تقويم الأداء الميكانيكي وتحليل الإجهادات لسلاح المحراث المطرحي القلاب المصنع محليا وتحت تأثير الرطوبة في ترب مختلفة النسجة

*عادل أحمد عبدالله

المستخلص

أجريت هذه الدراسة على مرحلتين الأولى فحص وتحليل الإجهادات المؤثرة على هيكل الأسلحة وفي ظروف مشابهة للظروف الحقلية التي يعمل بها المحراث وباستخدام طريقة العناصر المحددة (Finit element) في برنامج Ansys لقد تم اعتماد الإجهاد الأعظم (Von-mises stress) ونسبة الانحراف (Deflection) أما المرحلة الثانية فهي التقويم الحقلي لأداء أسلحة المحراث حيث تمت تجربته في نوعين من الترب (مزيجية غرينية) و (طينية) وبمحتوى رطوبة (١٠,٣ , ١٤,٦ , ١٦,٠٢)% علما انه تم استخدام ثلاثة أشكال لأسلحة المحراث لأجل المقارنة وهي (السلاح التقليدي والأسلحة المصنعة محليا المقطع والفأسي) , تم استقصاء الصفات التالية : الإجهاد , عزم الانحناء , قدرة القطع , المقاومة النوعية للتربة , القدرة المفقودة بالانزلاق , استهلاك الوقود (أظهرت النتائج ان السلاح المقطع في التربة المزيجية الغرينية والمحتوى الرطوبي (١٦,٠٢%) سجل اقل قيمة في الإجهاد وعزم الانحناء وقدرة قطع ومقاومة نوعية للتربة وقدرة مفقودة بالانزلاق إضافة الى اقل استهلاك في الوقود مقارنة بالسلاح الفأسي الذي سجل أعلى القيم للصفات أعلاه وبالتربة الطينية ذات محتوى رطوبي ١٠,٣% , أما السلاح التقليدي قد أظهر نتائج للصفات المدروسة بقيم أعلى من السلاح المقطع واقل من الفأسي).

المقدمة

إن أسلحة المحراث المطرحي القلاب هي تلك الأجزاء الميكانيكية المستخدمة لتسليط القوى على التربة، التي تؤدي بعض التأثيرات المرغوبة مثل خلط التربة وقطعها وقلبها وتحريكها, وتصنف أسلحة المحراث المطرحي القلاب من ضمن أجزاء معدات تهيئة التربة الأولية التي تتطلب قدرة سحب كبيرة مما يتطلب مراعاة التنظيم والتصميم الملائم في عملها ضمن السرع والأعماق المطلوبة حتى تتلائم مع الترب التي تعمل فيها وذلك لتحقيق أهداف تهيئة التربة ولاسيما تحسين الصفات النوعية للحراثة، ومن هنا تأتي أهمية أسلحة المحراث المطرحي القلاب وكثرة الاهتمام بتطويرها وتحسينها, وأن الصفة المميزة للحراثة بالمحراث المطرحي هي فصل طبقة من التربة عن طبقة التربة التحتية غير المحروثة ومن ثم تفكيك هذه الطبقة وتفتيتها وقلبها زيدان و عبدالله (٢٠١٢) , وأكد كل من Venden و Gill (١٩٦٧) أن شكل السلاح يعد من أهم العوامل المؤثرة في أداء المحراث المطرحي القلاب وهو من العوامل المهمة التي يمكن للمصمم أن يتحكم بها, كما أن شكل الحافة القاطعة للسلاح يمكن أن تؤثر في كل من القوة اللازمة للسحب والقوى الرأسية والجانبية عند قطع التربة , كذلك يؤثر شكل أسلحة معدات الحراثة على نمط حركة التربة بالقوى المؤثرة على المحراث وخصائص التربة النهائية Mamman و Oni (٢٠٠٥).

*أستاذ مساعد / قسم المكائن والآلات الزراعية / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل / العراق.

بين Bernacki وآخرون (١٩٧٢) إن الإجهاد وعزم الانحناء الذي تتعرض له أسلحة المحاريث القلابة تكون أعلى بالمقارنة مع تلك التي تكون عند المحاريث الحفارة لان الضغط والقوة المسلطة على أبدان المحاريث القلابة في أثناء الحراثة تكون أكبر من تلك التي تكون عند أسلحة المحاريث الحفارة , وأوضح Wiermanan وآخرون (١٩٩٩) في دراسة لبيان تأثير ثلاث أنواع من الأحمال الديناميكية (١٣٤٥,٥٦ و ٢٠١٨,٣٤ و ٢٥٧٩) نيوتن على إجهاد وانفعال التربة المزيجية الرملية باستخدام ثلاثة أعماق للحراثة (١٠ و ١٦ و ٢٠) سم فوجد إن قيمة الإجهاد والانفعال تتناسب طردياً مع قيمة الأحمال الديناميكية حيث كلما زاد الحمل المسلط كانت هناك زيادة واضحة في قيمة الإجهادات الرئيسية وكانت (١٣٣,١ و ١٧٠,٣ و ٢٠٤,٢) كيلو باسكال وقيمة الانفعال (٠,٢٣ و ٠,٢٧ و ٠,٢٨), وأشار أيضاً Wiermann وآخرون (٢٠٠٠) إن التغيير المستمر في قيمة الإجهاد والانفعال في أثناء حركة معدات الحراثة داخل التربة يختلف باختلاف أنواعها المستخدمة وان علاقة عمق الحراثة وعرض القطع لها له تأثير على مقدار تلك القيمة للإجهاد والانفعال وعادة ما تكون تلك العلاقة طردية حيث تزداد تحت ظروف التربة بكل أنواعها كلما زاد عمق وعرض القطع عندها وان سبب ذلك يعود إلى الإجهادات والأحمال الديناميكية المتحركة والتي تكون عالية وسريعة من قبل المحاريث على التربة في أثناء عملية الحراثة , وبين Sharifat و Kushwaha (٢٠٠٠) إن حركة معدات الحراثة في التربة يرافقها عادة قوة تعمل على إجبار دقائق التربة المتماسكة والموجودة أمامها من الانهيار والانكسار ومن ثم الحركة على سطوحها الشغالة ويعتمد نمط تلك الحركة للدقائق على ظروف التربة نفسها من حيث نوعها وصلابتها ورطوبتها ودرجة التصاقها وتماسكها مع بعضها البعض ، كما وانه في نفس الوقت الذي يصاحب حركة تلك الدقائق هناك إجهاد تتعرض له تلك المعدات العاملة من قبل التربة وان قيمة هذا الإجهاد تختلف من حيث الزيادة والنقصان باختلاف الأعماق والتفكيك الذي يحصل للتربة من قبل تلك المعدات وباختلاف سرعة العمل التي تتحرك بها داخل التربة وحتى باختلاف نوع نسجة التربة المراد معاملتها, وأوضح Adamchuk وآخرون (٢٠٠١) في دراسة لحساب التغيير المستمر في سلوكية الانفعال والإجهاد على سطح سلاح موضوع بشكل عمودي على التربة وكذلك من اجل قياس درجة الإعاقة والمقاومة الميكانيكية للتربة على اختراق هذا السلاح للتربة تحت تأثير أعماق حراثة مختلفة حيث لاحظ انه كلما زاد عمق الحراثة والسرعة الأمامية وزادت قيمة الانفعال والإجهاد وان أعلى قيمة لها كانت عند حافة السلاح عند أقصى عمق للحراثة لكن قيمتها بدأت بالانخفاض تدريجياً كلما قل العمق وقلت السرعة الأمامية للحراثة , كما ان قيمة الإجهاد كانت على أعلى ما يكون عند حافة السلاح ثم بدأت تقل تدريجياً كلما أخذت المسافة تبعد عن الحافة , ولاحظ Suministrado (١٩٩٠) عند دراسة سلوك الإجهاد على سطح البدن من السلاح وحتى اللوح القلاب تحت تأثير سرعتين أماميتين (٠,٣٦ و ٢,٢٦)كم/ساعة وجود اختلافات بين الإجهادات المماسية والاعتيادية وكانت أعلى قيمة للإجهاد المماسي عند حافة السلاح ويقل تدريجياً كلما كان الاتجاه نحو اللوح في حين كانت اقل قيمة للإجهاد الاعتيادي عند حافة السلاح ثم تزداد قيمته عند وسط تقوس المطرحة ويقل عند اللوح , استنتج طاهر(٢٠٠٤) في دراسة تطوير المحراث المطرحي القلاب المحلي الصنع ١١٣ باستخدام ثلاث سرع أمامية للحراثة (٣,٤٨ و

٦,٣٥ و ٨,١٨)كم/ساعة وبثلاثة أعماق (١٥ و ٢٠ و ٢٥)سم ان أعلى إجهاد تم قياسه باستخدام مجس الانفعال عند حافة السلاح وان الإجهاد المسبب للانهيار على بدن المحراث هو إجهاد انبعاج وان أعلى قيمة للإجهاد الأعظم كان (٧٨,٩٠)ميكانيوتن/متر^{٢}, وأشار Lund و John (٢٠٠٣) الى أن نسبة الانزلاق في الترب الناعمة النسجة أعلى من نسبة الانزلاق في الترب الخشنة النسجة وان الانزلاق هو مؤشر جيد لتقييم كفاءة الساحبة اذ يعبر عن التوازن بين الساحبة والحمل الناتج من قوة السحب , وبين العبدلي (٢٠٠٠) في دراسة على المحراث المطرحي القلاب ١٣٤ الرباعي الأبدان في تربة مزيجية طينية غرينية عند انخفاض متوسط المحتوى الرطوبي من (١٣ الى ١٦ ثم الى ١٩)% مع ثبات العمق والسرعة للحراثة زيادة النسبة المئوية للانزلاق , في حين ذكر Termino (٢٠٠٣) ان من العوارض التي تؤدي الى زيادة قدرات السحب وكفاءة استغلال الطاقة للمحراث المطرحي القلاب هو عدم انتظام خط القطع وحدوث التآكل في السلاح , لذلك وبهدف معرفة مدى تحمل سلاح المحراث الأساسي والأسلحة المصنعة محلياً لمثل تلك الحالات (الإجهادات) اقتضى إجراء دراسة شملت فحوصات واختبارات لتحليل وبيان مدى تحملها لتوزيع الإجهادات المؤثرة على هيكليتها في ظروف مشابهة قدر الإمكان للظروف الحقلية باستخدام طريقة العناصر المحددة(Finite element) في البرنامج (ANSYS) بالاعتماد على نوع المعدن المستخدم فيها والتركيبة الكيميائية والخواص الميكانيكية إضافة إلى إجراء دراسة حقلية لبعض المؤشرات الخاصة وهي الإجهاد (ميكانيوتن/متر^{٢}) وعزم الانحناء(نيوتن.متر) , قدرة القطع (كيلواط) , المقاومة النوعية للتربة (كيلو نيوتن/متر^{٢}) , القدرة المفقودة بالانزلاق (كيلوواط) , استهلاك الوقود(لتر/هكتار).

