

## دراسة إجراء تعديلات على جهاز دينامومتر ميكانيكي محلي ونمذجتها واختبار أدائها

م نادين اسعد \*

(تاريخ الإيداع ٢٠٢٥/٥/٢٠ . قبل للنشر في ٢٠٢٥/٩/٢)

### □ ملخص □

نفذ هذا البحث في شهر شباط من عام ٢٠٢٥ في منطقة صافيتا ، محافظة طرطوس على ارتفاع ٣٠٠ عن سطح البحر، بهدف دراسة إجراء تعديلات على مواصفات جهاز دينامومتر ميكانيكي مصمم سابقا ، واختبار أداء الجهاز بعد إجراء التعديلات التي تمت على الجزء الأساسي لهذا الجهاز وهونابض الشدالذي يتم القياس اعتمادا على استتالته أثناء العمل .

حيث تم استخدام قطرين مختلفين لسلك النابض لنوعين مختلفين للمادة المصنوع منها، حيث أنه مع كل تعديل تم الحصول على نابض جديد، ثم نمذجة هذه التعديلات على برنامج سوليد وورك بتطبيق قوى الشد المحسوبة عند ظروف العمل المدروسة ومقارنة إجهاد الإنهيار مع إجهاد الخضوع لكل نابض وعندها اختيار النابض الأفضل لهذه الظروف، ثم اختبار الجهاز بعد كل تعديل لقياس القوى على محراث مطرحي بثلاث أبدان وعلى تربة طينية قاسية وعند رطوبة ٢٥٪ ، ثم مقارنة نتائج النمذجة مع النتائج العملية وبعدها اختيار التصميم الأفضل الذي يتفق عليه التجربة العملية والنمذجة.

بينت النتائج تجريبيا وبالنمذجة أنه مع ازدياد قطر مقطع السلك، وتغيير نوع المادة من ck67 إلى 90MnCrV8، ازدادت قدرة النابض على تحمل قوى الشد ، حيث كانت الإستتالة كبيرة عند قطر السلك (٨mm) لنوعي المادة وظهر إجهاد الإنهيار، أي أنه غير آمن للعمل، بينما عند القطر (١٢mm) كانت الإستتالة أقل ولكن ظهر إجهاد الإنهيار للمادة الأولى بينما لم يظهر للثانية لذلك فهو آمن للعمل أكثر.

عند مقارنة نتائج النمذجة مع النتائج العملية عند كل حالة لوحظ أنه نسبة الفروقات بين القيم الحسابية والعملية عند القطر (١٢ mm) للمادة الأولى وقطر (٨mm) للمادة الثانية بلغت ١١٪ وتعتبر قيمة عالية، أما عند القطر (١٢ mm) للمادة الثانية بلغت قيمة نسبة الفروقات للقيم العملية والنمذجة ٦٪ لذلك هو التصميم المناسب للعمل.

الكلمات المفتاحية : الدينامومتر، قوى الشد ، نوابض الشد

\*طالبة دراسات عليا في قسم المكننة الزراعية ، كلية الهندسة التقنية ، جامعة طرطوس

# STUDY MAKE MODIFICATIONS TO MECHANICAL DYNMOMETER WITH MODEL IT AND TEST ITS PERFORMACE

ENG. NADEN ASAAD\*

(Received 20/5/2025 . Accepted 2/9/2025)

## □ ABSTRACT □

This research was conducted in February 2025, in safita area, tortuous governorate, 300 meters above sea level. This research aims to make modifications to specifications of mechanical dynamometer which was previously designed in order to measure tensile force on hard soil using this device.

This was done by making modifications on the main part of this device which is the tensile spring, the measuring is done according to its elongation during work.

Two different spring wire diameters were used for two different types of spring materials, with each modification resulting in anew spring. these modifications were then modeled on Solid Work program by applying the calculate stresses at the studied working conditions, comparing the failure stress with the yield stress for each spring,and selecting the best one for these conditions.

Then, test the machine after each modification for measur the forces on three hulled plough on hard soil with moisture25, then, comparing the modeling and experimental results and choose the best design that is agreed upon by the modeling and experimental .

Both the experience and modeling results showed that as the diameter of wire-section gets taller and changed the type of material, that spring is made of, from ck67 to90Mnv8 ,the spring ability to withstand tensil forces is ingreased.

The elongation was greater at wire diameter 8 mm for both types of materials,and we saw failure stress,making it unsafe to operate, at diameter 12mm the elongation was lower, but the failure stress appeared for the first material and not for the second,so it is preferable.

When comparing the modeling results to practical results, in each case

It was observed that the percentage of differences between the experimental and practical values in this case (diameter 12mm with the first type of material, 8diameter with the second type of material) was 11% and this percentage is considered high, but when using the diameter 12 mm and the second types of material, the percentage of differences between the practical and modelling values was 6% Therefore, the second type was the most appropriate design.

Key words:., dynamometer ,tension springs, tensile force.

---

\*Postgraduate student,Department of agricultural mechanization, faculty of Technical Engineering,Tartous university,Tartous,Syria

## ١ - المقدمة:

إنّ عملية إنتاج اي محصول تحتاج إلى سلسلة من العمليات الزراعيّة تتم باستخدام العديد من الآلات الزراعيّة و تبدأ هذه العمليات بالحرّاة، حيث أنّ الطاقّة المصروفة للحرّاة تعادل ٦٠٪ من القدرّة اللزامة للعمليات الزراعيّة اللزامة لتجهيز الأرض للزراعة (Aday 2009).

رغم التطوّر المستمر للآلات الزراعيّة وتشكيل وحدات العمل يوجد العديد من الآلات لا تعطي الإنتاجيّة المرجوة منها بسبب الضياع في الطاقّة وعدم تجانس وحدات العمل مع ظروف العمل، ومن أهمّ العوامل المؤثرة على اختيار الآلات الزراعيّة المناسبة هي قوّة الشدّ، حيث تعرف بأنّها القوّة اللزامة لتحريك الآلة من وعلى التربة ( Taylor 1991)، لذلك لا بدّ من دراسة القوي المتبادلة بين الآلة والتربة وبين الجرّار والآلة المشبوكة معه لما لهذه القوي من أهميّة في تحقيق التوافق الإستطاعي بين الآلة والجرّار المشبوكة معه، مما يقلل من الضياع في الطاقّة ورفع كفاءة العمل و إدارة المكننة الزراعيّة من خلال الاستغلال الأمثل لمصادر الطاقّة والقدرات لدى المزارعين وذلك من أجل زيادة استغلال المساحات المزروعة الذي يسمى التوسّع الأفقي للزراعة (غانم 2019)، وذلك بتشكيل وحدات العمل المثاليّة التي تحقق أفضل إنتاجيّة وأعلى كفاءة في العمل وقل مصروف في الوقود والزمن اللزائم لإنجاز العمليات الزراعيّة.

