مقرر تكنولوجيا المواد

لطلاب الهندسة المعمارية

مدرس المقرر

د.م. مهند سليم مهنا

الحديد

تتحمل الخرسانة أحمال الضغط المطبق عليها بشكل جيد، ولكنها لا تتحمل الحمولات الأخرى مثل أحمال الشد التي تؤثر على كفاءة الخرسانة. إن مقاومة الخرسانة للشد ضعيفة لذا وجب علينا إيجاد مادة مساندة تساعد على مقاومة هذه الاحمال.

بعد اختبار مجموعة كبيرة من المواد وجد أن الحديد هو المادة المناسبة لتحمل هذه الأحمال والعمل بانسجام تام مع مادة الخرسانة من حيث التمدد والانكماش مما يكون مادة جديدة هي الخرسانة المسلحة

والحديد المستخدم في المنشآت على نوعين:

النوع الأول: حديد طري أملس

النوع الثاني: حديد عالي المقاومة محلزن

حديد طري عادي

يسمى حديد 35 وهذا يعنى ان مقاومته للشد 35كغ /مم²ويكون إجهاد الخضوع لا يقل عن 33كغ /ملم²والاستطالة عند الكسر 20%و يستخدم في المنشآت المعدنية الخفيفة، يتميز بأنه:

- حديد أملس السطح بدون نتوءات
- أكبر قطر مستخدم فيه هو8 مم
- يمكن تشكيله عدة مرات.
- يستخدم في عمل الكانات الحديدية.
- مقاومته في الانسلاخ من الخرسانة ضعيفة
- سهولة نقله.

حديد محلزن عالي الشد high tensile steel

يسمى حديد 52 وهذا يعنى ان مقاومته للشد 52 كغ / مم² ويكون إجهاد الخضوع لا يقل عن 36 كغ / مم²

والاستطالة عند الكسر 18%، يستخدم في المنشآت الثقيلة كما أنه يتميز بالآتي:

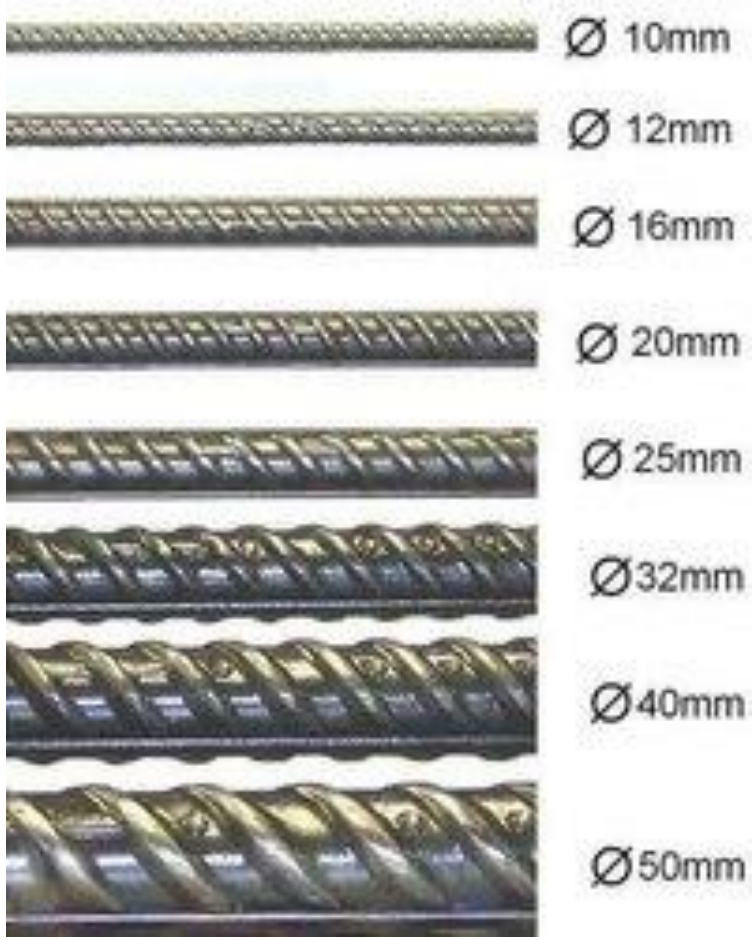
- الحديد المحلزن (صلب عالي المقاومة) يستخدم في جميع الاعمال الانشائية
- يوجد بأقطار من 8 مم حتى 40 مم وهو حديد ذو نتوءات. تزيد النتوءات من مقاومته للانسلاخ وتزيد من قوى التماسك مع الخرسانة.