مواد البحث وطرائقه

تم تنفيذ الدراسة جنوب مدينة الموصل وتميزت طوبوغرافية الحقل باستوائها , حيث تمت حراثة الأرض لكل موقع والتي كانت في الموقع الأول ذات نسجة مزيجية غرينية نسبة الرمل ٢٢,٨٩% و نسبة الطين ٢٠,١٩% و نسبة الغرين ٥٨,٥٢% وفي الموقع الثاني طينية نسبة الرمل ٣٢,٥٧% و نسبة الطين ٥٠,٦١% و نسبة الغرين ٢٥,١٢% باستخدام المحراث المطرحي القلاب تركي المنشأ (AYDIN PULLUK) كتلته ٢٩٠ كغم وعرضه الشغال ٨٢ سم وعدد الأبدان ثلاثة , نوع السلاح تقليدي (أزميلي) ونوع المطرحة مهذبة , عند عمق حراثة تم تنظيمه ٣٥ سم , باستخدام ساحبة زراعية نوع عنتر ٨١ موديل ١٩٩٠محرك ذو أربع اسطوانات وقدرتها ٦٤,٤ حصان وبسرعة حراثة أمامية ٤,٣٧ كم/ساعة أما الأسلحة المقطع والفأسي فقد تم تصنيعها محلياً من قبل زيدان و عبدالله في معمل الشمال للصناعات الميكانيكية – الموصل ,كما وتم إجراء اختبار المعدن الذي صنعت منه الأسلحة للمحراث المطرحي القلاب في قسم الهندسة الميكانيكة/ كلية الهندسة - جامعة الموصل , وتم الكشف عن المعدن 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 سم^{3} كحول أثيلي حسب ما جاء به ، عامر(١٩٧٩) و Callister (٢٠٠٠) ، بعد كل تلك العمليات تمت عملية الفحص المجهري للعينة عن طريق فحص الأطوار والمعالجات الحرارية التي أجريت للأسلحة وكذلك تحديد نوع المعدن المستخدم والتركيبة الكيميائية والخواص الميكانيكية ومن ضمنها قياس الصلادة للعينة باستخدام جهاز قياس الصلادة Wolpert Dia-Tistor باستخدام طريقة برينل (Brinell Hardness) وكذلك إجهاد الخضوع الذي تم حسابه أيضاً 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 وآخرون (١٩٨٦) , وفيما يأتي عرض للتركيبة الكيميائية والخواص الميكانيكية لهذه الأسلحة في الجدول (١) , وتوضح الأشكال (١ و ٢ و ٣) أبعاد السلاح التقليدي والأسلحة المصنعة (المقطع والفأسي) على التوالي المستخدمة في الدراسة كما تم أيضاً خلال هذه المرحلة تثبيت الأبعاد والقياسات الأساسية للأسلحة الموضحة في الإشكال وبالاعتماد على هذه الأبعاد والقياسات وكذلك نوع المعدن المستخدم لها وما يمتلكه من خواص ميكانيكية تم إجراء البناء والتصميم الخاص بها بطريقة العناصر المحددة (Finite element) مستخدماً برنامج (ANSYS) ومن خلاله تم تحديد توزيع الإجهادات المؤثرة على هيكليتها وبيان مدى تحملها لتلك الإجهادات من خلال النتائج التي تم الحصول عليها بالاعتماد على الأحمال والقوة المسلطة عليها ، أما المرحلة الثانية حيث نفذت التجربة باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD بطريقة الألواح المنشقة تجميعي وبموقعين , الموقع الأول نسجة التربة (مزيجية غرينية) و الموقع الثاني (طينية) , وبواقع عاملين الأول المحتوى الرطوبي للتربة أثناء الحراثة وبثلاث مستويات (١٠,٣ و ١٤,٦ و ١٦,٠٢) % , بينما الثاني كان أشكال الأسلحة للمحراث وبثلاث مستويات (السلاح التقليدي والأسلحة المصنعة المقطع والفأسي) حسب ما جاء به داؤد واليأس (١٩٩٠) وتم إجراء تحليل التباين للبيانات فكان شكل الأسلحة أكثر أهمية ومن ثم المحتوى الرطوبي للتربة في كل موقع وتم استخدم اختبار دنكن المتعدد المدى للمتوسطات لإيجاد الفروقات المعنوية تحت مستوى احتمال (٠,٠٥) و (٠,٠١) للمقارنة بين المتوسطات , حيث تم دراسة كلاً من الصفات الآتية في كل موقع عند كل محتوى رطوبي ولكل سلاح وهي الإجهاد (ميكانيوتن/متر^{٢}) وعزم الانحناء(نيوتن.متر) , قدرة القطع (كيلواط) , المقاومة النوعية للتربة (كيلو نيوتن/متر^{٢}) , القدرة المفقودة بالانزلاق (كيلوواط) , استهلاك الوقود(لتر/هكتار) . تم قياس الإجهاد المباشر حقلياً عن طريق استخدام جهاز من نوع BAM-1 Bridge Amplifier and Meter لقياس الانفعال الحاصل لأسلحة المحراث عند النقطة التي تم تثبيت

مجس الانفعال فيها , عندما تتعرض تلك الأسلحة أثناء العمل إلى إجهادات مباشرة , ومجس الانفعال هو الجزء الرئيسي المستخدم مع جهاز الانفعال لقياس الانفعال والتغيرات التي تطرأ على الأسلحة المعدنية المثبت عليها وبشكل مباشر أثناء العمل ويتضمن المواصفات الآتية : النوع : KFC-5-C1-11z800 ، الطول : 5 ملم , التحمل الحراري : ˚ ±1.8Micro Strain/C , معامل المقياس : 1 ± 2.15% , مقاومة الكهربائية : 0.3 ± 120 , أما فيما يخص الجهاز فقد أجريت له قبل التشغيل للقياس مجموعة من الإجراءات التنظيمية والتشغيلية وهذه الإجراءات الخاصة بالجهاز مع المجس ساعدت على معرفة قيمة الانفعال والتي بدورها ساهمت في إيجاد قيمة الإجهاد وبيان مدى تأثيره في كل معاملة أثناء العمل وعلى هذا الأساس تم حساب الإجهاد وحسب الأتي : علي (١٩٨٩)

$$\sigma = F / A \quad \text{.....(١)}$$

حيث إن :

σ : الإجهاد (نيوتن/متر^{٢})

F : القوة (نيوتن)

A : المساحة (متر^{٢})

أما الانفعال المباشر: إن الأسلحة تتعرض إلى حمل مباشر لذلك فإن إجهاد سيحدث ومن بعد فان طول الأسلحة سيتغير وعليه فإن :

$$\varepsilon = \delta L / L \quad \text{.....(٢)}$$

ε : الانفعال

δL : التغير في الطول

L : الطول الأصلي

لذلك فإن الانفعال هو مقياس لتشوه المعدن وهو غير بعدي أي ليس له وحدات , وهو بصورة مباشرة نسبة لقيمتين لهما نفس الوحدة كما انه يمكن التعبير عن الانفعال بشكل نسبة مئوية . علي (١٩٨٩) حيث إن:

$$\varepsilon = (\delta L / L) * 100 \quad \text{.....(٣)}$$

أما عزم الانحناء حيث تنص النظرية البسيطة الخاصة بالانحناء المرن على ان:

$$M / I = \sigma / Y = E / R \quad \text{.....(٤)}$$

M : عزم الانحناء المتولد على المقطع الخاص بالسلاح (نيوتن . متر)

I : العزم الثاني لمساحة المقطع حول المحور الوسطي للسلاح (متر^{٤})

σ : الإجهاد المسلط (نيوتن/متر^{٢})

Y : البعد من المحور الوسطي بالنسبة للإجهاد المسلط (متر)

E : معامل يونك للمرونة

R : نصف قطر التقويس للمحور الوسطي للمقطع (متر)

وعليه فإنه من المعادلة السابقة يمكن الحصول على الإجهاد وعزم الانحناء لأي جزء من الأجزاء العاملة : علي (١٩٨٩)

أما قدرة القطع والتي تمثل القدرة المطلوبة من قبل السلاح لكي تقوم بقطع التربة بأقل قدرة داخلية أثناء عملية الحراثة وتحسب من المعادلة الآتية : الرفاعي (١٩٧٨) حيث إن :

$$Pc = F^* S / 3.6 \quad \text{.....(٥)}$$

Pc : قدرة القطع (كيلوواط)

