

تصميم الآت ومعدات زراعية اختبار الشد

Tensile Test 1

قسم المكائن والآلات الزراعية
كلية الزراعة - جامعة البصرة

المرحلة الثالثة - الفصل الدراسي الثاني

أستاذ المادة
د. صادق جبار محسن

المصادر
اختبار المواد - الإدارة العامة للتصميم - السعودية

2.1: خواص المواد الهندسية:

تعريف: خواص المواد الهندسية هي المقاييس المحددة التي تصف جودة المواد الهندسية.

وتعتبر خواص المواد الهندسية أيضاً اللغة أو العبارات التي يوضح بها المصمم احتياجاته للمادة التي ستقاوم الأحمال و الكسر و التفتت و التفاعلات الكيميائية و الإشعاعات و الحرارة... و تفيد الخواص أيضاً في اعتبارها أساساً لمقارنة انتظام العينات المختلفة للمادة الواحدة. و يلاحظ أنه لا توجد قطعتان من مادة واحدة لها نفس الخواص تماماً بمنتهى الدقة، و يرجع ذلك إلى عوامل كثيرة تتعرض لها المادة أثناء الصناعة أو نتيجة لعمليات التشكيل أو إلى عوامل الزمن أو إلى التغيير في درجة الحرارة أو الرطوبة أو إلى عوامل أخرى.

تنقسم خواص المواد الهندسية إلى عدة أقسام: جدول 1.1 يتضمن تلخيصاً لأهم هذه الأقسام:

القسم	الخواص
فيزيائي	الأبعاد و الشكل و الكثافة و المسامية و الرطوبة... الخ
كيميائي	التركيب الكيميائي و حمضي أو قلوي و مقاومة الصدأ... الخ
فيزو كيميائي	امتصاص الماء و الانكماش و التمدد نتيجة الحرارة ... الخ
بصري	اللون و نفاذ الضوء و انعكاس الضوء ... الخ
ميكانيكي	المقاومة و المتانة و الصلادة و الصلابة و القصفة ... الخ
حراري	الحرارة النوعية و التمدد و التوصيل الحراري... الخ
كهرومغناطيسي	الفعل الجلفاني، النفاذ المغناطيسي... الخ
سمعي	التحويل الصوتي، الانعكاس الصوتي.... الخ

جدول 1.1: تقسيم خواص المواد الهندسية.

3.1: الخواص الميكانيكية للمواد:

تعريف: الخواص الميكانيكية هي الخواص التي تتعلق بسلوك المادة عند تعريضها للأحمال المؤثرة كالشد و الضغط و الصدم و الشني و الخدش الخ ...

علماً بأن الخواص الميكانيكية تستخدم كأساس للمقارنة بين المواد الهندسية المختلفة.

الخواص الميكانيكية الرئيسية هي:

1. المرونة Elasticity: هي قدرة المادة على استعادة أبعادها الأصلية أي عدم بقاء تشكل دائم بعد زوال الحمل المؤثر.

2. اللدونة Plasticity: هي قدرة المادة على أن يكون لها تشكل دائم أي لا تسترجع المادة أبعادها الأصلية بعد إزالة الحمل المؤثر.

↔ فاللدونة عكس المرونة. و ليست هناك مادة مرنة تماماً أو لدنة تماماً. فبعض المواد مثل المطاط يمكن أن تأخذ تشكياً كبيراً و لكنه يعود إلى أبعاده الأصلية بعد رفع الحمل المؤثر عليه. و هناك مواد لها مرونة عالية في حدود مدى معين من التحميل و بعده تصبح لدنة لدرجة ما و من أمثلة ذلك الصلب. و هناك بعض المواد الأخرى لها لدونة عالية و لكن قليل من المرونة مثل الرصاص.

3. الممتطولية Ductility: يمكن تعريفها بأنها الخاصية التي تسح للمادة بتغير لدن كبير تحت تأثير حمل الشد أي قدرة المادة على السحب و قابليتها للاستطالة الكبيرة عند تعرضها لحمل الشد.