توجد منه أنواع عالية المقاومة للشد، ويسمى GRADE 60 وتصل قوة تحمله إلى 60 كغم / مم².والحد الأدنى للإستطالة = 12%.

كما توجد أنواع خاصة من الحديد كقضبان التسليح المصنوعة من الفولاذ المقاوم للصدأ .

MANARA UNIVERSITY

أقطار وأوزان أسياخ الحديد المستخدمة



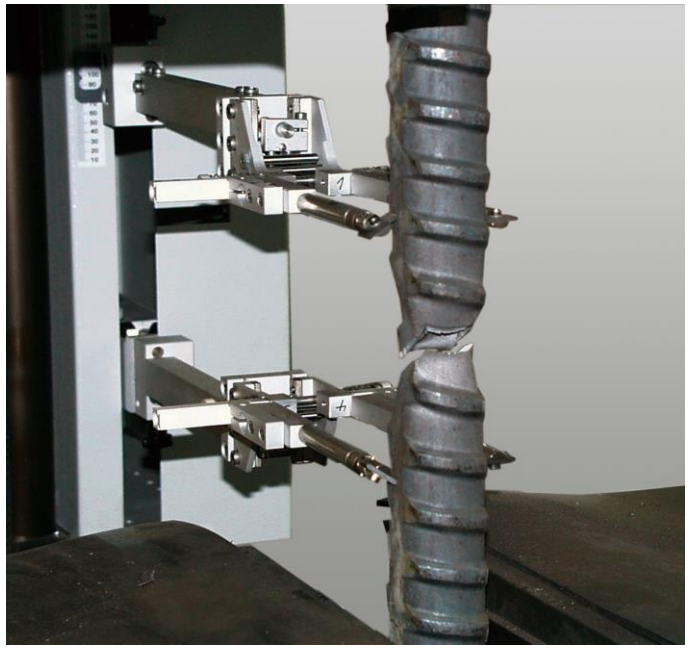
Bar Diameter (mm)	Unit Weight (kg/m)	Sectional Area (mm2)
6	0.222	28.3
8	0.395	50.3
10	0.617	78.5
12	0.888	113.1
16	1.578	201.1
20	2.466	314.2
25	3.853	490.9
32	6.313	804.2
40	9.864	1256.6

لتحديد جودة الحديد يجرى عليه عدة اختبارات :

1. اختبار الشد
2. اختبار الثني
3. اختبار التحليل الكيميائي

جامعة المنارة
MANARA UNIVERSITY

اختبار الشد للحديد



يعد من أهم الاختبارات المطبّقة على حديد التسليح الذي يخضع للمواصفات القياسية الدولية ISO 15630-1، ويجري الاختبار من خلال تسليط أحمال شد بشكل متزايد على قضيب التسليح وذلك بعد تثبيت القضيب ضمن الجهاز الخاص بالتجربة وتسليط الأحمال بشكل محوريّ عليها، وذلك باتجاهين متعاكسين، مما ينتج عنه شد سيخ التسليح واستطالته.

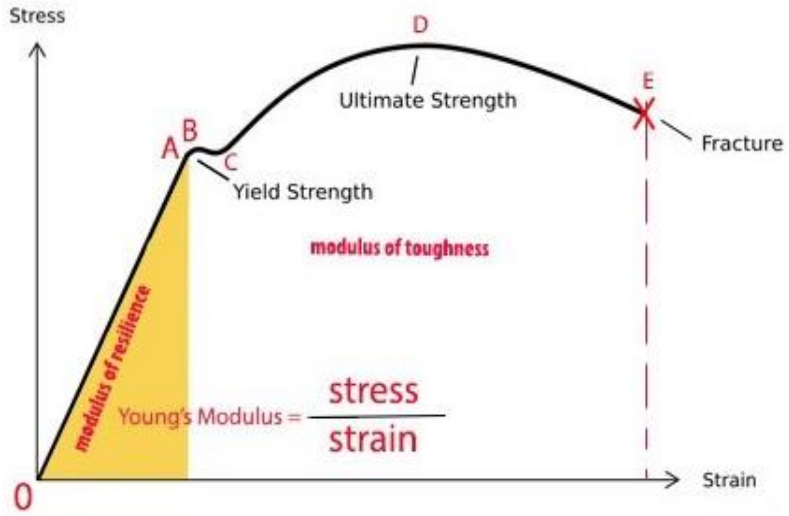
الهدف من هذا الاختبار:

- الحصول على منحنى إجهاد-تشوّه.
- معرفة حد المرونة وحد الخضوع إضافة لإيجاد حد الانقطاع.
- تحديد الإجهادات الأعظميّة.
- معرفة معايير المرونة.
- حساب الاستطالة.

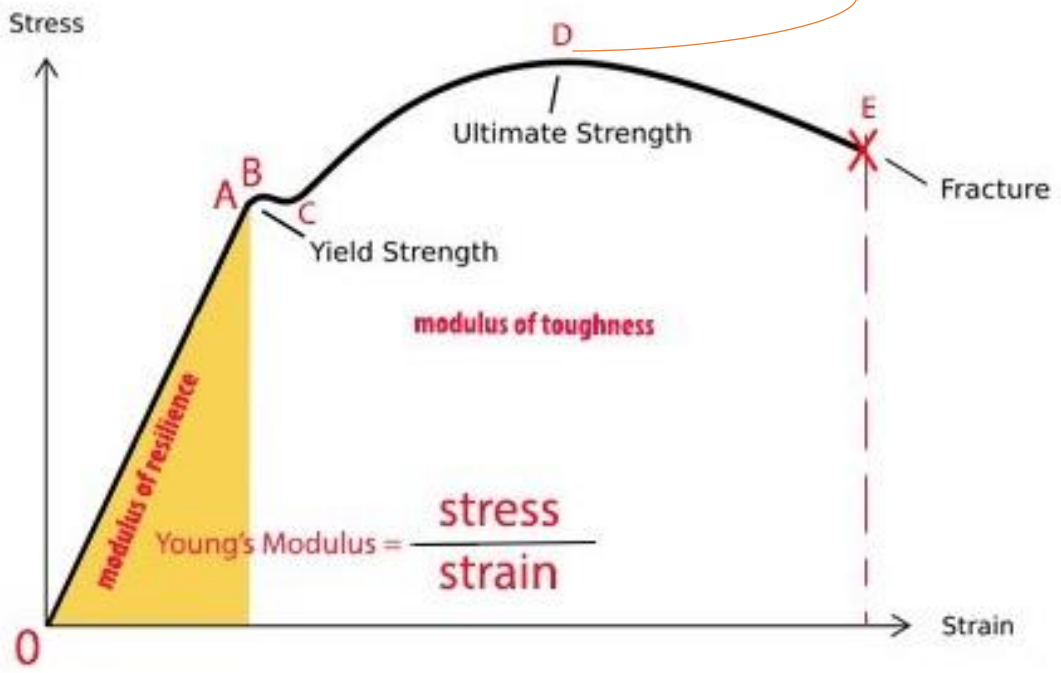
جامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

عند التحميل على عينة الحديد يجب ملاحظة أن السيخ يمر بالمراحل التالية:

- **مرحلة المرونة** : تكون عند بداية التحميل على العينة ويصاحبها تغير طفيف في الطول وتعود العينة إلى وضعها الطبيعي بعد زوال الحمل المؤثر .
- **مرحلة الخضوع**: وتبدأ بعد مرحلة المرونة بحيث تقل مقاومة السيخ للشد مع زيادة واضحة في طول العينة ويبقى التغير في الطول بعد زوال الحمل المؤثر ولكن بدون نقص يذكر في مقطع العينة .
- **مرحلة اللدونة** : وتبدأ بعد مرحلة الخضوع وتتميز بزيادة ملحوظة في مقاومة العينة للشد مع زيادة في الطول يصاحبها نقص واضح في مقطع العينة (تشكل الرقبة) وتنتهي هذه المرحلة بقطع العينة إلى جزأين .