F : قوة القطع (كيلو نيوتن)

S : السرعة الأمامية (كم/ساعة)

$$F = Ac * \delta \quad \text{.....(٦)}$$

Ac : مساحة القطع (متر^{٢}) حيث أن :

$$Ac = L * D \quad \text{.....(٧)}$$

L : محيط القطع لجزء القطع (سم)

D : عمق القطع لجزء القطع (سم)

δ : مقاومة قص التربة (كغم/سم^{٢})

بالاعتماد على السرعة الأمامية للساحبة وعلى قوة السحب بالكيلو نيوتن والتي تم قياسها باستخدام جهاز قياس قوة السحب نوع 5000 Dillon كغم بعدما تم تحويل النتائج المستحصل عليها من هذا الجهاز والتي كانت بالكغم إلى الكيلو نيوتن والتي تم استخدامها أي (النتائج المستحصلة) في حساب المقاومة النوعية للتربة والقدرة المفقودة بالانزلاق , حيث أن :

المقاومة النوعية للتربة (كيلو نيوتن/متر^{٢}) تم حسابها بالاعتماد على مساحة مقطع التربة المحروثة والمتمثلة بعمق عرض الحراثة على وقوة السحب وحسب المعادلة الآتية : البنا (١٩٩٠)

$$SR = FT/(BP*DP) \quad \text{.....(٨)}$$

SR : المقاومة النوعية للتربة (كيلو نيوتن/متر^{٢})

FT : قوة السحب (كيلو نيوتن)

BP : عرض الحرث الفعلي (متر)

DP : عمق الحرث الفعلي (متر)

وكذلك تم قياس القدرة المفقودة بالانزلاق بالكيلوواط أثناء عملية الحراثة بالاعتماد على السرعة الأمامية النظرية والعملية للحراثة وحسب المعادلة الآتية : طاهر (٢٠٠٤)

$$PS = (Ft\ (Vt-Vp)) / 3.6 \quad \text{.....(٩)}$$

PS : القدرة المفقودة بالانزلاق (كيلوواط)

Ft : قوة السحب (كيلو نيوتن)

Vt : السرعة النظرية (كم/ساعة)

Vp : السرعة العملية (كم/ساعة)

تم حساب استهلاك الوقود للساحبة الزراعية لتر/هكتار أثناء عملية الحراثة ولأنواع الاسلحة الثلاثة المستخدمة عند جميع مستويات المحتوى الرطوبي ولكلا الموقعين وحسب المعادلة الآتية : طاهر (٢٠٠٤) حيث أن:

$$Fc = (Fca*10) / (Wp * Lp) \quad \text{.....(١٠)}$$

Fc : كمية الوقود المستهلكة لوحدة المساحة (لتر/هكتار)

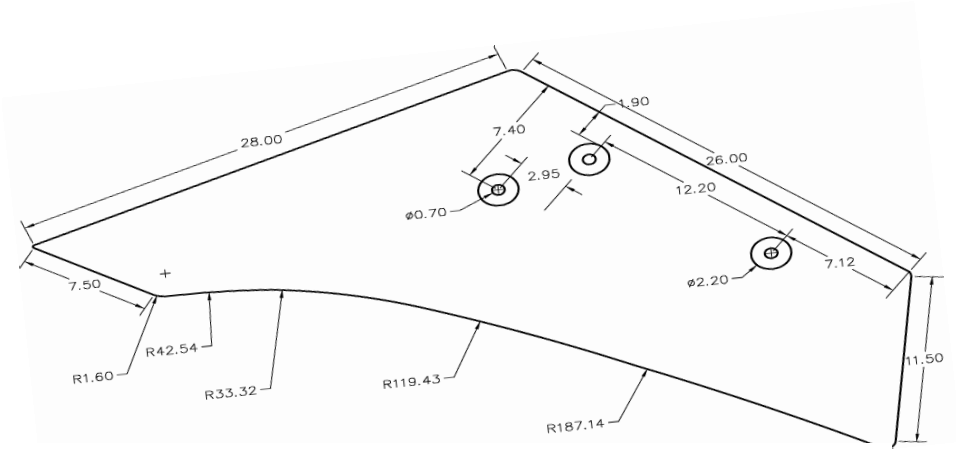
Fca : كمية الوقود المستهلكة والمقاسة (مللتر)

Wp : عرض الحرث الفعلي (متر)

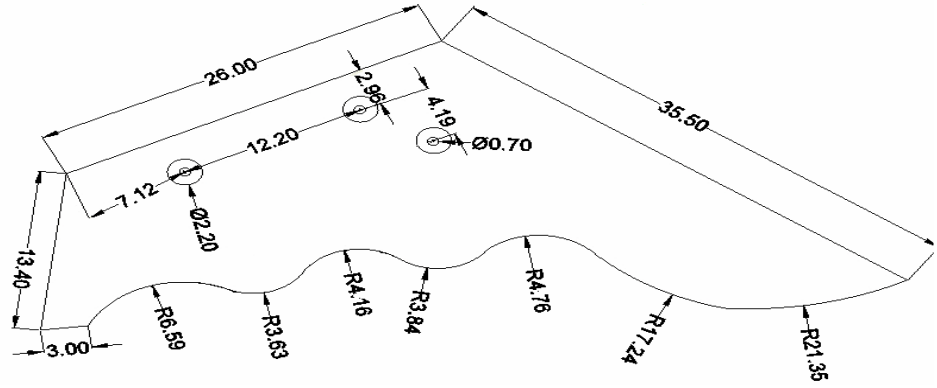
Lp : طول خط المعاملة (متر)

الجدول(١): التركيبة الكيميائية والخواص الميكانيكية لأسلحة المحراث المطرحي القلاب المستخدمة في الدراسة

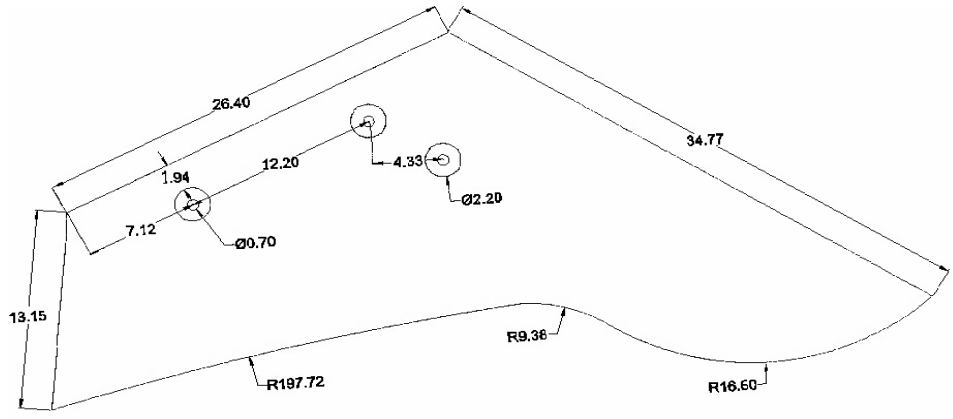
	شكل الاسلحة	الفأسي	المقطع	التقليدي
التركيبة الكيميائية	نوع المعدن	*AISI* ١٣٤٠	*AISI* ١٣٤٠	*AISI* ١٠٥٠
	فوسفور (P%)	٠,٠٠٣	٠,٠٠٣	-
	كبريت (S%)	٠,٠٤	٠,٠٤	-
	نيكل (Ni%)	٠,٠٣	٠,٠٣	-
	مولبيدنيوم (Mo%)	٠,٠٠٧	٠,٠٠٧	-
	كروم (Cr%)	٠,١	٠,١	١
	سيلكون (Si%)	٠,٣٥	٠,٣٥	١,٩
	منغنيز (Mn%)	٢,٥	٢,٥	٠,٦
	كاربون (C%)	٠,٤٥	٠,٤٥	٠,٥
الخواص الميكانيكية	اختبار الصدمة (J)	١٣٠	١٣٠	-
	مقاومة الشد (Mpa)	٧٥٠	٧٥٠	٧٢٠
	الصلادة	٣٥ HRC	٣٥ HRC	١٩٨ HP
	إجهاد الخضوع (Mpa)	٣٥٠	٣٥٠	٥٩٠
	نسبة الاستطالة (%)	١٣	١٣	٢٠



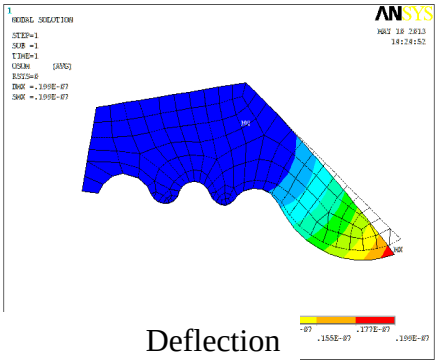
الشكل (١) يوضح أبعاد السلاح التقليدي للمحراث المطرحي