وقد تم إجراء العديد من الدراسات على هذه القوي والعوامل المؤثرة عليها (السرعة الأمامية والعمق والرطوبة ونوع وحالة التربة) وغيرها من العوامل، ولمّا كانت الطرق الحسابية لا تعطي الدقة الكافية في حساب هذه القوي تمت الدراسات على تصميم أجهزة لقياس هذه القوي.

قام (غانم واسعد ٢٠٢٤) بتصميم جهاز دينامومتر ميكانيكي لقياس قوّة الشد وتم القياس على أنواع مختلفة من الآلات الزراعيّة على تربة خفيفة، وتم التوصل أنّ القوّة ازدادت مع ازدياد عمق الحرّاة وعند الإنتقال من الأرض المحرّثة إلى الأرض البور ووانخفضت قيم القوي عند ازدياد رطوبة التربة، وكذلك عند الإنتقال من الأرض المحروثة إلى الطريق الإسفلتي عند التجربة على آلة مقطورة.

وقد قام (عبد الله 2022) بدراسة تأثير سرعة العمل وأعماق حرّاة على قوّة الشد اللزامة لعدة أنواع من المحارث، وتوصل إلى تفوق المحرّث المطرّحي القلاب في إعطاء أعلى قيم لقوّة الشد عند السرعات والأعماق المستخدمة يليه المحرّث الحفار ثم المحرّث القرصي على التوالي.

وقام غانم وآخرون (٢٠١٩) بدراسة تأثير عمق الحرّاة لبعض أنواع المحارث في بعض مؤشرات الأداء لوحدة الحرّاة وتوصل إلى أنّ المحرّث الجفار أعطى أقل نسبة إنزلاق وأعلى معدل إنتاجيّة وأعلى معدل حجم تربة المثار وأعلى قيمة للغرض الشغال.

ومن المعروف أنّ النوايض تصمم على أساس الغرض الذي ستستعمل من أجله حيث أجريت دراسات عديدة من أجل رفع كفاءة عمل النوايض وإطالة عمرها وتحسين مواصفاتها .

قام الباحث (Mohamad, 2004) بدراسة لتحديد القصور الذاتي والمرونة باستخدام أحمال ديناميكية لنوايض ورقية تستعمل في وسائط النقل والمكانن الزراعيّة باستخدام تقنية العناصر المحددة، وقد تم استخدام طريقتين لهذا الغرض الأولى تعتبر النابض جسم عائم كأساس للصيغة الرياضيّة، بينما الطريقة الثانية تعتمد صيغة القيمة المطلقة لنقاطعات الإحداثيات القطبية .

و درس الباحث (Bhandar ,1997) تأثير المعاملة الحرارية للمحافظة على صلادة معينة للنابض من خلال التحكم بدرجة الحرارة الحرجة لتحول الأوستنايت وحجم الحبيبات. ودرس أيضا تأثير المعاملة الحرارية على الخواص الميكانيكية للنابض وهي المطولية والمتانة وامكانية الوصول إلى أفضل ترابط بينهما بتغيير أوساط التقسية ودرجة حرارة التقسية ثم المراجعة لدرجة حرارة 150°م.

## ٢- مشكلة البحث وأهميته :

نتيجة التطور المستمر للآلات الزراعية ومن أجل الاستغلال الأمثل لهذه الآلات لا بد من دراسة القوى المتبادلة بين الآلة والتربة، ومعرفة القوة اللازمة لكل آلة عند ظروف العمل المختلفة والعوامل المؤثرة عليها من (الرطوبة وعمق الحراثة وحالة التربة وغيرها) ، وقد تم تصميم وتصنيع جهاز قياس قوة شد ميكانيكي في بحث سابق (غانم واسعد، ٢٠٢٤) يعتمد في القياس على استطالة نابض بمواصفات معينة، ولكن هذا الجهاز لم يتمكن من استخدامه إلا على آلات زراعية صغيرة محلية الصنع وتعمل على تربة خفيفة القوام، ومن أجل إمكانية العمل في ظروف عمل أخرى وتربة قاسية لا بد من استخدام نابض يتحمل قوى شد أكبر تتناسب مع ظروف العمل، وذلك من خلال تعديل بعض من مواصفات النابض (قطر مقطع السلك ونوع مادته) كونهما العاملين الأساسيان في قدرة النابض على تحمل قوى الشد.

ومن هنا تأتي أهمية هذا البحث من خلال تعديل بعض مواصفات نابض جهاز الدينامومتر من أجل إمكانية قياس قوى الشد لآلات زراعية أخرى، في ظروف عمل مختلفة، وعلى أنواع ترب أخرى حتى في ترب قاسية، التي تحتاج إلى قوى شد أكبر.

## ٣- أهداف البحث:

يهدف هذا البحث الى دراسة إجراء تعديلات على جهاز دينامومتر ميكانيكي محلي ونمذجتها واختبار أدائها في ظروف عمل جديدة (نوع وطبيعة التربة) مختلفة عن ظروف العمل السابقة كون الجهاز المصمم سابقا لم يستخدم إلا على تربة خفيفة القوام، وقد تمت هذه التعديلات على مواصفات نابض الجهاز كونه الجزء الأساسي ويعتمد بالقياس على استطالته، حيث تم استخدام نوعين مختلفين من المادة المصنوع منها وقطرين مختلفين لمقطع السلك لكل نوع كونهما المؤثران الأساسيان على الإستطالة، ثم نمذجة هذه التعديلات على برنامج سوليد وورك من خلال تطبيق أقصى قوة محسوبة عند ظروف العمل الجديدة المدروسة والتي يتعرض لها النابض عند العمل ومعرفة إجهاد الإنهيار لكل حالة و مقارنته مع إجهاد الخضوع لنوع المادة المصنوع منها النابض، عندها يمكن معرفة النابض الأنسب نظرياً لظروف العمل الجديدة، ومن ثم تجربة أنواع النوابض المدروسة على جهاز الدينامومتر واستخدامه لقياس قوة الشد على محراث مطرحي في تربة طينية بلغت مقاومة الإختراق لها (6 MPas) عند محتوى رطوبة ٢٥٪ والعمل على أربع أعماق (cm ١٠, ١٥, ٢٠, ٢٥) ومقارنة النتائج التي حصلنا عليها من النمذجة والتجربة العملية واختيار النابض الأنسب للجهاز الذي تتفق عليه النتائج التجريبية والنمذجة .

