٢.٥٢ ، ٣.٦٠ كم/ساعة على كلاً من عمق وعرض الشق الذي يحدثه المحراث أثناء العمل ، وكذلك عرض الحافة الجانبية العليا المقطوعة وعدد الكتل الترابية الظاهرة بالمتر المربع التي يزيد قطرها على ١٠ سم عن طريق أخذ ثلاث عينات عشوائية للصفة الواحدة في المكرر الواحد.

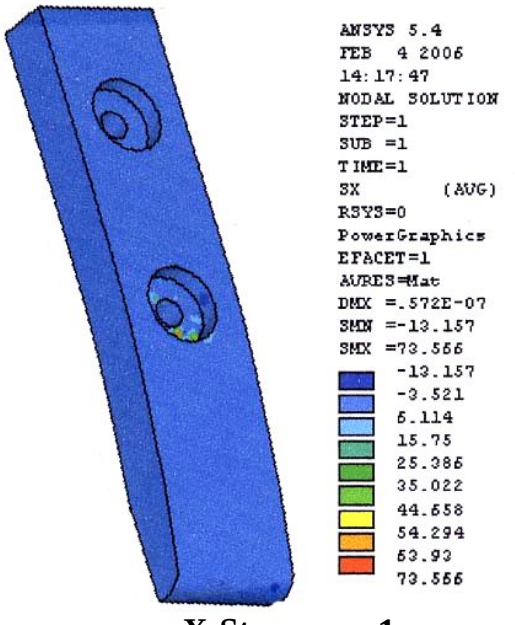
النتائج والمناقشة

يلاحظ من الأشكال الخاصة بتوزيع الإجهادات على بدن سلاح المحراث تحت التربة، إن النتائج التي تم الحصول عليها قد سجلت أعلى قيمة لها عند الإجهادات الرئيسية (Principle-Stress) الشكل (٢-أ-٤) حيث كانت ١١٩.٩٨ نيوتن/ملم٢ وتلاها في ذلك أيضاً الإجهاد الأعظم (Von-Mises) الشكل (٢- -٥) الذي بلغت قيمته ١١١.١٢ نيوتن/ملم٢ ثم تلاه بعد ذلك الإجهاد باتجاه المحور Z (Z-Stress) الشكل (٢-أ-٣) وكان ١٠٢.١٠ نيوتن/ملم٢ ثم الإجهاد باتجاه المحور X (-X Stress) الشكل (٢-أ-١) حيث بلغ ٧٣.٥٦ نيوتن/ملم٢، في حين إن أقل نسبة إجهاد تم تسجيلها باتجاه المحور Y (Y-Stress) الشكل (٢-أ-٢)، حيث كانت ٦٦.٤٥ نيوتن/ملم٢ . ومن هذا يتضح بأن أقصى إجهاد تم الحصول عليه عند الإجهادات الرئيسية والإجهاد الأعظم ثم بعدها تأتي بقية الإجهادات فيما لو كان المحراث يعمل في التربة أثناء عملية الحراثة لأن السلاح يتعرض بدوره إلى إجهادات شد ولوي