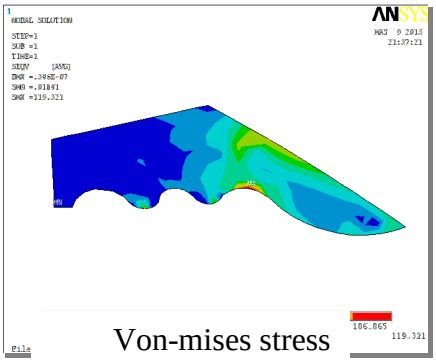


الشكل (٢) يوضح أبعاد السلاح المقطع للمحراث المطرحي

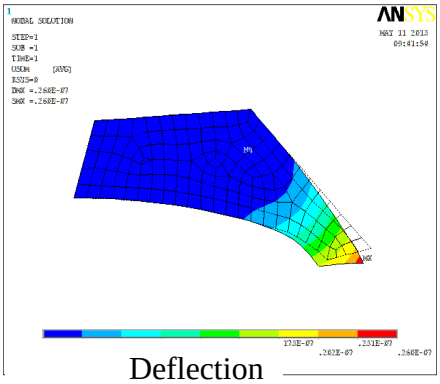


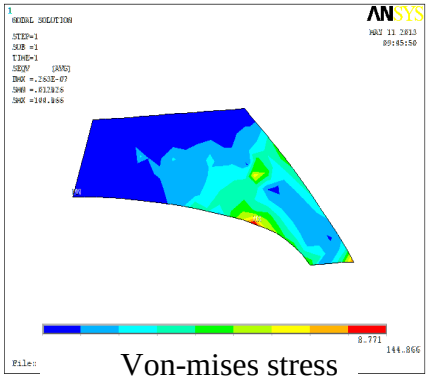
تم تحديد الإجهاد الأعظم ونسبة الانحرافات لسلاح المحراث الأساس والأسلحة المصنعة محلياً باستخدام طريقة العناصر المحددة (Finite element) في البرنامج (ANSYS) وذلك بهدف معرفة مدى تحمله لتوزيع الإجهادات المؤثرة على هيكليته في ظروف مشابهة قدر الإمكان للظروف الحقلية حيث تم تحديد القيم النظرية ومن ثم تم مقارنتها بالقيم التجريبية بالنسبة لجميع العوامل المدروسة إلا أن النتائج الحقلية كانت بصورة عامة أعلى من النظرية ويعود السبب الى إمكانية حدوث قوى في الحقل تعمل على زيادة الإجهاد حيث توضح الأشكال (٤ و٥ و ٦) توزيع الإجهادات ونسب الانحرافات , وبشكل عام سجل السلاح المقطع اقل إجهاد أعظم (١١٩,٣٢) نيوتن/ملم^{٢} واقل نسبة انحراف(٠,١٩)ملم وتلاها بذلك السلاح التقليدي بتسجيل إجهاد أعظم(١٤٤,٨٦) نيوتن/ملم^{٢} ونسبة انحراف(٠,٢٦)ملم بينما أعلى إجهاد (١٤٨,١٥) نيوتن/ملم^{٢}سجلها السلاح الفأسي وأعلى ونسبة انحراف كانت (٠,٢٦)ملم عند السلاح التقليدي.



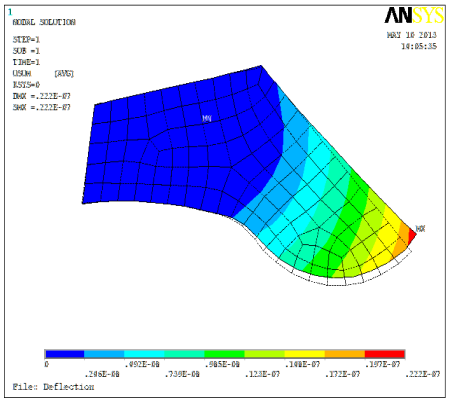


وزيع الإجهادات والانحرافات على سلاح المحراث المقطع

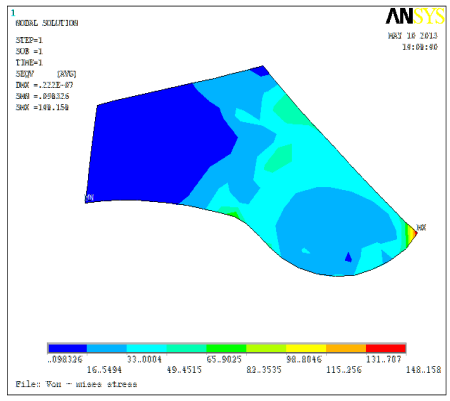




وزيع الإجهادات والانحرافات على سلاح المحراث التقليدي



Deflection



Von-mises stress

الشكل (٦) يبين توزيع الإجهادات والانحرافات على سلاح المحراث الفأسي

يتضح من الجدول (٢) و (٣) وجود اختلافات معنوية واضحة بين العوامل المدروسة في كلا الموقعين عند صفة الإجهاد وعزم الانحناء باستثناء التداخل بين المواقع والمحتوى الرطوبي والتداخل الثلاثي بين المواقع والمحتوى الرطوبي ونوع السلاح لكل الصفتين وباستثناء التداخل بين المواقع ونوع السلاح عند صفة الإجهاد وفيما يلي بيان لتلك التأثيرات ونتائج الفروقات المعنوية وحسب الأتي :

حيث سجل الموقع الثاني أعلى قيمة إجهاد (٥٨,١٥) ميكا نيوتن/متر^{٢} وأعلى عزم انحناء (١٥٨,٩٤) نيوتن.متر في حيث سجل الموقع الأول اقل إجهاد (٥٧,٧١) ميكا نيوتن/متر^{٢} واقل عزم انحناء (١٥٨,٤٥) نيوتن.متر ويعود السبب في ذلك الى ان نسجة التربة للموقع الثاني طينية اي إن نسبة الطين فيها أعلى من نسبته في تربة الموقع الأول والتي هي مزيجية غرينية لذلك فان تماسك دقائق التربة فيها أعلى لذا فان اختراقها يحتاج الى طاقة وجهد أعلى وهذا ما حصل عند الموقع الثاني من زيادة الإجهاد وعزم الانحناء.

كما سجل المحتوى الرطوبي (١٠,٣%) أعلى قيمة إجهاد (٥٩,٥٧) ميكا نيوتن/متر^{٢} وأعلى عزم انحناء (١٦٠,٠٨) نيوتن.متر أما المحتوى الرطوبي (١٦,٠٢%) فقد سجل إجهاد وعزم انحناء اقل كان(٥٦,٠٧) ميكا نيوتن/متر^{٢} (١٥٧,١٠) نيوتن.متر على التوالي , ويرجع السبب في ذلك الى انه كلما انخفض المحتوى الرطوبي في التربة تزداد قوة مقاومة التربة والتي بدورها تؤدي الى زيادة الزخم المسلط على الأجزاء الشغالة أثناء عملية اختراقها للتربة , من جهة أخرى فان هذه الزيادة في قوة المقاومة للتربة والزخم الناتج عنها ساعدت على زيادة الإجهاد وعزم الانحناء نتيجة انخفاض المحتوى الرطوبي.

كما سجل السلاح الفأسي أعلى قيمة إجهاد وعزم انحناء (٦٠,٥٥) ميكا نيوتن/متر^{٢} و (١٦٠,٩٨) نيوتن.متر على التوالي في حيث سجل السلاح المقطع اقل إجهاد (٥٥,٤٥) ميكا نيوتن/متر^{٢} واقل عزم انحناء (١٥٦,٤٣) نيوتن.متر وهذا ينطبق على ما أشارت إليه النتائج في الأشكال (٤ الى ٦) للأسلحة عند التصميم ببرنامج (ANSYS) من تسجيل السلاح الفأسي أعلى إجهاد أعظم مقارنة بباقي الأسلحة وبالأخص المقطع التي سجل اقل إجهاد أعظم واقل نسبة

انحراف ويعود سبب انخفاض الإجهاد عند السلاح المقطع إلى التصميم الميكانيكي الجيد له والمقطع عند الحافة القاطعة للسلاح الذي ساعد في توليد قطع انزلاقي لشريحة التربة أثناء عملية الحراثة وبأقل قوة وقدرة مطلوبة التي بدورها تمثل العامل الرئيس لقلة الإجهاد وذلك لأن تصاميم أشكال الأسلحة كلما كانت ملائمة وجيدة فإنها سوف تقلل بدورها قوة السحب المطلوبة للمحراث وهذا يعني الإجهاد اقل على الأسلحة.

اما عند التداخل بين المواقع ونوع السلاح فلم يظهر اي اختلاف معنوي بينهما عند صفة الإجهاد ولكن عند عزم الانحناء يلاحظ بان أعلى عزم انحناء تم تسجيله في الموقع الثاني عند السلاح الفأسي كان (١٦١,٢٦) نيوتن.متر وكذلك فقد سجل السلاح الفأسي عند المحتوى الرطوبي (١٠,٣%) أعلى إجهاد (٦٢,٣٠) ميكا نيوتن/متر^{٢} وأعلى عزم انحناء (١٦٢,٥٢) نيوتن.متر في حيث سجل السلاح المقطع عند المحتوى الرطوبي (١٦,٠٢%) اقل إجهاد وعزم انحناء كانا (٥٣,٧٥) ميكا نيوتن/متر^{٢} و (١٥٤,٤٤) نيوتن.متر على التوالي ويستدل من ذلك ان عزم الانحناء سلك السلوك نفسه للإجهاد وان العلاقة ما بينهما طردية لهذا السبب فان زيادة الإجهاد عند اي عامل رافقه زيادة في عزم الانحناء.