## ٤- مواد وطرق العمل :

### ٤-١- مواصفات جهاز الدينامومتر المستخدم ومبدأ عمله:

يثبت الجهاز على المحراث باللحام، ويوصل مع الجرار عن طريق عارضة معدنية ملحومة على الجريدة المسننة ومثبتة بين أذرع الجرار الهيدروليكية السفلية (الشكل ١)، فأثناء عملية الحراثة يتم

شد الجريدة المسننة، وبالتالي تسحب النابض معها، فيستطيل النابض، ومن الجريدة المسننة تنتقل الحركة إلى المسنن، فيدور المسنن ويدور محوره، وبالتالي من خلال السير المثبت على محور المسنن تنقل الحركة إلى المقاومة المتغيرة التي بدورها تتغير قيمتها نتيجة الدوران، وبالتالي تتغير قيمة الفولط على جهاز الفولط، وبعدها يتم مقارنة قيم الفولط والاستطالة ومعرفة القوة الموافقة للاستطالة.



الشكل (١): أجزاء جهاز الدينامومتر

#### ٤-٢- تعديل مواصفات نابض الجهاز:

تم تعديل بعض مواصفات النابض على مرحلتين : الأولى الحفاظ على نوع المادة المصنوع منها، وهي CK67 وأخذ قطر لمقطع السلك (8,12)، والثانية تغيير نوع المادة المصنوع منها من CK 67 إلى 90MnCrV8 وأخذ قطر لمقطع للسلك (8,12 mm) ، وفي كل تعديل تم الحصول على نابض جديد وبمواصفات جديدة تم توضيحها في الجدول (٢)، ومن ثم تطبيق قوى الشد المحسوبة نظريا الموضحة في الجدول (3) ونمذجتها على برنامج السوليد وورك ومعرفة إمكانية تحمل كل نابض لقوى الشد، ثم تركيب كل من هذه النوابض على الجهاز واختباره في ظروف العمل الجديدة المدروسة .

الجدول (١) الخصائص الميكانيكية لنوعي فولاذ النوابض المستخدمة : (Smith,Johnson,2012)

درجة الحرارة (م°)	القيمة		الخاصية الميكانيكية
	90MnCrV8	CK67	
٢٥	٧.٧٥-٧.٨٥	٧.٧-٨.٠٣	الكثافة (G/Cm <sup>3</sup> )
	٢٠٥-٢١٥	١٩٠-٢١٠	معامل المرونة (GPas)
	١١٠٠-١٣٠٠	١١٥٨	قوة الشد (MPas)
	٩٠٠-١١٠٠	٧٠٠	إجهاد الخضوع (MPas)
	٥٥-٦٠	٤٠-٥٠	الصلابة (HRC)

الجدول (٢): مواصفات النوابض المستخدمة :

نوع المادة	قطر السلك	القطر الخارجي	الطول الحر	ثابت الصلابة k
Ck67	٨	٤٥	٦٠	١٢١
	١٢	٥٤	٨٤	
90MnCrV8	٨	٤٥	٦٠	١٣١
	١٢	٥٤	٨٥	

#### ٤-٣ - مكان وتاريخ إجراء التجربة :

أجريت التجارب العملية للبحث في شهر شباط من عام 2025 في حقل في منطقة صافيتا التابعة لمحافظة طرطوس والذي يرتفع عن سطح البحر حوالي 300 m، وكانت خصائص التربة وفق نتائج تحليل التربة الذي أجري في مخبر مديرية البحوث العلمية الزراعية في محافظة طرطوس كما في الجدول.

الجدول (٣) مواصفات التربة المدروسة :

الطين	السلت	الرمل	العمق
%57	%26	%17	15cm

ومن مثلث قوام التربة تعتبر هذه التربة تربة طينية

وتم إجراء اختبار مقاومة الإختراق باستخدام جهاز اختبار مقاومة الإختراق وبلغت قيمتها 6MPas

لذا تعتبر هذه التربة قاسية

#### ٤-٤ - الآلات والأدوات المستخدمة :

- ١- محراث مطرحي محلي الصنع بثلاثة أسلحة عرض العمل (75cm).
- ٢- جرار فرسال 70 HP.
- ٣- جهاز قياس قوة الشد (دينامومتر) الذي تم تصميمه وتصنيعه محلياً.
- ٤- النوايض المراد تجربتها.
- ٥- شريط قياس لقياس المسافة.
- ٦- موبايل لقياس الزمن.

#### ٤-٥ - تنفيذ التجارب العملية :

تم تنفيذ التجارب العملية على أربعة أعماق مختلفة (10, 15, 20, 25cm) وعلى سرعة عمل مناسبة لكل عمق تم التحكم بها من قبل السائق حسب خبرته، حيث قام بالحفاظ على ثبات السرعة قدر الإمكان، والتي بلغت قيمتها (2.6, 2.5, 1.98, 1.5 Km/h) على الأعماق الأربعة (10, 15, 20, 25)، حيث تم قياسها لثلاث مرات على مسافة محددة من طول مشوار محدد عند كل عمق، تم القياس باستخدام كل نابض وتكرار القياس به ثلاث مرات لكل عمق وقياس الاستطالة وأخذ المتوسط لها ومنها معرفة القوة الموافقة لكل قيمة، ثم مقارنة النتائج العملية التي تم الحصول عليها من القياس مع النتائج الحسابية للقوى والنمذجة ومعرفة التعديل الأنسب لعمل الجهاز الذي يتفق عليه نتائج النمذجة والقياس.