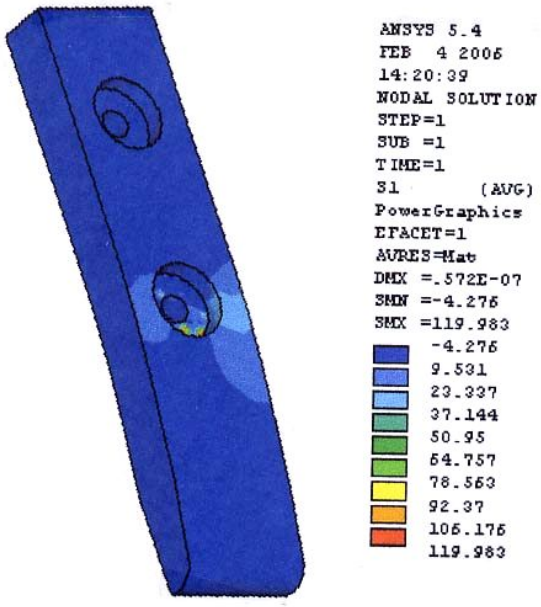
وانحناء بفعل مقاومة التربة لاختراق السلاح من كل الاتجاهات ، لكن وعلى الرغم من تلك القيم العالية للإجهادات وخصوصاً الرئيسية منها فإنها تعتبر قليلة لو تم مقارنتها مع نتائج الاختبارات الميكانيكية للسلاح كما في الجدول (١) حيث يلاحظ بأن إجهاد الخضوع على سطح السلاح في ضوء النتائج التي تم الحصول عليها من اختبار الشد كان ٨٦٤ نيوتن/ملم٢ وهذا مقدار عالي وجيد مقارنة بأعلى الإجهادات التي تم الحصول عليها، وعليه فإن عامل الأمان لسلاح المحراث تحت التربة المصنع محلياً كان ٧.٢٤ وذلك من الحسابات النظرية ملا علي (١٩٨٩) ، إن هذه القيمة تعتبر جيدة وتدل على أن نوع المعدن الذي تم استخدامه في صنع سلاح المحراث وطريقة معالجته حرارياً كانت ملائمة لتحمله ظروف حراثة في ضوء النتائج التي تم الحصول عليها من تحليل للإجهادات في برنامج (ANSYS). إضافة إلى ذلك فإن السلاح كان قد خضع لعملية التقسية السطحية والتي كثيراً ما يلجأ إليها في المعالجات الحرارية لهكذا نوع من المعدن الذي صنع منه السلاح للحصول على خواص ميكانيكية جيدة من حيث المتانة العالية وتحمل الصدمات والصلادة العالية وبحسب ما أشار إليه Higgins (١٩٨٧) و ASM (١٩٩٦) إن هذه الخواص يتم الحصول عليها بالتسخين السريع لسطح السلاح إما بواسطة التيارات الخية أو بواسطة لهب الأوكسي استيلين قبل أن يسخن وسط السلاح يعقبه التقسية بواسطة الماء حيث يحصل على سطح سلاح صلد ووسط ذو متانة عالية مما يجعل السلاح مقاوماً للبلى والسوفان عند الاحتكاك والعمل المستمر في التربة ، فضلاً عن مقاومته للكسر والتشوهات التي قد تحصل به وهذا أيضاً أشارت إليه ASM (١٩٩٧).