الجدول (٢) تأثير العوامل المدروسة على الإجهاد ميكا نيوتن / متر^{٢}

المواقع	المحتوى الرطوبي %	نوع السلاح للمحراث المطرحي			التداخل بين المواقع والمحتوى الرطوبي	تأثير المواقع	تأثير المحتوى الرطوبي
		التقليدي	الفأسي	المقطع			
الموقع الأول	١٠,٣	٥٩,٤٣	٦٢,٢٨	٥٦,٥١	٥٩,٤١		
	١٤,٦	٥٧,٥١	٦٠,٣٥	٥٥,٩٨	٥٧,٩٤		
	١٦,٠٢	٥٥,٤٩	٥٨,٥١	٥٣,٣٧	٥٥,٧٩		
الموقع الثاني	١٠,٣	٦٠,٠٤	٦٢,٣٤	٥٦,٨٣	٥٩,٧٣		
	١٤,٦	٥٨,٣٤	٦٠,٩٤	٥٥,٨٨	٥٨,٣٨		
	١٦,٠٢	٥٥,٩٩	٥٨,٨٩	٥٤,١٣	٥٦,٣٣		
التداخل بين المواقع ونوع السلاح	الموقع الأول	٥٧,٤٨	٦٠,٣٨	٥٥,٢٩		٥٧,٧١ ب	
	الموقع الثاني	٥٨,١٢	٦٠,٧٣	٥٥,٦١		٥٨,١٥ أ	
التداخل بين المحتوى الرطوبي ونوع السلاح	١٠,٣	٥٩,٧٤ ج	٦٢,٣٠ أ	٥٦,٦٧ و			٥٩,٥٧ أ
	١٤,٦	٥٧,٩٢ هـ	٦٠,٦٤ ب	٥٥,٩٤ ز			٥٨,١٦ ب
	١٦,٠٢	٥٥,٧٤ ز	٥٨,٧٠ د	٥٣,٧٥ ح			٥٦,٠٧ ج
تأثير نوع السلاح		٥٧,٨٠ ب	٦٠,٥٥ أ	٥٥,٤٥ ج			

*** القيم الأقل هي الأفضل**

الجدول (٣) تأثير العوامل المدروسة على عزم الانحناء نيوتن . متر

المواقع	المحتوى الرطوبي %	نوع السلاح للمحراث المطرحي			التداخل بين المواقع والمحتوى الرطوبي	تأثير المواقع	تأثير المحتوى الرطوبي
		التقليدي	الفأسي	المقطع			
الموقع الأول	١٠,٣	١٥٩,٤٣	١٦٢,٤٢	١٥٧,٤٤	١٥٩,٧٦ب		
	١٤,٦	١٥٨,٤٩	١٦٠,٢٢	١٥٧,٠٢	١٥٨,٥٨ د		
	١٦,٠٢	١٥٧,٠٩	١٥٩,٤٥	١٥٤,٥٤	١٥٧,٠٢ و		
الموقع الثاني	١٠,٣	١٦٠,٣٤	١٦٢,٦٢	١٥٨,٢٤	١٦٠,٣٩ أ		
	١٤,٦	١٥٩,٤٣	١٦١,٣٤	١٥٦,٩٩	١٥٩,٢٥ ج		
	١٦,٠٢	١٥٧,٣٤	١٥٩,٨٣	١٥٤,٣٤	١٥٧,١٧ هـ		
التداخل بين المواقع ونوع السلاح	الموقع الأول	١٥٨,٣٤ د	١٦٠,٦٩ب	١٥٦,٣٣ و		١٥٨,٤٥ ب	
	الموقع الثاني	١٥٩,٠٣ ج	١٦١,٢٦ أ	١٥٦,٥٢هـ		١٥٨,٩٤ أ	
التداخل بين المحتوى الرطوبي ونوع السلاح	١٠,٣	١٥٩,٨٨ ج	١٦٢,٥٢ أ	١٥٧,٨٣ و			١٦٠,٠٨ أ
	١٤,٦	١٥٨,٩٦هـ	١٦٠,٧٨ب	١٥٧,٠١ ح			١٥٨,٩١ ب
	١٦,٠٢	١٥٧,٢١ ز	١٥٩,٦٤ د	١٥٤,٤٤ ط			١٥٧,١٠ ج
تأثير نوع السلاح		١٥٨,٦٨ ب	١٦٠,٩٨ أ	١٥٦,٤٣ ج			

*** القيم الأقل هي الأفضل**

يشير الجدول (٤) الى وجود فروق معنوية بين العوامل المدروسة في كلا الموقعين عند صفة قدرة القطع باستثناء التداخل بين المواقع ونوع السلاح والتداخل الثلاثي بين المواقع والمحتوى الرطوبي ونوع السلاح وفيما ياتي بيان لتلك التأثيرات ونتائج الفروقات المعنوية , حيث سجل الموقع الثاني أعلى قدرة قطع (٠,٦٢) كيلو واط مقارنة بالموقع الأول الذي سجل قدرة قطع اقل (٠,٦١) كيلو واط ويرجع السبب في ذلك الى ان تربة الموقع الثاني كانت طينية لذلك فان نسبة الطين فيها غالبة على بقية النسب لدقائق التربة مما يزيد من مقدار تماسك دقائق التربة مع بعضها البعض وعليه فان القدرة المطلوبة لاختراق وقطع شريحة التربة اكبر وأعلى وهذا ما حدث عند هذا الموقع , كما سجل المحتوى الرطوبي (١٠,٣%) أعلى قدرة قطع (٠,٦٥) كيلو واط في حيث لم تظهر اي اختلافات معنوية بين المحتوى الرطوبي (١٤,٦%) والمحتوى الرطوبي (١٦,٠٢%) في تسجيل قدرة قطع (٠,٦٠ و ٠,٦٠) كيلو واط على الترتيب و يرجع السبب في زيادة قدرة القطع بانخفاض المحتوى الرطوبي وخصوصاً عند (١٠,٣%) الى ان مقاومة التربة للاختراق والمتمثلة بالمقاومة النوعية للتربة عنده عالية وعلى هذا الأساس سوف

تكون هناك حاجة فعلية الى صرف طاقة وقوة اكبر لإحداث فعل الاختراق , اما عند الاسلحة فقد سجل السلاح الفأسي أعلى قدرة قطع (٠,٦٣) كيلو واط وتلاها في ذلك السلاح التقليدي بتسجيل قدرة (٠,٦٢) كيلو واط في حين اقل قدرة قطع كانت عند السلاح المقطع (٠,٦٠) كيلو واط ويعود السبب في ذلك الى عدم تناغم عمل المطرحة مع السلاح الفأسي , ومن جهة اخرى عدم حدوث انسيابية جيدة في حركة شريحة التربة المقطوعة نتيجة لزيادة مقاومة التربة عند هذا السلاح وهذا ما ادى الى زيادة في قدرة القطع وهذا ايضاً يتفق مع ما أشار إليه عبدالله و زيدان (٢٠١٢) , اما عند التداخل بين المواقع والمحتوى الرطوبي فقد سجل المحتوى الرطوبي (١٠,٣%) عند الموقع الثاني أعلى قدرة قطع (٠,٦٦) كيلو واط في حين اقل قدرة قطع سجلها المحتوى الرطوبي (١٦,٠٢%) عند الموقع الأول كانت (٠,٦٠) كيلو واط والتي لم تختلف في نفس الوقت معنويا مع قيمة القدرة عند المحتوى الرطوبي (١٤,٦%) عند نفس الموقع (٠,٦٠) كيلو واط والمحتوى الرطوبي (١٦,٠٢%) عند الموقع الثاني (٠,٦٠) كيلو واط ,

الجدول (٤) تأثير العوامل المدروسة على قدرة القطع كيلو واط

المواقع	المحتوى الرطوبي %	نوع السلاح للمحراث المطرحي			التداخل بين المواقع والمحتوى الرطوبي	تأثير المواقع	تأثير المحتوى الرطوبي
		التقليدي	الفأسي	المقطع			
الموقع الأول	١٠,٣	٠,٦٥	٠,٦٦	٠,٦٢	٠,٦٤ ب		
	١٤,٦	٠,٦٠	٠,٦١	٠,٥٩	٠,٦٠ هـ		
	١٦,٠٢	٠,٦١	٠,٦٢	٠,٥٩	٠,٦٠ د		
الموقع الثاني	١٠,٣	٠,٦٧	٠,٦٧	٠,٦٤	٠,٦٦ أ		
	١٤,٦	٠,٦٢	٠,٦٢	٠,٦٠	٠,٦١ ج		
	١٦,٠٢	٠,٦١	٠,٦١	٠,٦٠	٠,٦٠ د هـ		
التداخل بين المواقع ونوع السلاح	الموقع الأول	٠,٦٢	٠,٦٣	٠,٦٠		٠,٦١ ب	
	الموقع الثاني	٠,٦٣	٠,٦٣	٠,٦١		٠,٦٢ أ	
التداخل بين المحتوى الرطوبي ونوع السلاح	١٠,٣	٠,٦٦ أ	٠,٦٦ أ	٠,٦٤ ب			٠,٦٥ أ
	١٤,٦	٠,٦١ ج د	٠,٦١ ج	٠,٥٩ هـ			٠,٦٠ ب
	١٦,٠٢	٠,٦١ د	٠,٦١ ج د	٠,٥٩ هـ			٠,٦٠ ب
تأثير نوع السلاح		٠,٦٢ ب	٠,٦٣ أ	٠,٦٠ ج			

*** القيم الأقل هي الأفضل**

كما وسجل التداخل بين المحتوى الرطوبي (١٠,٣%) عند كلا السلاحين الفأسي والتقليدي أعلى قدرة قطع (٠,٦٦) و (٠,٦٦) كيلو واط على الترتيب واللتان لم تختلفا معنويا في حين سجل السلاح المقطع اقل قدرة قطع (٠,٥٩) كيلو واط عند المحتوى الرطوبي (١٦,٠٢%) وقدرة قطع (٠,٥٩) كيلو واط عند المحتوى الرطوبي (١٤,٦%) واللتان لم تختلفا معنويا عن بعضهما

وهذا يرجع الى نفس الأسباب التي تم ذكرها سابقاً من ان زيادة نسبة الطين في تربة الموقع الثاني مع انخفاض المحتوى الرطوبي ساعدت على زيادة تماسك دقائق التربة وبالتالي واجه كلاً من السلاحين التقليدي والفأسي مقاومة عالية من التربة أثناء القطع أي ان مركبة القوة لوزن الشريحة المتجهة نحو الأسفل لا تستطيع التغلب على مركبة قوة رد فعل التربة المتجهة نحو الأعلى أثناء قطع الشريحة وهذه القوة هي المسؤولة عن ثبات عمق الحراثة وقطع للشريحة أثناء العمل مما أثرت سلباً على مقدار قدرة القطع لهذه الأسلحة وهذا ايضاً يتفق مع ما توصل اليه عبدالله (٢٠١١).