#### ٥ - النتائج والمناقشة :

##### ٥-١ - نتائج نمذجة النوايض :

##### ٥-١-١ - نتائج نمذجة قطرين لسلك النابض نوع فولاذ ck67 :

يبين الشكل (٢) مواصفات مادة النابض ck67 كما تظهر على السوليد وورك.

Material properties		
Materials in the default library can not be edited. You must first copy the material to a custom library to edit it.		
Model Type:	Linear Elastic Isotropic	<input type="checkbox"/> Save model type in library
Units:	SI - N/m <sup>2</sup> (Pa)	
Category:	ck67	
Name:	ck67	
Default failure criterion:	Max von Mises Stress	
Description:	-	
Source:		
Sustainability:	Undefined	Select...

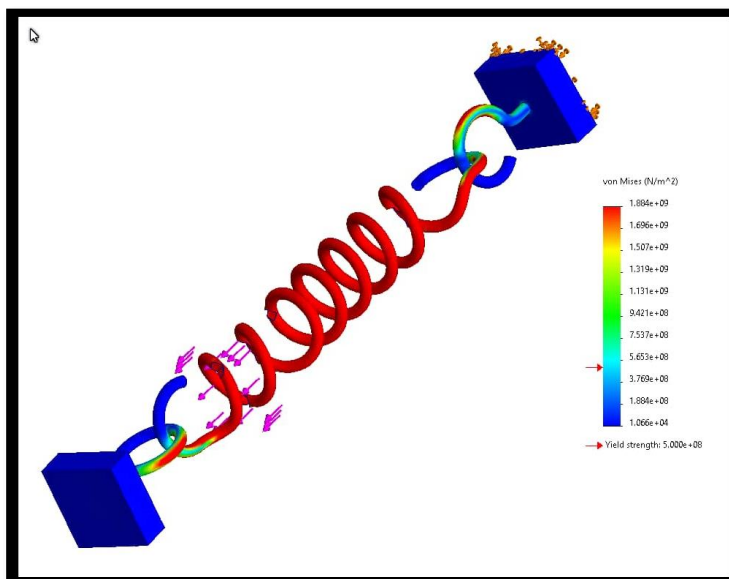
  

Property	Value	Units
Elastic Modulus	2.1e+11	N/m <sup>2</sup>
Poisson's Ratio	0.3	N/A
Shear Modulus	8e+10	N/m <sup>2</sup>
Mass Density	7850	kg/m <sup>3</sup>
Tensile Strength	800000000	N/m <sup>2</sup>
Compressive Strength		N/m <sup>2</sup>
Yield Strength	500000000	N/m <sup>2</sup>
Thermal Expansion Coefficient	1.15e-05	/K
Thermal Conductivity	46	W/(m·K)
Specific Heat	500	J/(kg·K)
Material Damping Ratio		N/A

الشكل (٢): مواصفات مادة النابض CK67

وتوضح الأشكال (٤,٣) نتيجة نمذجة تطبيق قوى الشد المحسوبة الموضحة لاحقاً في الجدول (٥) على

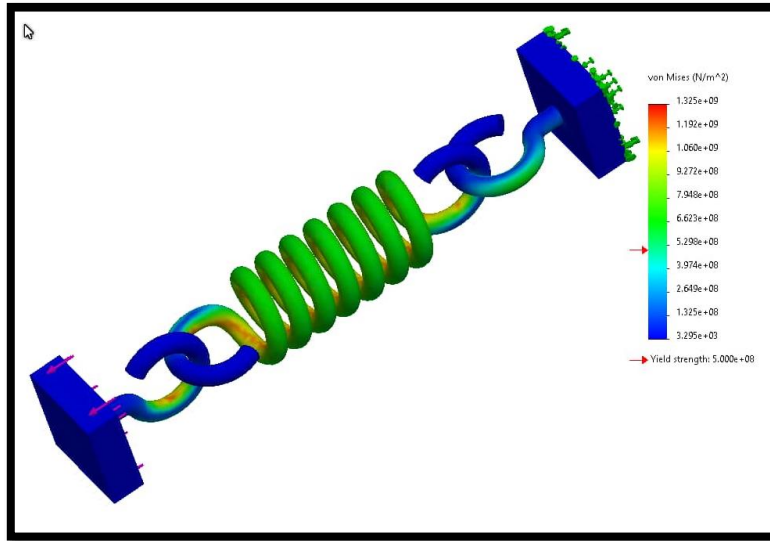
النابض المدروس بمواصفات فولاذ ck67 بقطرين (8, 12mm) على الترتيب:



الشكل (٣): نتيجة نمذجة تطبيق القوى على النابض فولاذ ck67 بقطر (٨) mm

يلاحظ من الشكل (3) أن النابض من نوع ck 67 وبقطر ٨ mm استطال إلى حد كبير، وتباعدت حلقاته

جميعها، وتلون باللون الأحمر وهذا دليل أن هذا النابض في مرحلة الخطر، وبالتالي لا يمكن استخدامه حيث فقد مرونته قبل الوصول إلى القوة العظمى المطبقة عليه



الشكل (٤) نتيجة نمذجة تطبيق القوى على النابض ck67 بقطر (١٢) mm

يلاحظ من الشكل (٤) أنه عند قطر 12mm ازدادت قدرة النابض على التحمل كونه لم يستطيل إلى حد كبير، وكذلك ازدادت قيمة الإجهاد الذي ينهار عنده النابض الذي استدلّ عليه من السهم الأحمر الظاهر على الشكل (٣)، حيث بلغت قيمة إجهاد الإنهيار ( $5, 4.7$  N/m<sup>2</sup>) عند الأقطار (8, 12mm) على الترتيب، يلاحظ ازدياد قيمة الإجهاد الذي ينهار عنده النابض عند نفس الحمولة مع ازدياد قطر السلك ، وبالتالي تزداد قيمة القوة التي يتحملها النابض، ولكن عند مقارنة قيم إجهاد الإنهيار مع قيمة إجهاد الخضوع لهذه المادة يلاحظ أنها أقل من إجهاد الخضوع ولكن بنسبة صغيرة لا تسمح باختيار هذا النوع من النوابض لظالما ظهر إجهاد الإنهيار.