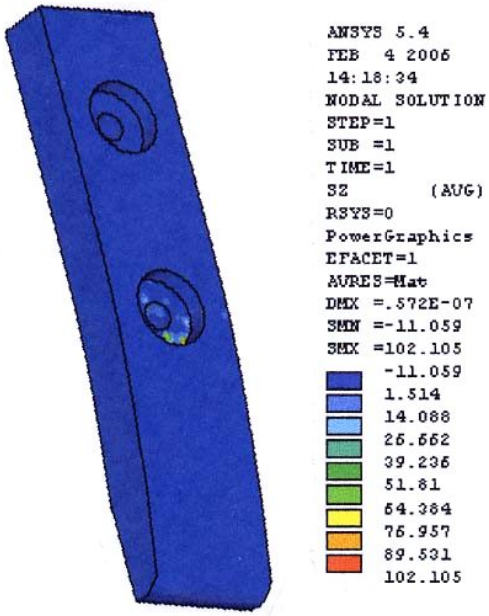


Y-Stress -2-



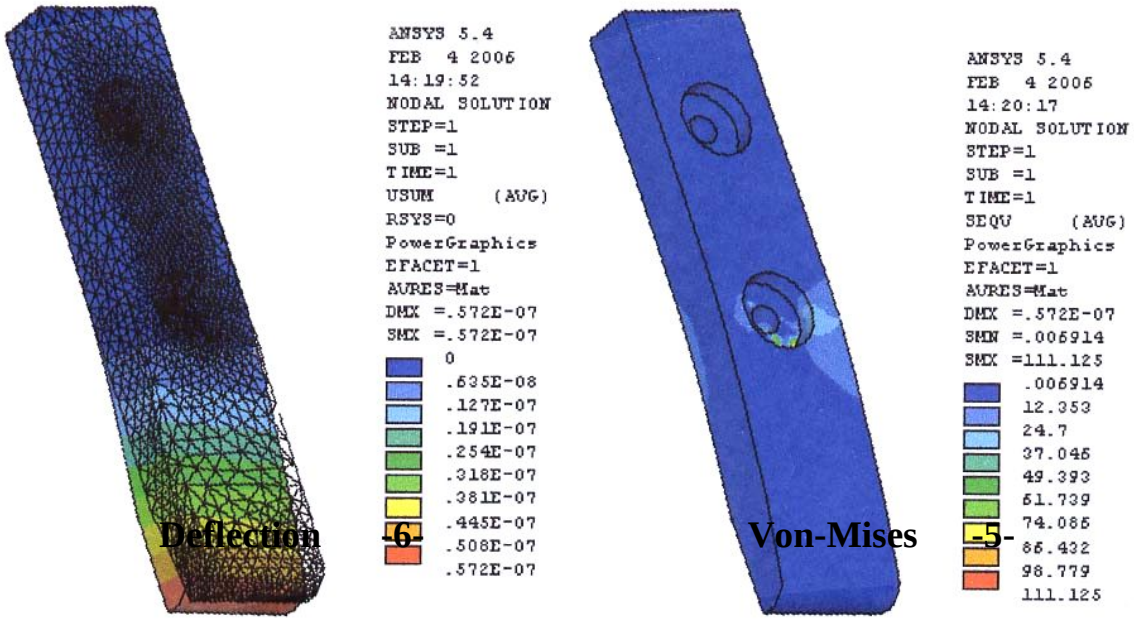
X-Stress -1-





Principle-stress -4- **Z-Stress -3-**

الشكل (٢-أ): توزيع الاجهادات على بدن سلاح المحراث تحت التربة المصنع محلياً.



Deflection -6- **Von-Mises -5-**

الشكل (٢-): توزيع الاجهادات على بدن سلاح المحراث تحت التربة المصنع محلياً.

أما بالنسبة للانحرافات الحاصلة في بدن سلاح المحراث تحت التربة الشكل (٢- ٦-) يلاحظ بأن أعلى قيمة انحراف كانت عند أنف السلاح ٠.٥٧ ملم ثم يبدأ بعدها هذا الانحراف بالانخفاض كلما ابتعدنا عن أنف السلاح، وهذا قد يرجع إلى أن أنف السلاح هو الجزء الأول الذي يلامس التربة ويقوم باختراقها، لذلك فإنه سوف يلاقي مقاومة شديدة من قبل التربة على شكل إجهادات تعمل على حصول الانحراف فيه، وهذا يتفق مع ما أشار إليه Mouazen وNemenyi (١٩٩٩) إلى أن أنف السلاح يواجه أعظم مقاومة أثناء اختراق التربة.

أما بالنسبة لتأثير السرعة الأمامية للحراثة بالمحراث تحت التربة في بعض الصفات وكما يلاحظ في الجدول (٢) هو عدم حصول أي فروقات معنوية تذكر بين كلا من السرعتين ٢.٥٢ و ٣.٦٠ كم/ساعة في صفة عمق الشق وعرض الحافات الجانبية العليا المقطوعة وعدد الكتل الترابية الظاهرة /متر٢ التي يزيد قطرها على ١٠ سم من الناحية الإحصائية.

كما يلاحظ أيضاً من الجدول ذاته أن هناك تفوق معنوي واضح للسرعة ٢.٥٢ كم/ساعة في تسجيل أعلى عرض للشق ٢٢.٩٠ سم مقارنة بالسرعة ٣.٦٠ كم/ساعة التي أعطت عرض أقل ١٩.١٦سم، وقد يرجع السبب في هذا إلى أنه كلما انخفضت السرعة زاد العمق بفعل الاستقرارية الجيدة للمحراث وهذه الزيادة في العمق يرافقها عادة زيادة في معدل تفكيك التربة والأخيرة تعمل بدورها على زيادة عرض الشق بشكل كبير.

مما سبق ومن خلال تلك النتائج يتبين بأن سلاح المحراث تحت التربة المصنع محلياً يتميز بخواص ميكانيكية جيدة والتي مكنته من تحمل الأحمال والقوة المسلطة على هيكليته وتحقيق معدل إجهادات مقبولة.