ويتبين من الجدول (٥) وجود فروقات معنوية واضحة بين العوامل المدروسة عند صفة المقاومة النوعية للتربة في كلا الموقعين باستثناء التداخل الثلاثي بين المواقع والمحتوى الرطوبي ونوع السلاح وفيما يأتي بيان تلك التأثيرات حيث حقق الموقع الثاني أعلى مقاومة نوعية للتربة (٥٩,٨٩) كيلو نيوتن/متر^{٢} مقارنة بالموقع الأول الذي حقق مقاومة نوعية للتربة اقل (٥٩,٣٠) كيلو نيوتن/متر^{٢} ويرجع السبب في انخفاض المقاومة النوعية عند الموقع الأول الى زيادة في عمق الحراثة واثارة التربة بحجم اكبر أي ان المساحة المحروثة تكون اكبر بزيادة العمق مما ينعكس هذا على حجم مقطع التربة المحروثة والذي يتناسب تناسب عكسي مع المقاومة النوعية للتربة , كما حقق المحتوى الرطوبي (١٠,٣%) أعلى مقاومة نوعية للتربة (٦١,٣٨) كيلو نيوتن/متر^{٢} في حين حقق المحتوى الرطوبي (١٤,٦%) اقل مقاومة نوعية للتربة (٥٨,١٧) كيلو نيوتن/متر^{٢} ويرجع السبب في انخفاض المقاومة النوعية للتربة عند المحتوى الرطوبي (١٤,٦%) الى زيادة عمق الحراثة وهذا بدوره ادى الى زيادة في المقطع العرضي للتربة المحروثة مع بقاء قيم العرض الشغال وقوة السحب ثابتة لان رطوبة التربة هذه هي الرطوبة الملائمة للتربة المزيجية والتي تعد من العوامل المؤثرة في المقاومة النوعية لذلك قلت عندها. كما وحقق السلاح الفأسي أعلى مقاومة نوعية للتربة (٦١,٤٩) كيلو نيوتن/متر^{٢} مقارنة بالسلاح المقطع الذي حقق اقل مقاومة نوعية للتربة (٥٦,٤٧) كيلو نيوتن/متر^{٢} ويعود السبب في انخفاض المقاومة النوعية للتربة عند السلاح المقطع الى الأشكال النصف دائرية للسلاح والتي تعمل على توزيع القوى على عرض السلاح وعدم التركيز على مكان واحد من السلاح مما ساعد على اثارة حجم اكبر للتربة والذي بزيادته تقل المقاومة النوعية للتربة وهذا ايضاً يتفق مع ما أشار إليه عبدالله و زيدان (٢٠١٢) , وحقق التداخل بين الموقع الثاني والمحتوى الرطوبي (١٠,٣%) أعلى مقاومة نوعية للتربة (٦١,٥٣) كيلو نيوتن/متر^{٢} والتي لم تختلف في نفس الوقت معنويا عن قيمة المقاومة النوعية للتربة عند نفس المحتوى الرطوبي في الموقع الأول كانت(٦١,٢٣) كيلو نيوتن/متر^{٢} في حيث حقق المحتوى الرطوبي (١٤,٦%) عند الموقع الأول اقل مقاومة نوعية للتربة (٥٧,٦١) كيلو نيوتن/متر^{٢} , كما وحقق التداخل بين الموقع الثاني والسلاح الفأسي أعلى مقاومة نوعية للتربة (٦١,٦٧) كيلو نيوتن/متر^{٢} مقارنة بالموقع الأول والسلاح المقطع في تحقيق اقل مقاومة نوعية للتربة كانت(٥٦,٣١) كيلو نيوتن/متر^{٢} , اما التداخل بين المحتوى الرطوبي ونوع السلاح فقد حقق السلاح الفأسي عند المحتوى الرطوبي (١٠,٣%) أعلى مقاومة نوعية للتربة (٦٣,٦٠) كيلو نيوتن/متر^{٢} مقارنة بالسلاح المقطع الذي حقق عند المحتوى الرطوبي (١٤,٦%) اقل مقاومة نوعية للتربة

(٥٥,٨٧) كيلو نيوتن/متر^{٢} والتي لم تختلف معنويا في نفس الوقت عن قيمة المقاومة النوعية (٥٥,٩٩) كيلو نيوتن/متر^{٢} عند المحتوى الرطوبي (١٦,٠٢%) و يرجع هذا الى ان زيادة عمق الحراثة بالسلاح المقطع رافقه زيادة في حجم مقطع التربة المثارة أي ان المساحة المحروثة تكون اكبر وبالتالي مقاومة اقل وهذا ما حدث في الموقع الأول عندما كان المحتوى الرطوبي (١٤,٦%).

الجدول (٥) تأثير العوامل المدروسة على المقاومة النوعية للتربة كيلو نيوتن / متر^{٢}

المواقع	المحتوى الرطوبي %	نوع السلاح للمحراث المطرحي			التداخل بين المواقع والمحتوى الرطوبي	تأثير المواقع	تأثير المحتوى الرطوبي
		التقليدي	الفأسي	المقطع			
الموقع الأول	١٠,٣	٦٢,٩٦	٦٣,٥٥	٥٧,١٩	٦١,٢٣ أ		
	١٤,٦	٥٧,٨٩	٥٩,١٨	٥٥,٧٧	٥٧,٦١ هـ		
	١٦,٠٢	٦٠	٦١,٢٢	٥٥,٩٧	٥٩,٠٦ ج		
الموقع الثاني	١٠,٣	٦٣	٦٣,٦٦	٥٧,٩٤	٦١,٥٣ أ		
	١٤,٦	٦٠,٢٠	٦٠,٠٢	٥٥,٩٧	٥٨,٧٣ د		
	١٦,٠٢	٦٠,٨٧	٦١,٣٤	٥٦,٠١	٥٩,٤٠ ب		
التداخل بين المواقع ونوع السلاح	الموقع الأول	٦٠,٢٨ ج	٦١,٣١ ب	٥٦,٣١ هـ		٥٩,٣٠ ب	
	الموقع الثاني	٦١,٣٥ ب	٦١,٦٧ أ	٥٦,٦٤ د		٥٩,٨٩ أ	
التداخل بين المحتوى الرطوبي ونوع السلاح	١٠,٣	٦٢,٩٨ ب	٦٣,٦٠ أ	٥٧,٥٦ ز			٦١,٣٨ أ
	١٤,٦	٥٩,٠٤ و	٥٩,٦٠ هـ	٥٥,٨٧ ح			٥٨,١٧ ج
	١٦,٠٢	٦٠,٤٣ د	٦١,٢٨ ج	٥٥,٩٩ ح			٥٩,٢٣ ب
تأثير نوع السلاح		٦٠,٨٢ ب	٦١,٤٩ أ	٥٦,٤٧ ج			

*** القيم الأقل هي الأفضل**

ويتبين من الجدول (٦) وجود فروق معنوية واضحة بين العوامل المدروسة في كلا الموقعين وفيما يأتي بيان لتلك التأثيرات ونتائج الفروقات المعنوية حسب الأتي : حيث سجل الموقع الثاني اقل قدرة مفقودة بالانزلاق (١,٨٥) كيلو واط مقارنة بالموقع الأول الذي سجل قدرة مفقودة بالانزلاق اقل (١,٥٣) كيلو واط وهذا يرجع الى ان القدرة المفقودة بالانزلاق تتأثر بالمقاومة النوعية للتربة فكلما قلت المقاومة قل الجهد المطلوب لإحداث فعل الاختراق وبالتالي تقل القدرة المفقودة بالانزلاق وهذا ما حدث عند الموقع الأول , كما سجل المحتوى الرطوبي (١٦,٠٢%) أعلى قدرة مفقودة بالانزلاق (٢,٢٤) كيلو واط وتلاه في ذلك المحتوى الرطوبي (١٠,٣%) بتسجيل قدرة مفقودة (١,٦٢) كيلو واط اما اقل قدرة مفقودة بالانزلاق كانت عند المحتوى