4. القصفة Brittleness: هي الخاصية التي تجعل المادة تنكسر قبل تغير ملحوظ في الشكل. ↔ فالممتطولية هي عكس القصفة فالمواد المطيلة لها تشكل لدن كبير عند تعرضها لحمل الشد مثل النحاس أما المواد القصفة فتتكسر قبل أن يطرأ عليها أي تغير في الشكل عند التحميل مثل الزجاج و حديد الزهر.

5. الطروقية Malleability: هي قدرة المادة على أن يحدث لها تغيرات لدنة كبيرة تحت حمل الضغط أي قدرة المادة على التفلطح بالطرق دون حدوث كسر.

↔ الطروقية خاصة تشبه الممتطولية لكن التحميل في الممتطولية هو الشد أما في الطروقية فهو في حالة الضغط.

6. المقاومة Strength: هي مقاومة المادة لأي حمل مؤثر، و المقاومة للشد إذا كان الحمل المؤثر حمل الشد و المقاومة للانحناء إذا كان الحمل حمل الانحناء....

7. الصلابة (الكزازة) Stiffness: هي خاصية مقاومة المادة لأي نوع من التغير في الشكل، وتعرف المادة الصلبة بأنها تتحمل أحمال عالية مع حدوث تغير صغير نسبياً في الشكل.

8. المتانة Toughness: هي قدرة المادة على مقاومة الصدمات وامتصاص الطاقة الميكانيكية.

9. الرجوعية Resilience: هي قدرة المادة على امتصاص الطاقة المرنة التي تختفي تماماً بعد زوال الحمل المؤثر.

10. الصلادة Hardness: صلادة المادة هي الخاصية التي تمكنها من الاحتفاظ بشكل سطحها سليماً متماسكاً تحت تأثير الأحمال. وتعرف الصلادة بأنها قدرة المادة لمقاومة البري نتيجة الاحتكاك أو المقاومة للخدش أو القطع أو حدوث علامة بها.

6.1: التوحيد القياسي:

عرف التوحيد القياسي على مر العصور والأجيال و استخدم في بناء الحضارات البشرية لخدمة الإنسان و تبسيط العمل الذي يواجهه. و مع مرور الزمن بدأت مشاكل الإنتاج بالجملة في الظهور و التضخم و كما هو المعتاد بدأ العلم في التدخل لحل تلك المشاكل. أسفرت تلك الدراسات و البحوث التي أجريت في هذا المضمار عن ضرورة وضع مواصفات و مقاييس محددة لمواد و خواص و أبعاد الأجزاء و القطع المختلفة التي تتكون منها السلع و الآلات حتى يمكن إخضاع عملية الإنتاج بالجملة لسلعة ما إلى نظام موحد يكفل تشابه و تجانس كل مجموعة من الأجزاء المتماثلة سواء في مصنع واحد أو مصانع متعددة ثم تجميعها بسهولة لتكوين عدد كبير من السلع أو الآلات في صورتها النهائية.

1.6.1: المواصفات القياسية:

تعريف: المواصفات القياسية هي المواصفات المحضرة نتيجة الاتفاق بين المختصين الذين يهمهم أمر هذه المواصفات. و تستخدم المواصفات القياسية كاشتراط لقبول و رفض المواد و المنتجات بين الهيئات المعنية.

2.6.1: هيئات التوحيد القياسي:

تقوم هيئات مختلفة تسمى هيئات التوحيد القياسي بتحضير و نشر المواصفات القياسية للمواد و المنتجات و طرق الاختبار و التفتيش كل هيئة في حدود اختصاصاتها. و تتكون هذه الهيئات في الغالب من علماء و مهندسين من هيئات الأبحاث بالجامعات و المصالح الحكومية و بالشركات و الهيئات و من المهندسين الاستشاريين المتخصصين في الفرع المعين المتعلق بالمواصفات و أهم هذه الهيئات:

✓ الجمعية الأمريكية لاختبار المواد: A.S.T.M. The American Society for Testing and Materials

✓ هيئة المواصفات البريطانية: B.S.S. British Standards Society

✓ المعهد الألماني للمواصفات: D.I.N. Deutsches Institut für Normung

✓ الهيئة المصرية للتوحيد القياسي م.ق..