الجدول (٢) : تأثير سرع الحراثة في بعض الصفات المدروسة.

سرع الحراثة (كم/ساعة)	عمق الشق (سم)	عرض الشق (سم)	عرض الحافة الجانبية العليا المقطوعة (سم)	مظهر الحراثة عدد الكتل الترابية التي يزيد قطرها على ١٠ سم
٢.٥٢	٤٧.٩٦	٢٢.٩٠ أ	١٨.١٥	٢.٥٠
٣.٦٠	٤٧.٠٦	١٩.١٦	١٣.٣٤	١.٦٠

MEASURING THE DEGREE OF LOCAL MADE SUB SOIL PLOW CHISEL FRAME TOLERANCE TO APPLIED STRESSES AND ITS FIELD PERFORMANCE

Aziz R. Al-Bana Adel A. Abullah
Agric. Mechanization Dept., Coll. of Agric. & Forestry, Univ. of Mosul, Iraq

Ahmad F. Ahmad
Engine. Mechanical Dept., Coll. of Engine., Univ. of Mosul, Iraq

Jorag M. Hanoosh
Mechanical Dept., Technical Institute, Mosul, Iraq

ABSTRACT

A tow–stage study was conducted in the laboratories of mosul Technical Institute in 2005, It aimed, specifying the mineral, chimerical and mechanical aspects of a sub soil plow. After that its basic dimensions were stated in order to show its design and structure by applying (ANSYS) programme as to analyse its which are stresses and show its degree of tolerance to this stresses resulting a simulated conditions as possible. A number of situations were tested such as stress toward axis (X, Y, Z), also, the principle-stress σ_1 and σ_2 (N/mm^2) and Deflection (mm). Secondly, the filed estimation of the plow performance was tested which forward speed factor appliedcn tow together 2.52, 3.60 Km/h was adopted and studying their effect on some characterstics such as depth and width of the drill and percentage the percentage of lateral adge and the number of prominent soil blocks which have diameters exceeding (10) cm/m^2. The results show the plow surface hardness was 350 HB while yield stress reached ($864N/mm^2$) and tensile strength was ($1125N/mm^2$), In the middle of the chisel the hardness was less than 184 HB, yield stress ($417N/mm^2$) and tensile strength 625 N/mm^2, analysis of the chisel stress shows that. The principle stress were 119.98 N/mm^2, followed by Von-Mises 111.12 N/mm^2 compared with other stress. As the speed was concerned there was no significant difference in drill depth, width of lateral edges and the number of prominent soil blocks while 2.52 Km/h speed had the widest drill 22.90 cm as compared with 3.60 Km/h.

المصادر

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

حسن، عادل محمود وفداء صفاء محمد علي (١٩٨٦). مبادئ علم المعادن. مؤسسة المعاهد الفنية، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.

داؤد، خالد محمد وزكي عبد الياس (١٩٩٠). الطرق الإحصائية للأبحاث الزراعية.دار الكتـ للطباعة والنشر، جامعة الموصل، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.

عامر، عبدالمجيد (١٩٧٩). الفلزات تحت المجهر. ترجمة للمؤلف كاوتسور، مؤسسة الأهرام بالقاهرة، جامعة الأزهر.

ملا علي، صباح محمد جميل (١٩٨٩). ميكانيك المواد. ترجمة الجزء الأول للمؤلف أيان جون هيران، دار الكتـ للطباعة والنشر، جامعة الموصل، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.

ASM hand book (1996). Carbon and alloy steels. (1): 219-225.

ASM hand book (1997). Material section and design. (2): 1354-1360.

Callister, W. D. (2000). Materials Science and Engineering. 5th ed., PP: 321-329.

Higgins, R. A. (1987). Material for the Engineering Technicians. 2nd eddition, Stoughton press, PP: 201-203.

Mouazen, A. M. and M. Nemenyi (1999). Finite element analysis of subsoiler cutting in non-homogeneous sandy loam soil. Soil and Tillage Res, 51 (1/2): 1-15.