الرطوبي (١٤,٦%) وهي (١,٢٠) كيلو واط ويرجع سبب زيادة القدرة المفقودة بالانزلاق عند زيادة المحتوى الرطوبي في التربة مرة وانخفاضه في التربة مرة أخرى إلى الحقيقة العلمية التي أثبتها Shishkove و Staneve (١٩٦٨) حيث أوضح بان أحسن وأكثر الترب ملائمة للمعاملات الميكانيكية هي التي تصل فيها رطوبة التربة إلى حدود النضوج الفيزياوي (تحول التربة من الحالة نصف الصلبة إلى الحالة الصلبة) حيث وجدها في الترب المزيجية في حدود (١٢-١٤%) وفي الترب الرملية (١٠-١٢%) وفي الطينية (١٤-٢٠%) حيث عندها تكون المقاومة النوعية للتربة في حدودها الدنيا وبما أن تربة الحقل مزيجية وطينية فإن النتائج المتحصل عليها ميدانيا متفقة مع تلك الحقيقة , لأن لرطوبة التربة دوراً فعالاً ومؤثراً في نسبة الانزلاق حيث إن زيادته بزيادة الرطوبة للتربة ترجع إلى إن التربة هنا تكون رخوة وذات تماسك قليل وهذا ما جعل عمق الحراثة كبير مما يزيد من القدرة المفقودة بالانزلاق لعجلات الساحبة بينما زيادتها عند انخفاض المحتوى الرطوبي للتربة ترجع إلى أن صلابة وتماسك التربة هنا كبير لذلك فان مقاومة التربة تكون كبيرة مما يزيد أيضا من القدرة المفقودة بالانزلاق نتيجة لزيادة الجهد المطلوب لأحداث فعل الاختراق والتعمق , في حين سجل السلاح الفأسي أعلى قدرة مفقودة بالانزلاق (١,٩٣) كيلو واط مقارنة ببقية الأسلحة وخصوصا السلاح المقطع الذي سجل اقل قدرة مفقودة بالانزلاق (١,٣٢) كيلو واط ويعود السبب في ذلك الى ان قدرة القطع من جهة والمقاومة النوعية للتربة من جهة أخرى تؤثران تأثيراً مباشراً على القدرة المفقودة بالانزلاق وان العلاقة بينهما طردية حيث ان زيادة قدرة القطع والمقاومة النوعية للتربة عند السلاح الفأسي رافقها زيادة في القدرة المفقودة بالانزلاق على عكس السلاح المقطع انخفاضهما رافقه انخفاض في القدرة المفقودة بالانزلاق.

اما التداخل بين الموقع الثاني والمحتوى الرطوبي (١٦,٠٢%) فقد سجل أعلى قدرة مفقودة بالانزلاق (٢,٤٩) كيلو واط مقارنة بالموقع الأول والمحتوى الرطوبي (١٤,٦%) الذي سجل اقل قدرة انزلاق كانت (١,٠٨) كيلو واط , وكذلك حقق التداخل بين السلاح الفأسي والموقع الثاني أعلى قدرة مفقودة بالانزلاق (٢,١٤) كيلو واط مقارنة بالسلاح المقطع عند الموقع الأول الذي حقق اقل قدرة مفقودة بالانزلاق (١,٢٥) كيلو واط , كما وحقق التداخل عند السلاح الفأسي والمحتوى الرطوبي (١٦,٠٢%) أعلى قدرة مفقودة بالانزلاق (٢,٥٠) كيلو واط مقارنة بالسلاح المقطع عند المحتوى الرطوبي (١٤,٦%) سجلت اقل قدرة مفقودة بالانزلاق (٠,٩٨) كيلو واط كما وسجل ايضا السلاح الفأسي عند الموقع الثاني والمحتوى الرطوبي (١٦,٠٢%) أعلى قدرة مفقودة بالانزلاق (٢,٨٨) كيلو واط وتلاها بذلك السلاح التقليدي عند نفس الموقع والمحتوى الرطوبي بتسجيل قدرة مفقودة (٢,٦٦) كيلو واط في حين سجل السلاح المقطع عند كلا الموقعين وبالأخص الموقع الأول عند المحتوى الرطوبي (١٤,٦%) اقل قدرة مفقودة بالانزلاق (٠,٩٧) و (٠,٩٩) كيلو واط على الترتيب ويرجع السبب بذلك الى ان متطلبات قوة السحب قد زادت عند تربة الموقع الثاني وكذلك زادت مرة أخرى بانخفاض المحتوى الرطوبي ومرة بزيادة المحتوى الرطوبي مما أدى بدوره الى زيادة مقاومة التربة للقطع أي زيادة المقاومة في طريق مرور المحراث أي الطاقة المطلوبة للاختراق والتفكيك وخصوصاً عند السلاح الفأسي.

الجدول (٦) تأثير العوامل المدروسة على القدرة المفقودة بالانزلاق كيلو واط

المواقع	المحتوى الرطوبي %	نوع السلاح للمحراث المطرحي			التداخل بين المواقع والمحتوى الرطوبي	تأثير المواقع	تأثير المحتوى الرطوبي
		التقليدي	الفأسي	المقطع			
الموقع الأول	١٠,٣	١,٧١ ي	١,٨٧ ح	١,٠٥ ع	١,٥٤ د		
	١٤,٦	١,١١ س	١,١٧ ن	٠,٩٧ ص	١,٠٨ و		
	١٦,٠٢	٢,١٠ د	٢,١١ ج	١,٧٣ ط	١,٩٨ ب		
الموقع الثاني	١٠,٣	١,٨٩ ز	١,٩٩ هـ	١,٢٣ م	١,٧٠ ج		
	١٤,٦	١,٤٦ ل	١,٥٤ ك	٠,٩٩ ف	١,٣٣ هـ		
	١٦,٠٢	٢,٦٦ ب	٢,٨٨ أ	١,٩٥ و	٢,٤٩ أ		
التداخل بين المواقع ونوع السلاح	الموقع الأول	١,٦٤ د	١,٧٢ ج	١,٢٥ و		١,٥٣ ب	
	الموقع الثاني	٢ ب	٢,١٤ أ	١,٣٩ هـ		١,٨٥ أ	
التداخل بين المحتوى الرطوبي ونوع السلاح	١٠,٣	١,٨٠ هـ	١,٩٣ ج	١,١٤ ح			١,٦٢ ب
	١٤,٦	١,٢٨ ز	١,٣٦ و	٠,٩٨ ط			١,٢٠ ج
	١٦,٠٢	٢,٣٨ ب	٢,٥٠ أ	١,٨٤ د			٢,٢٤ أ
تأثير نوع السلاح		١,٨٣ ب	١,٩٣ أ	١,٣٢ ج			

*** القيم الأقل هي الأفضل**

كما يتضح من الجدول (٧) ايضا وجود فروق معنوية عند صفة استهلاك الوقود بين العوامل المدروسة عند كلا الموقعين حيث سجل الموقع الثاني أعلى استهلاك للوقود مقارنة بالموقع الأول الذي سجل استهلاك وقود اقل حيث كانت النتائج (١٨,٧٥) و (١٨,٣٠) لتر/هكتار على الترتيب ويعود السبب في ذلك الى ان متطلبات القدرة لحراثة تربة الموقع الثاني كانت أعلى من متطلبات القدرة لحراثة تربة الموقع الأول مما انعكس سلباً على استهلاك الوقود فزاد , اما المحتوى الرطوبي (١٠,٣%) فقد سجل أعلى استهلاك للوقود (١٩,٢٨) لتر/هكتار في حين سجل كلا من المحتوى الرطوبي (١٤,٦%) و (١٦,٠٢%) اقل استهلاك للوقود (١٨,١٥) و (١٨,١٥) لتر/هكتار على الترتيب وفي نفس الوقت لم تظهر بينهما اي فروق معنوية تذكر وهذا يرجع إلى أن علاقة استهلاك الوقود بالمقاومة النوعية تكون علاقة طردية عادة بينما علاقتهما بالمحتوى الرطوبي تكون علاقة عكسية، لذلك يلاحظ بأنه كلما زاد المحتوى الرطوبي في التربة في حدود القيم الواردة في البحث قلت المقاومة النوعية وفي نفس الوقت رافقها انخفاض في استهلاك الوقود , وذلك لأن الجهد والطاقة المستهلكة لأحداث فعل الاختراق تكون قليلة وهذه بدورها تنعكس على معدل استهلاك الوقود فيكون هو الأخر قليل بينما حدث العكس في حالة انخفاض المحتوى الرطوبي في التربة ، كما وسجل السلاح الفأسي أعلى استهلاك للوقود وتلاها بذلك السلاح التقليدي في حين اقل استهلاك للوقود كان عند السلاح المقطع وكانت النتائج

(١٩,٦٢ و ١٩,١٦ و ١٦,٨٠) لتر/هكتار على الترتيب ويعود السبب في انخفاض استهلاك الوقود عند السلاح المقطع الى ان التصميم الهندسي لشكل السلاح المقطع له دور فعال في التقليل من قوة القص المطلوبة للتربة مما قلل من المقاومة التي يواجهها السلاح اثناء الحراثة وهذا بدوره انعكس على متطلبات القدرة للساحبة فقل استهلاك الوقود لها نتيجة لقلة الجهد المطلوب.