و تقوم الهيئة الدولية للمواصفات (I.S.O. International Standards Organization) بعمل مواصفات قياسية موحدة بعد مناقشة مواصفات الجهات المختلفة.

7.1: الوحدات:

لإجراء قياس لكمية معينة فلا بد من وجود معايير لتحديد القيمة المقاسة. و لذلك نشأت مع نهاية القرن التاسع عشر عدة نظم للوحدات كان أهمها و أحدثها النظام المتري للوحدات الذي تم اعتماده كنظام دولي لوحدات القياس (SI) اتفقت عليه كل دول العالم في مؤتمر دولي للقياس عُقد في سنة 1960 . و هذا النظام يحدد وحدة قياس لكل كمية من الكميات الطبيعية التي نتعامل معها في حياتنا اليومية. جدول 2.1 يعطي الوحدات الأساسية في النظام العالمي و جدول 3.1 الوحدات المشتقة من الوحدات الأساسية في النظام العالمي.

الرمز (SI)	وحدة القياس	الكمية المقاسة (الرمز)
m	متر	الطول (L)
Kg	كيلو جرام	الكتلة (m)
s	ثانية	الزمن (t)
K	كلفن	درجة الحرارة (T)

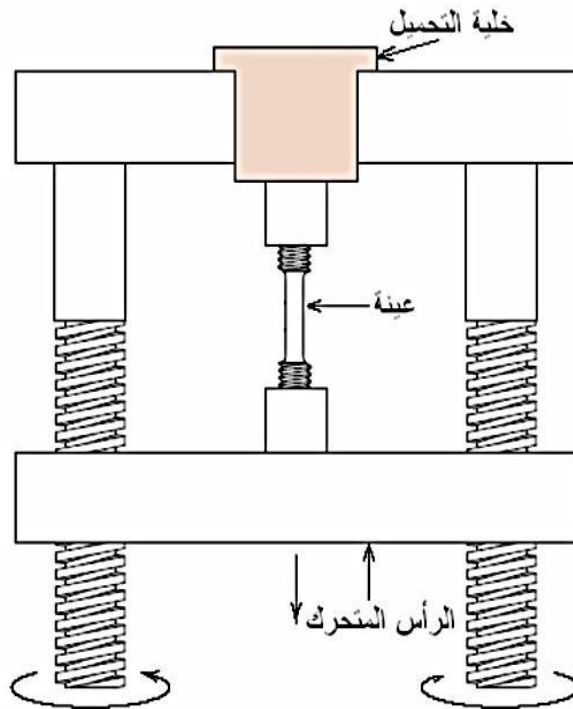
جدول 2.1 : بعض الوحدات الأساسية في النظام العالمي.

الرمز (SI)	وحدة القياس المشتقة	الكمية المقاسة (الرمز)
m^2	متر مربع	المساحة (A)
m^3	متر مكعب	الحجم (V)
m/s	متر لكل ثانية	السرعة الخطية (s)
rad/s	رديان لكل ثانية	السرعة الزاوية (ω)
m/s^2	متر لكل ثانية مربعة	التسارع الخطية (γ)
rad/s^2	رديان لكل ثانية مربعة	التسارع الزاوية (θ)
N	نيوتن	القوة (F)
$N/m^2 = Pa$	نيوتن لكل متر مربع	الضغط (P)

جدول 3.1 : بعض الوحدات المشتقة من الوحدات الأساسية في النظام العالمي.

1.2: تعريف: اختبار الشد Tensile test هو عملية تجرى على قطعة اختبار لتعيين خواصها تحت تأثير حمل الشد المحوري في اتجاه واحد حيث ينطبق اتجاه الحمل على المحور الطولي للعينة المختبرة. ويكون التحميل تدريجياً، يبدأ من الصفر ويزداد حتى حدوث الكسر بالعينة.