جامعة المنارة
MANARA UNIVERSITY



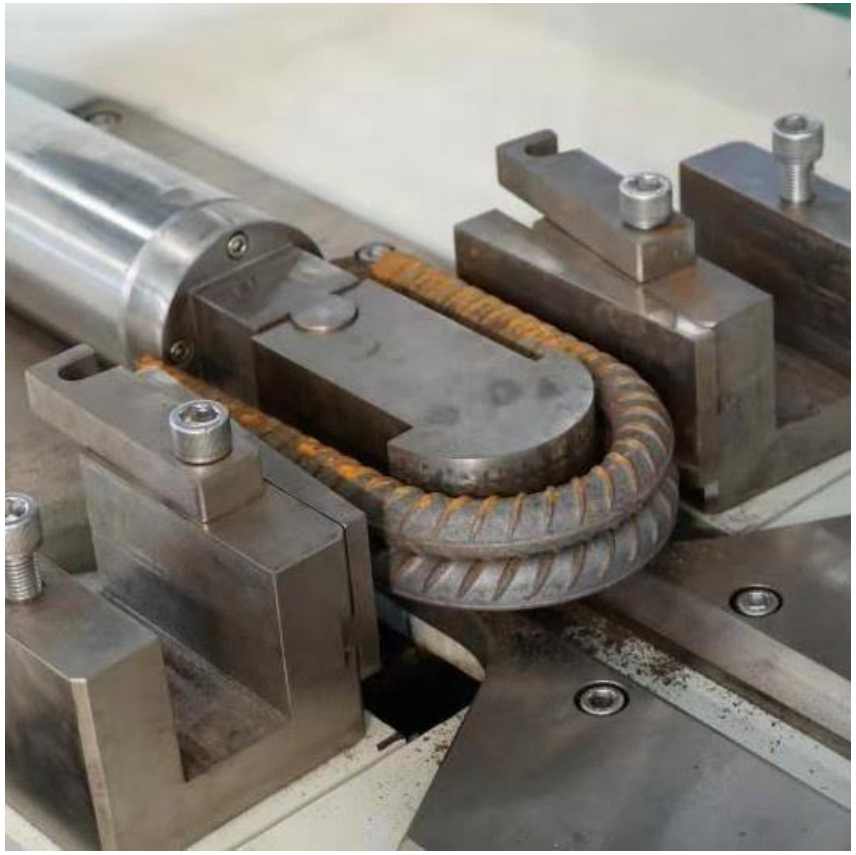
$$\text{مقاومة الحديد للشد} = \frac{\text{أقصى حمل} \times 1000}{\text{مساحة مقطع العينة}}$$

$$\text{اجهاد الخضوع} = \frac{\text{حمل الخضوع}}{\text{مساحة مقطع العينة}}$$

$$\text{الانفعال} = \frac{\text{الاستطالة الكلية}}{\text{الطول الأصلي للعينة}}$$

المَنارة
MANARA UNIVERSITY

اختبار ثني الحديد



يجري هذا الاختبار على البارد، أي يُمنع تسخين الحديد لثنيه وتبعًا للمواصفات القياسيّة الدوليّة ISO 15630-1، يُثنى الحديد بزاوية 180 درجة حول أسطوانة يكون قطرها مساوٍ **لثلاثة أضعاف** قطر القضيب، والغاية من هذا الاختبار التأكد من مطاوعة الفولاذ والمقدرة على ثنيه بدون حدوث انكسارات أو تشوهات وتحديد مقاومة حديد التسليح، بعد الانتهاء من التجربة يُفحص القضيب المثني بالعين المجردة.

عند الانتهاء من التجربة، يُجرى عادة اختبار آخر يُطلق عليه اسم اختبار **إعادة ثني الحديد** حول أسطوانة قطرها يعادل **4 أضعاف قطر** القضيب وذلك للتأكد من سلامة الحديد ومدى تأثره بالثني على المدى الطويل. تُرفض جميع العينات التي تنهار أو تنكسر أو تتشقق أو يحدث بها أي تشوّه بعد إجراء الاختبارين

MANARA UNIVERSITY

اختبارات كيميائية

نلجأ لهذا النوع من الاختبارات لتحديد الخواص الكيميائيّة للحديد من خلال معرفة العناصر الداخلة في تركيبه ونسبة كل عنصر،

وذلك من خلال نوعين من التحليل الكيميائي وهما **التحليل الكمي والتحليل النوعي**.