أما التداخل بين الموقع الثاني والمحتوى الرطوبي (١٠,٣%) فقد سجل أعلى استهلاك للوقود (١٩,٥٦) لتر/هكتار مقارنة بالموقع الأول والمحتوى الرطوبي (١٤,٦%) الذي سجل استهلاك وقود اقل كان (١٧,٩٠) لتر/هكتار , كما وسجل التداخل بين الموقع الثاني والسلاح الفأسي أعلى استهلاك للوقود (١٩,٩٢) لتر/هكتار مقارنة بالموقع الأول والسلاح المقطع بتسجيل اقل استهلاك وقود (١٦,٧٢) لتر/هكتار , ويبين ايضا التداخل بين المحتوى الرطوبي (١٠,٣%) والسلاح الفأسي أعلى استهلاك للوقود (٢٠,٥١) لتر/هكتار في حين سجل المحتوى الرطوبي (١٤,٦%) مع السلاح المقطع اقل استهلاك للوقود (١٦,٢٨) لتر/هكتار , اما نتائج التداخل الثلاثي تظهر تسجيل السلاح الفأسي عند المحتوى الرطوبي (١٠,٣%) في الموقع الثاني أعلى استهلاك للوقود (٢٠,٨٩) لتر/هكتار في حين سجل السلاح المقطع عند المحتوى الرطوبي (١٤,٦%) في الموقع الأول اقل استهلاك للوقود (١٦,١٣) لتر/هكتار

الجدول (٧) تأثير العوامل المدروسة على استهلاك الوقود لتر/ هكتار

المواقع	المحتوى الرطوبي %	نوع السلاح للمحراث المطرحي			التداخل بين المواقع والمحتوى الرطوبي	تأثير المواقع	تأثير المحتوى الرطوبي
		التقليدي	الفأسي	المقطع			
الموقع الأول	١٠,٣	٢٠,٠٢ د	٢٠,١٣ ج	١٦,٨٨ ع	١٩,٠١ ب		
	١٤,٦	١٨,٣٤ ك	١٩,٢٥ و	١٦,١٣ ص	١٧,٩٠ و		
	١٦,٠٢	١٨,١٩ ل	١٨,٦٤ ي	١٧,١٧ ن	١٨ هـ		
الموقع الثاني	١٠,٣	٢٠,٧٧ ب	٢٠,٨٩ أ	١٧,٠٢ س	١٩,٥٦ أ		
	١٤,٦	١٨,٨٨ ح	١٩,٩١ هـ	١٦,٤٣ ف	١٨,٤٠ ج		
	١٦,٠٢	١٨,٧٨ ط	١٨,٩٤ ز	١٧,٢٢ م	١٨,٣٢ د		
التداخل بين المواقع ونوع السلاح	الموقع الأول	١٨,٨٤ د	١٩,٣٤ ج	١٦,٧٢ و		١٨,٣٠ ب	
	الموقع الثاني	١٩,٤٨ ب	١٩,٩٢ أ	١٦,٨٩ هـ		١٨,٧٥ أ	
التداخل بين المحتوى الرطوبي ونوع السلاح	١٠,٣	٢٠,٣٩ ب	٢٠,٥١ أ	١٦,٩٥ ح			١٩,٢٨ أ
	١٤,٦	١٨,٦٠ هـ	١٩,٥٨ ج	١٦,٢٨ ط			١٨,١٥ ب
	١٦,٠٢	١٨,٤٨ و	١٨,٧٩ د	١٧,١٩ ز			١٨,١٥ ب
تأثير نوع السلاح		١٩,١٦ ب	١٩,٦٢ أ	١٦,٨٠ ج			

*** القيم الأقل هي الأفضل**

وهذا يعني بأن الاختلاف في مستويات أسلحة المحراث والمحتوى الرطوبي قد أعطت أعلى فرق عددي لاستهلاك الوقود من اعتماد مستويات مختلفة من نسجة التربة التي أعطت أقل فرق عددي وهنا يجب أن نؤكد على أهمية اختيار السلاح المناسب والمحتوى الرطوبي المناسب لعملية الحراثة عند نسجة التربة المناسبة التي تحقق أقل استهلاك للوقود لان العلاقة فيما بينهما تكون طردية.

الاستنتاج

ونستنتج من ذلك كله ان السلاح المقطع في التربة المزيجية الغرينية والمحتوى الرطوبي (١٦,٠٢%) سجل اقل قيمة في الإجهاد وعزم الانحناء وقدرة قطع ومقاومة نوعية للتربة وقدرة مفقودة بالانزلاق إضافة الى اقل استهلاك في الوقود وهذا يعود الى التصميم الهندسي الجيد له الذي يحقق أفضل قطع انزلاقي بأقل جهد وقوة مطلوبة مقارنة ببقية الأسلحة عند كلا الموقعين وبالأخص السلاح الفأسي الذي سجل أعلى القيم للصفات أعلاه وبالتربة الطينية ذات محتوى رطوبي ١٠,٣%. اما السلاح التقليدي قد أظهر نتائج للصفات المدروسة بقيم أعلى من السلاح المقطع واقل من الفأسي.

المصادر

البنا , عزيز رمو (١٩٩٠) . معدات تهيئة التربة , مديرية دار الكتب 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 عبدالياس (١٩٩٠). الطرق الإحصائية للأبحاث الزراعية , دار الكتب للطباعة والنشر , جامعة الموصل , وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.

الرفاعي , احمد مروان (١٩٧٨). العلم المهني لحرفة المعادن , مترجم عن ايريش فيتشورك , دار ارنست كلت للنشر , شتوتغارت , المانيا الاتحادية.

عامر , عبد المجيد (١٩٧٩). الفلزات تحت المجهر , ترجمة للمؤلف كاوتسور , مؤسسة الأهرام بالقاهرة , جامعة الأزهر.

طاهر , حسين ظاهر (٢٠٠٤). التصميم الميكانيكي لبدن محراث مطرحي قلاب من خلال تحليل الإجهادات وقياس الأداء , أطروحة دكتوراه , قسم المكننة الزراعية , كلية الزراعة والغابات , جامعة الموصل.

العبدلي , عمر عنه عبد الله (٢٠٠٠) . أداء الجرار ماسي فيركسن مع المحراث المطرحي الرباعي القلاب (١٣٤) وتأثير تداخلهما في بعض الصفات الفيزيائية للتربة , رسالة ماجستير , قسم المكننة الزراعية , كلية الزراعة , جامعة بغداد.

عبد الله , عادل احمد (٢٠١١). تأثير ساعات التشغيل على سلاح المحراث المطرحي الثلاثي القلاب , مجلة جامعة كركوك للعلوم الزراعية , ٢ (٢) : ٧٥-٨٣ .

علـي , صـباح محمـد جميـل (١٩٨٩) . ميكانيـك المـواد , ترجمـة الجـزء الأول للمؤلـف ايـان جــون هيــران , دار الكتــب للطباعــة والنشــر , جامعــة الموصــل , وزارة التعلــيم العالي والبحث العلمي.

زيـدان , غـزوان احمـد دحـام وعـادل احمـد عبـد الله (٢٠١٢). دراسـة تـأثير تصـميم شـكل أسـلحة المحـراث المطرحـي القـلاب المصـنعة محليـا تحـت سـرع وأعمـاق مختلفـة فــي بعــض مؤشــرات الأداء وصــفات التربــة الفيزيائيــة , مجلــة جامعــة كركــوك للعلوم الزراعية, ٣ (٢) : ٣٤- ٤٨.

Adamchuk, V. I .; Morgan, M. T. and Sumali, H.(2001). Application of astrain gauge array to estimate soil mechanical impedance on-the-go. Transactions of ASAE, 44 (6): 1377-1383.

Bernacki, H.; Haman, J. and Kanafojski, C. Z. (1972). Agricultural Machines theory and contraction. Vol. (1), Spring Field, 111: Nat, Technical Information Servece.

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

Gill, W.R. and Glen. E. Venden (1967). Soil Dynamics in Tillage and Traction. U.S. Government printing office. Washington. U.S.A.

Lund, R.D. and John. H. (2003). tractors-some rules of thumb. NSW Agriculture. Agriculture researches center. Metchell high way. Agnote. DPAS-6.

Mamman, E. and Oni, K. C. (2005). Design and operating effects of parameters on draught of model chisel furrowers in an artificial soil. Journal of Agricultural Engineering and Technology (JAET). Volume 13.

Sharifat, K. and Kushwaha, R. L. (2000). Modeling Soil movement by tillage tools. can. Agric. Engi, 42 (4): 165-172.

Suministrado, D.C. (1990). A model to determine of soil motion on a mold board

Plough surface. J. Terramechanics. 3: 27-33.

Staneve, S. and Shishkove, S. (1968). Machine for soil and seed–bed preparation. Todor Dimitrove Printing Office–BULGARIA.

Wiermann, C.; Way, T. R.; Horn, R.; Bailey, A. C. and Burt, E. C. (1999). Effect of various dynamic loads on stress and strain behavior of a norfolk sandy loam . Soil and Tillage Res., 50 (2): 127-135.

Wiermann, C.; Werner, D.; Horn, R.; Rostek, J. and Werner, B. (2000). Stress–Strain Processes in astructured unsaturated silty loam Luvisol under different tillage treatment in Germany. Soil and Tillage Res., 53 (2): 117-128.

Termino, J.B. (2003). Tillage equipment maintenance. Extension division, Kentucky University. U.S.A.

ENGLISH SUMMARY

MECHANICAL PERFORMANCE AND STRESS ANALYSES OF LOCALLY MANUFACTURED MOLDBOARD PLOW SHARE UNDER THE EFFECT OF MOISTURE CONTENT IN SOIL WITH DIFFERENT TEXTURE

Adil A. Abdullah*

This study has been carried out at two stages, the first covered test and analysis of effective method and Ansys program was used in the analysis. Maximum stress (Von-mises stress) and deflection were adopted. In the second stage the performance evaluation of the plow shares was considered practically in the field. The tests have been carried out in two types of soil (loam silt and clay) with moisture content of (10.3, 14.6 and 16.02%). Three shapes of plow shares were used for comparison; conventional, locally manufactured (Hoe and notched). The following factors were investigation; maximum stress, bending moment, draw-bar cut, soil specific resistance, friction power losses, fuel consumption. Results showed that the notched share in the loam silt soil under moisture of (16.2%) has the lowest value of stress, bending moment, draw-bar cut, soil specific resistance, friction power losses and fuel consumption compared to the hoe share which showed high values of the above properties in the soil (clay) with moisture content of (10.3%). However, the results of the conventional share showed higher values the considered properties than that of the notched share and lower values of that of hoe share.

***Assist professor / Dept. of Agric. Machines & Equipment / Coll. of Agric. & Forestry / Univ. of Mosul / Iraq.**