2.2: ماكينة اختبار الشد:

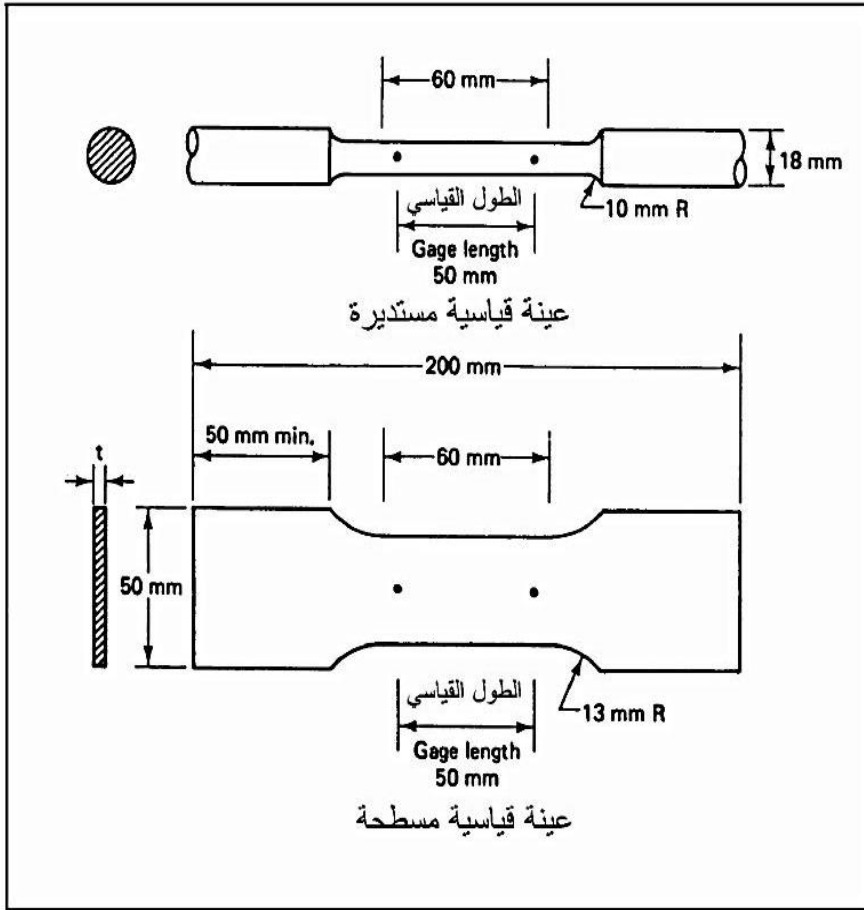


شكل 1.2 : ماكينة اختبار الشد.

تستخدم ماكينة الاختبار العامة (Universal Machine Testing) لاختبارات عديدة كالشد و الضغط و الانحناء. و تتكون هذه الماكينة من رأس ثابت خاص لموازنة الحمل و قياس قيمته (balancing) وآخر متحرك وهو المسبب للأحمال المؤثرة على العينات المختبرة (loading). العينة المختبرة تثبت بين الرأسين بواسطة كلابات و مصدر القوة المحركة يكون في أغلب الأحيان محركاً كهربائياً كما في شكل 1.2.

3.2: عينات الاختبار القياسية:

أشكال العينات القياسية المستخدمة في اختبار الشد مختلفة ولها مقاسات موحدة فمنها المستديرة الطويلة والقصيرة ومنها المسطحة الطويلة والقصيرة. شكل 2.2 يعطي شكل عينة قياسية مستديرة و عينة قياسية مسطحة.

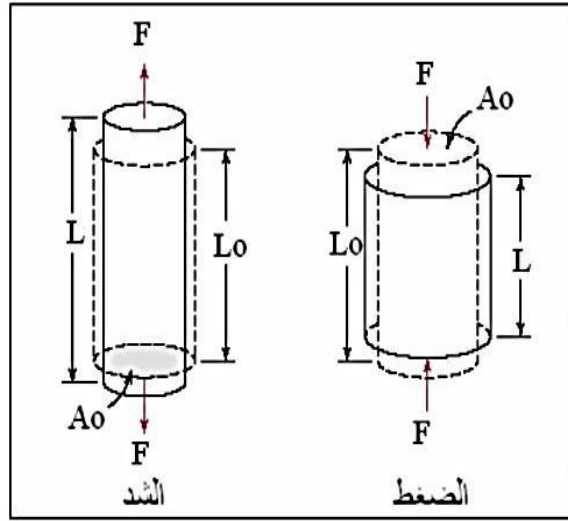


شكل 2.2 : عينات قياسية لاختبار الشد.