يعتبر التحليل الكمي الطريقة المناسبة لمعرفة البنية الكيميائيّة الداخلة في تركيب عيّنة الحديد ونسبة كل منها، أمّا التحليل النوعيّ،

فيمكننا من معرفة جودة المواد الكيميائيّة المستخدمة وأنواعها.

تكمن أهميّة هذا الاختبار في معرفة مدى مطابقة الحديد للمواصفات من الناحية الكيميائيّة والتأكد من عدم احتوائه على مواد خطيرة أو ضارة، على سبيل المثال تنص العديد من المواصفات على عدم زيادة نسب المكونات الآتية عن:

copper 0.60%., Carbon 1% , silicon 0.60%; manganese 1.65%;

اختبار تعيين سمك الغطاء الخرساني و أقطار حديد التسليح

الغرض من الاختبار :

1- تحديد سمك الغطاء الخرساني المحيط بحديد التسليح للتأكد من أنه مطابق للتصميم المتفق عليه و ذلك لضمان حماية حديد التسليح من العوامل الخارجية .

2- تحديد قطر و مكان أسياخ حديد التسليح الموجودة في القطاع الخرساني و معرفة ما إذا كانت مطابقة للمخططات الهندسية و التصميم أم لا .

الأدوات المستخدمة :

1- جهاز بروفوميتر .

2- رأس باحثة .

3- مجس لتحديد مكان حديد التسليح

4- مجس لتحديد قطر حديد التسليح .

5- فرشاة ناعمة للتنظيف .

المنارة
MANARA UNIVERSITY

مثال:

احسب مقاومة عينة من الحديد بقطر 8 ملم للشد ، ثم عين مقدار الانفعال بها إذا كان طول العينة الابتدائي 22سم . وكانت نتائج اختبار الشد كالتالي:

الحمل طن	0	0.1	0.5	0.9	1.12	1.5	1.3	1.6	1.9	2.3	2.8
الاستطالة ملم	0	0.04	0.2	1	1.5	2	4	8	10	14	17

$$\text{مقاومة الحديد للشد} = \frac{\text{أقصى حمل} \times 1000}{\text{مساحة مقطع العينة}}$$

$$= \frac{1000 \times 2.8}{(0.4)^2 \times 3.14}$$

$$= \frac{2800}{.5024} = 5573.25 \text{ kg/cm}^2$$

MANARA UNIVERSITY

2.8	2.3	1.9	1.6	1.3	1.5	1.12	0.9	0.5	0.1	0	الحمل طن
17	14	10	8	4	2	1.5	1	0.2	0.04	0	الاستطالة ملم

اجهاد الخضوع = $\frac{\text{حمل الخضوع}}{\text{مساحة مقطع العينة}}$

$$\frac{1.3\text{x}1000}{.5024}$$

$$\frac{1300}{.5024} = 2587\ \text{kg/cm}^2$$

الانفعال (التشوه) = $\frac{\text{الاستطالة الكلية x100}}{\text{الطول الأصلي للعينة}}$

$$\frac{100 \times 1.7}{22} = 7.7\ \%$$

العينة مرفوضة لأن نسبة الاستطالة أقل من 12%

الوظيفة الأساسية لحديد التسليح هي مقاومة قوى:			
الضغط	الشد	الوزن الذاتي	الصدم
يسمى الحديد الطري العادي بحديد:			
35	25	45	غير ذلك

اختر الإجابة الخاطئة من ميزات الحديد الطري العادي:			
حديد أملس السطح	أكبر قطر مستخدم هو8 مم	يستخدم في عمل الكانات الحديدية	مقاومة الانسلاخ عالية

من ميزات الحديد المحلزن عالي الشد:			
صلب عالي المقاومة	يستخدم في جميع الاعمال الانشائيه	اقطاره من 6 مم حتى10 مم	مقاومة الانسلاخ عالية

MANARA UNIVERSITY