٥-١-٢- نتائج نمذجة قطرين (٨, ١٢) لسلك النابض من نوع 90MnCrV8 :

عند تغيير نوع الفولاذ المصنوع منه النابض من CK67 واستخدام فولاذ 90MnCrV8 تظهر

مواصفاته كما هي على برنامج السوليبدوورك والموضحة بالشكل (5):

Properties Tables & Curves Appearance CrossHatch Custom Application Data Favorites Sheet

Material properties  
Materials in the default library can not be edited. You must first copy the material to a custom library to edit it.

Model Type: Linear Elastic Isotropic  Save model type in library

Units: SI - N/m<sup>2</sup> (Pa)

Category: DIN Steel (Toolmaking)

Name: 1.2842 (90MnCrV8)

Default failure criterion: Max von Mises Stress

Description: 90 MnCrV 8

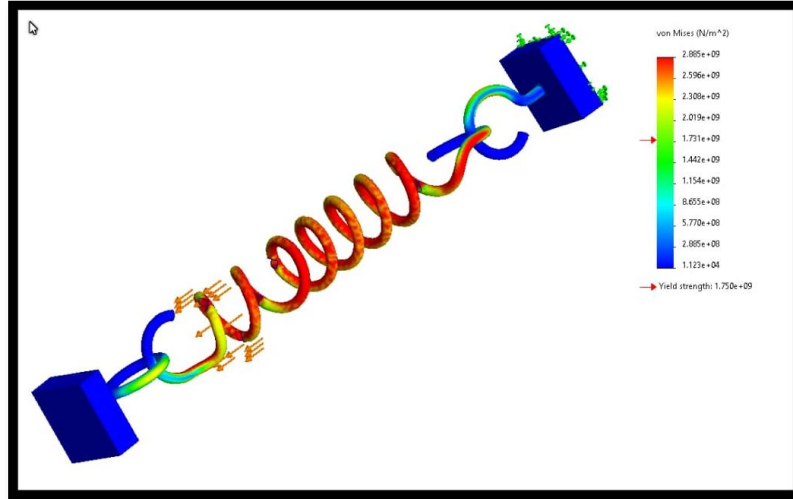
Source: Yield and Tensile Strength vary with material thickne

Sustainability: Defined

Property	Value	Units
Elastic Modulus	2.1e+11	N/m <sup>2</sup>
Poisson's Ratio	0.28	N/A
Shear Modulus	7.9e+10	N/m <sup>2</sup>
Mass Density	7610	kg/m <sup>3</sup>
Tensile Strength	1930000000	N/m <sup>2</sup>
Compressive Strength		N/m <sup>2</sup>
Yield Strength	1750000000	N/m <sup>2</sup>
Thermal Expansion Coefficient	1.1e-05	/K
Thermal Conductivity	14	W/(m·K)
Specific Heat	440	J/(kg·K)
Material Damping Ratio		N/A

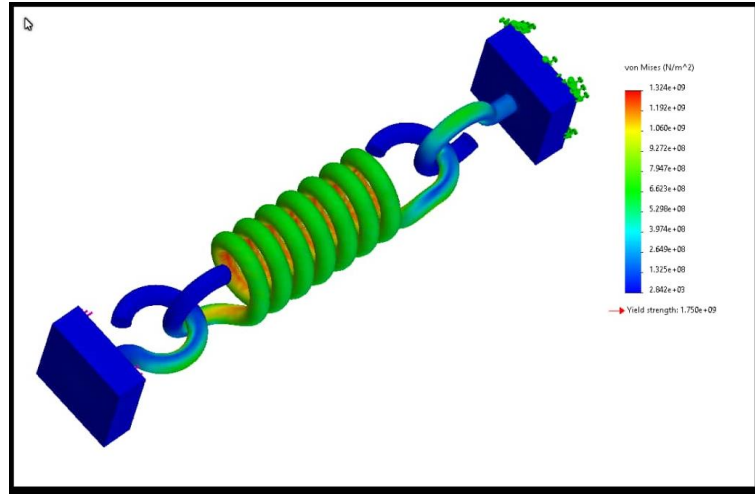
الشكل (٥): مواصفات نوع الفولاذ 90MnCrV8 كما تظهر على السوليد

وتوضَّح الأشكال الآتية (٦,٧) نتائج نمذجة تطبيق قوى الشد المحسوبة والموضحة لاحقاً في الجدول (٥) على النابض الجديد بنوع الفولاذ 90MnCrV8 والأقطار (8, 12 mm). على الترتيب.



الشكل (٦): نتيجة نمذجة تطبيق القوى على النابض فولاذ 90MnCrV8 بقطر (٨) mm

يلاحظ من الشكل (٦) أن النابض من نوع فولاذ 90MnCrV8 وبقطر ٨ mm استطال إلى حد كبير وكذلك ظهر باللون الأحمر كما ظهر نابض النوع الأول بنفس القطر يبدو أنه يفقد مرونته عند هذه القوى حيث بلغت نسبة إجهاد الإنهيار في هذه الحالة  $(1.7 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2)$  وهي أقل من إجهاد الخضوع لهذه المادة ولكن بنسبة صغيرة ، وبالتالي يوجد خطر عند استخدامه لذلك هذا التصميم مرفوض أيضاً.



الشكل (٧): نتيجة نمذجة تطبيق القوى على النابض فولاذ 90MnCrV8 بقطر (١٢) mm

وكما يوضح الشكل (٧) أنه عند قطر السلك 12mm ازدادت قدرة النابض على التحمل وهذا واضح من شكل النابض أنه لم يستطع بشكل كبير ولم يظهر عليه اللون الأحمر الدال على خطورة استخدامه، وكذلك يلاحظ أنه لم يظهر لدينا السهم الدال على إجهاد الإنهيار، وبالتالي يتحمل القوى دون أن ينهار أو يفقد مرونته.

وعند مقارنة نتيجة نمذجة النابض الأول مع الثاني عند نفس القطر 12mm يلاحظ أنه للمادة الثانية عدم ظهور إجهاد الإنهيار فهو آمن للعمل أكثر من الأول، وبالتالي ازدادت قيمة القوى التي يتحملها النابض الثاني أعلى منها عند النابض الأول،. وعند مقارنة قيم إجهاد الخضوع بين نوعي المادة المصنوع منها النابض (90MnCrV8, ck67) يلاحظ أن إجهاد الخضوع عند المادة الثانية أكبر منها من الأولى، حيث بلغت قيمته ( $1.75 \times 10^9$ ,  $5 \times 10^8$ ) على الترتيب، فالمادة الثانية قادرة على تحمل القوى أكثر من المادة الأولى وعند القطر 12mm لم يظهر لدينا إجهاد الإنهيار فهو آمن للعمل.