يعتبر اختبار الشد من أكثر الاختبارات شيوعاً في الاستخدام خاصة وأنه من أسهل الاختبارات الميكانيكية في إجرائها ومن أبسطها في تحديد النتائج. كما أن نتائج هذا الاختبار تعطي كمًا هائلًا من المعلومات فيما يخص الخصائص الميكانيكية. و لذلك يعتبر اختبار الشد من أهم الاختبارات التي يستخدمها المهندس للتحكم في جودة المواد و نتائجه تعطي صورة واضحة عن مستوى الإنتاج.

4.2: الحمل و الإجهاد:

عندما يتعرض جزء من منشأ أو جزء من ماكينة إلى أحمال أو قوى خارجية، تتولد في داخله قوى مقاومة لتلك الأحمال. وتسمى هذه القوى الداخلية في أي جزء من المنشأ بالإجهادات. فنستطيع أن نقول بأن الأحمال الخارجية هي القوى المطبقة وتكون وحدتها النيوتن N ويرمز إليها غالباً بـ F . أما كثافة القوى الداخلية وهي شبيهة بالضغط المولد داخل المنشأ فهي الإجهادات وتكون وحدتها باسكال Pa أو N/m^2 ويرمز إليها بـ σ . كما أن الإجهادات تكون إجهاد شد في حالة تحميل القطعة شداً أو إجهاد ضغط في حالة تحميلها ضغطاً كما في شكل 3.2. و بالتالي نعرف الإجهاد:



شكل 3.2 : عينات تحت حمل الشد و حمل الضغظ.

1.4.2: تعريف: الإجهاد (σ) هو حاصل قسمة القوة العمودية (F) على مساحة مقطع العينة

الأصلي (A_0).

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad (1.2)$$

σ : الإجهاد ، [Pa] أو [N/m^2]

F : القوة ، [N]

A_0 : مساحة مقطع العينة الأصلي ، [m^2]

مثال 1.2 :

تم تحميل قضيب من الألومنيوم مربع المقطع ضلعه $a = 2.5 \text{ cm}$ بقوة قيمتها $m = 350 \text{ Kg}$. ما هي قيمة الإجهاد بوحدة Pa.

الحل:

مساحة المقطع:

$$A_0 = a^2 = (2.5 \times 10^{-2})^2 = 6.25 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 0.000625 \text{ m}^2$$

نأخذ قيمة تسارع الجاذبية الأرضية $g \approx 10 \text{ m/s}^2$ ، القوة F :

$$F = m \times g = 350 \times 10 = 3500 \text{ N}$$

الإجهاد:

$$\sigma = \frac{F}{A_0} = \frac{3500}{6.25 \times 10^{-4}} = 56 \times 10^5 \text{ N/m}^2 = 56 \times 10^5 \text{ Pa}$$

أثناء اختبار الشد أو الضغط لعينة ما، يبدأ التحميل من صفر حتى تتكسر العينة. من الواضح أن مساحة مقطع العينة تتغيرو تنقص تدريجياً أثناء التحميل. إذاً قيمة المساحة تتغيرو بالتالي الإجهاد أيضاً يتغير. و لذلك الإجهاد ينقسم إلى نوعين:

2.4.2: الإجهاد الهندسي (σ): هو حاصل قسمة القوى العمودية (F) على مساحة مقطع العينة

الأصلية (A_0) أي المساحة المحسوبة قبل الشد كما رأيناه في العلاقة (1.2):

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad (1.2)$$

3.4.2: الإجهاد الحقيقي (σ_{tr}): هو حاصل قسمة القوى العمودية (F) على مساحة مقطع

العينة اللحظية (A_i) أي المساحة المحسوبة لحظة قراءة القوة.

$$\sigma_{tr} = \frac{F}{A_i} \quad (2.2)$$