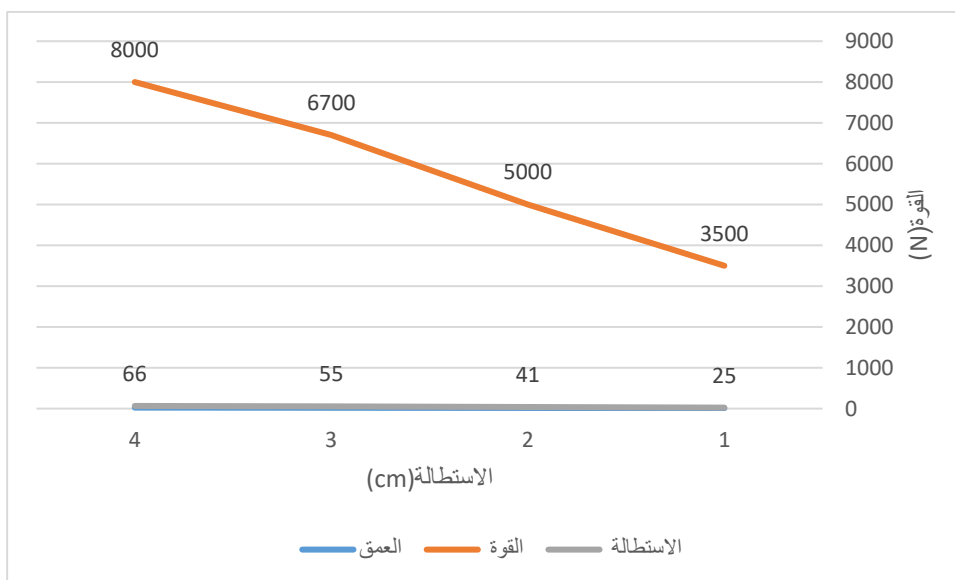
٥-٢- النتائج العملية المقاسة لقوى الشد عند استخدام كل نابض:

٥-٢-١- قوى الشد المقاسة بالجهاز باستخدام النابض الأول ck 67 بقطر 8mm :

عند وضع هذا النابض لقياس القوى على التربة القاسية تمدد إلى حد كبير الى حد لم يتمكن من العودة الى وضعة الأصلي أي أنه فقد مرونته وبالتالي لا يمكن استخدام هذا النابض للقياس وهذا اتفق مع النتائج التي حصلنا عليها من النمذجة على البرنامج.

٥-٢-٢- قوى الشد المقاسة باستخدام نابض النوع الأول CK 67 بقطر السلك 12mm:

تم قياس قوى الشد عند أربعة أعماق باستخدام الجهاز المذكور عند وضع نابض من النوع الأول بقطر ١٢ وتم التوصل الى القوى الموضحة بالشكل (٨):



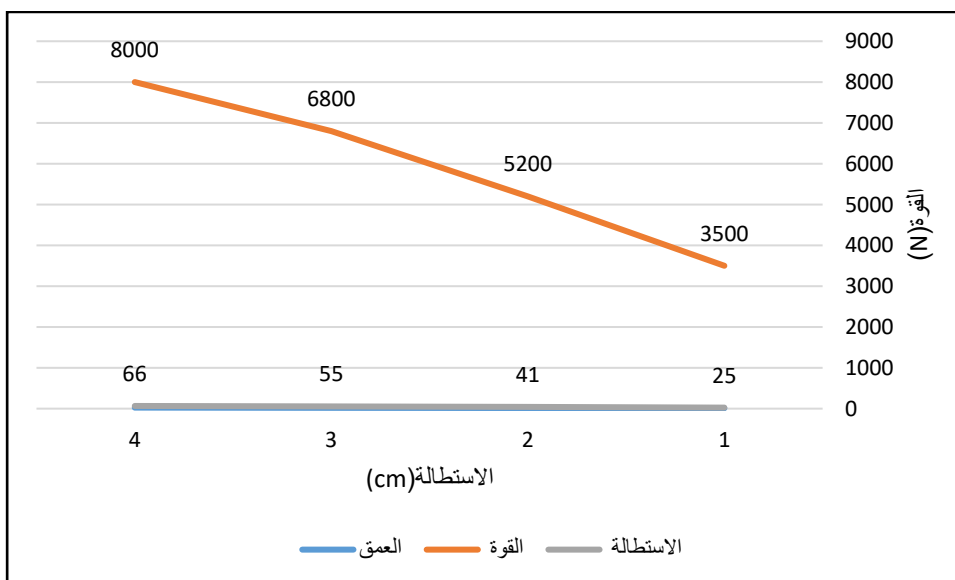
الشكل (٨): قوى الشد المقاسة باستخدام نابض نوع CK67 قطر السلك ١.٢ mm

من الشكل (٨) يلاحظ ازدياد القوى مع ازدياد عمق الحراثة وازدياد استطالة النابض أيضاً، عند وصول الاستطالة إلى ٦٦ mm أي أكثر من ثلثي طول الحر للنابض لا يمكن ترك النابض يستطيل أكثر من ذلك حتى لا يفقد مرونته ويصبح غير صالح للإستخدام.

### ٥-٢-٣- قوى الشد المقاسة باستخدام النابض نوع 90MnCrV8 بقطر 8mm:

تم القياس بالجهاز باستخدام نابض من النوع 90MnCrV8 بقطر ٨ mm وتم توضيح القوى المقاسة

بالشكل (٩):



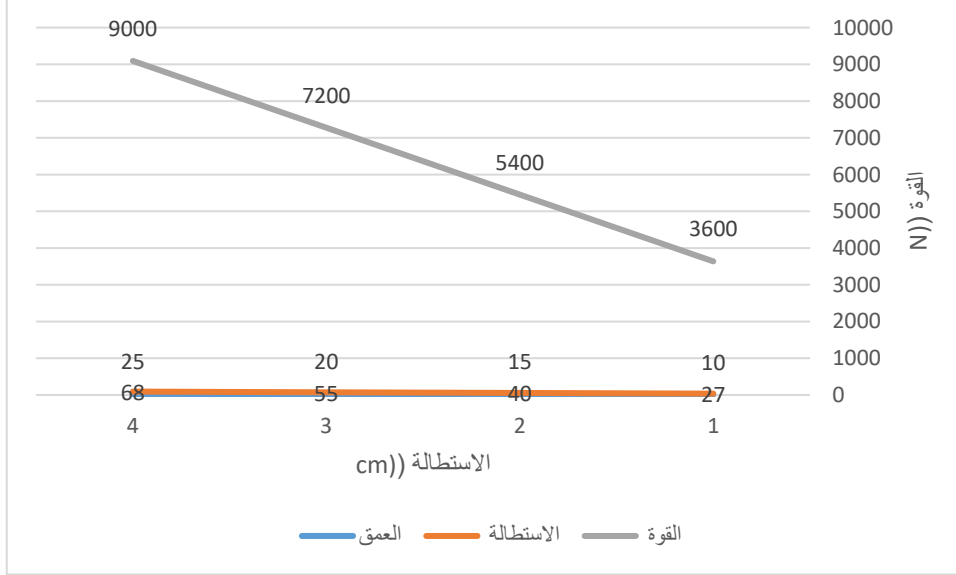
الشكل (٩): قوى الشد المقاسة باستخدام نابض من نوع 90MnCrV8 بقطر ٨ mm

يلاحظ من الشكل (٩) أنه عند قياس قوى الشد ازدادت الاستطالة مع ازدياد العمق والقوة مع ازدياد عمق الحراثة، ولكن في هذه الحالة كانت الاستطالة كبيرة إلى حد ما حتى وصلت إلى ثلثي طول الحر للنابض، ولا يمكن ترك النابض يستطيل أكثر من ذلك حتى لا يفقد مرونته، وهذا ما تم الحصول عليه من النمذجة أيضاً.

### ٥-٢-٤- قوى الشد المقاسة باستخدام نابض من نوع 90MnCrV8 بقطر ١٢mm:

تم قياس قوى الشد باستخدام الجهاز عند وصل نابض من نوع 90MnCrV8 بقطر

12mm وتوضيح القيم بالخط البياني في الشكل (١٠):



الشكل (١٠): القيم المقاسة باستخدام نابض نوع 90MnCrV8 بقطر ١٢ mm

يلاحظ من الشكل (١٠) أن قيم الاستطالة ازدادت مع ازدياد العمق وعند مقارنة القيم التي تم الحصول عليها عند هذا النابض مع قيم النوابض الأخرى نلاحظ أنه قيم القوة التي تم الحصول عليها في هذه الحالة أكبر من قيم القوة المقاسة باستخدام النوابض الأخرى وقيم الاستطالة عند ذات القوى كانت أقل من جميع النوابض المستخدمة سابقا ، وهذا اتفق مع النمذجة أيضا، وهذا مؤشر جيد لاستخدام النابض.

### ٥-٢-٥- القوى الحسابية لمقاومة الشد على الأعماق المدروسة:

يتم حساب قوة الشد من المعادلة المنطقية العقلانية لمقاومة شد المحراث المعادلة (١) التي وضعها

العالم جرياشكين (غانم وآخرون، ٢٠١٧).

$$9.8 \times \rho \times m + k_1 \cdot t \cdot b \cdot n + \varepsilon \cdot t \cdot b \cdot n \cdot v_f^2 F_X =$$

الجدول (٤): قيم الثوابت حسب نوع التربة

$\varepsilon (N \cdot se^2/cm^2 \cdot m^2)$	$K (N/cm^2)$	نوع التربة
0.3-0.1	3-2	خفيفة
0.5-0.3	5-3	متوسطة التماسك
0.8-0.5	7-5	متماسكة
1.2-0.8	7-7.2	شديدة التماسك

عند العمل على تربة قاسية ورطوبة ٢٥٪ واستخدام محراث مطرحي بثلاث أبدان تكون قيم الثوابت

كما يلي:

$\varepsilon = 0.6$ : معامل يصف شكل السطح الفعّال لبدن المحراث وخصائص التربة، ويقاس (N.se<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>.m<sup>2</sup>)

$k=6$ : معامل يحدد ويوصف مقاومة تكون شرائح مختلف الترب الزراعية ويقاس (N/m)

$b = 25$  cm: عرض عمل بدن واحد للمحراث ،  $n=3$ : عدد الأبدان.

$t = (10,15,20,25)$  cm: عمق الحراثة

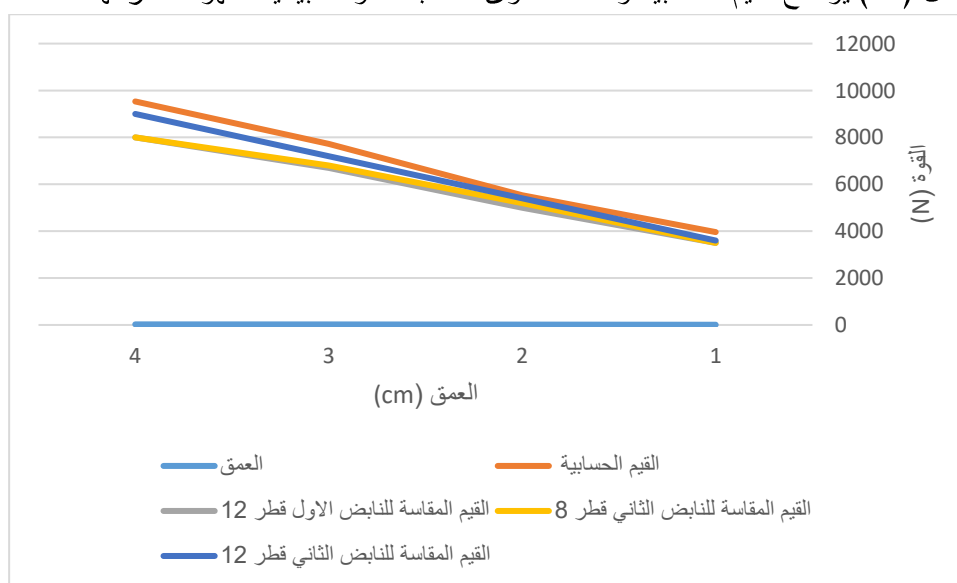
$V$  سرعة العمل وبلغت قيمها عند العمل (0.75, 0.73, 0.55, 0.41 m/s) على الأعماق على الترتيب بعد أخذ قيم الثوابت من الجدول (٣) بما يتناسب مع ظروف العمل وبالتعويض بالمعادلة (١) نحصل على قيم قوى الشد عند كل عمق كما هو موضح بالجدول (٤)

الجدول (٥) قيم قوى الشد الحسابية عند الأعماق المدروسة:

العمق (cm)	القوة (N)	السرعة (m/s)
١٠	٣٩٦٠.٩	٠.٧٥
١٥	٥٥٢٩.٧	٠.٧٣
٢٠	٧٧٢٦.٨	٠.٥٥
٢٥	٩٥٣٢.٥	٠.٤١

#### ٥-٢-٦: مقارنة القوى الحسابية والمقاسة :

الشكل (١١) يوضح القيم الحسابية والمقاسة لقوى الشد بالخطوط البيانية لسهولة مقارنتهما :



الشكل (١١): القيم الحسابية والمقاسة عند كل استخدام كل نابض

من الشكل (١١) وعند مقارنة القيم المقاسة والحسابية يلاحظ أن القيم المقاسة أقل من القيم الحسابية عند استخدام النوابض الثلاثة ويلاحظ أن القيم المقاسة لنابض النوع الأول قطر ١٢ والثاني قطر ٨ متقاربة جداً، وعند حساب النسبة لفروقات القيم بين المقاسة والحسابية لهاتين الحالتين بلغت ١١٪ وهي نسبة كبيرة ، بينما القيم المقاسة لنابض النوع الثاني بقطر ١٢ كانت الخط البياني المعبر عنها أقرب إلى خط القيم الحسابية ، وعند حساب نسبة

فروقات القوى بين القيم المقاسة والحسابية في هذه الحالة بلغت ٦٪ وهي قيمة مقبولة وهذا يتفق مع ما تم التوصل إليه في النمذجة النظرية عند مقارنة إجهاد الإنهيار مع إجهاد الخضوع لمادة النابض، لذلك هو النابض الأفضل للاستخدام على هذا الجهاز في هذه الظروف من العمل.

#### ٦- الإستنتاجات :

- ١- تم قياس قوى الشد لتربة قاسية باستخدام الجهاز المصمم بعد التعديلات على النابض المستخدم.
- ٢- ازدادت قدرة النابض على تحمل قوى الشد مع ازدياد قطر مقطع السلك ومع تغيير نوع المادة المصنوع منها من CK67 إلى 90MnCrV8.
- ٣- التصميم الأفضل عمليا وبالنمذجة بين النوابض المدروسة هو نابض من نوع 90MnCrV8 وقطر السلك 12mm لأنه لم يظهر إجهاد إنهيار لذلك فهو آمن للعمل.
- ٤- بلغت نسبة فرق القوى المقاسة عن الحسابية عند التصميم الأخير ٥ % بينما بلغت النسبة 11% عند التصاميم الأخرى، لذلك فهو التصميم الأفضل لهذا العمل.

#### ٧- المقترحات :

- ١- دراسة تعديل في الدارة الكهربائية بحيث نتمكن من قراءة القوة بشكل مباشر بدون الإستعانة بجهاز الفولط.
- ٢- دراسة القوى على أنواع آلات أخرى وأنواع ترب مختلفة .

## ٨- المراجع العربية :

- ١- السحيباني، صالح عبد الرحمن؛ الحامد، سعد عبد الرحمن؛ وهبي، محمد فؤاد؛ عواد، فوزي، سعيد محمد. (٢٠٠٨). استخدام الطاقة للعمليات الزراعية الحقلية، مجلة الخليج العربي الزراعية، ص ٣٥٨-٣٧٢.
- ٢- جعفر، محمد؛ عناد، موجد؛ مجيد؛ سعد. (٢٠١٠) إعادة تنشيط النواض الفولاذية الإضغاطية نوع ASTM -A232، مجلة الكوفة الهندسية، المجلد (٢)، العدد (١)، ص ١٩-٣٢
- ٣- عبد الله، هلا. (2022). دراسة تأثير سرعة العمل وعمق الحراثة في قوة الشد اللازمة لعدة أنواع من المحارث، مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة المواد الهندسية، المجلد (٦) العدد (١٢).
- ٤- غانم، محمد؛ جراد، سمير؛ عمار، سلاف، (٢٠١٧). آلات معاملة التربة، كلية الهندسة التقنية، منشورات جامعة طرطوس ٢٠١٦-٢٠١٧
- ٥- غانم، محمد؛ بركات، منى؛ أسعد، شذا؛ سليمان، سوسن؛ (2019). دراسة تأثير عمق الحراثة لنوعين من المحارث في بعض مؤشرات الأداء لوحدة الحراثة، مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم الهندسية، المجلد (٣) العدد (٦).
- ٦- غانم، محمد؛ أسعد، نادين. (٢٠٢٤). تصميم وتنفيذ جهاز ديناموميتر لقياس قوة الشد واختبار أدائه على محراث حفار في ظروف عمل مختلفة، مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة المواد الهندسية، المجلد (٨) العدد (٩).

## ٩- المراجع الأجنبية :

- 1- Asse fpour – Dzfily M . Brownrigg A . , 1989 . " Parameters affecting sag Resistance in spring steel " *article, physical Metallurgy and Materials science* , Vol . 20A , No . 10 PP.
- 2- Bhandarl, 1997, " **Desing of Maching Element** " *Tata Mc Graw Hill – Publishing company Limited. Industry* " vol 52, No, 42, pp. 765-
- 3- Hayes M.P., In fluences on spring fatigue 1985 " *article wire Industry* " vol 52, No, 42, pp. 765-766
- 4- Mohamed A . omer and wei –yiloh 2004 " **Multi body system Modeling of leef spring** " J . of Vibration and control , Vol . 10 , No . 11 , PP . 1601 – 1638.
- 5- Smith, j, Johnson, R.L. (2012). Microstructure and mechanical properties of low carbon steel. *Jornal of materials science*, 48(3), 556-563.
- 6- Taylor, R.; Schrock, M.; Wertz, K. (1991). Getting the most from your tractor, Farm machinery and equipment, [http:// www. oznet.ksu. edu/ library/ageng2/mf588.pdf](http://www.oznet.ksu.edu/library/ageng2/mf588.pdf)