

مقرر تكنولوجيا المواد لطلاب الهندسة المعمارية

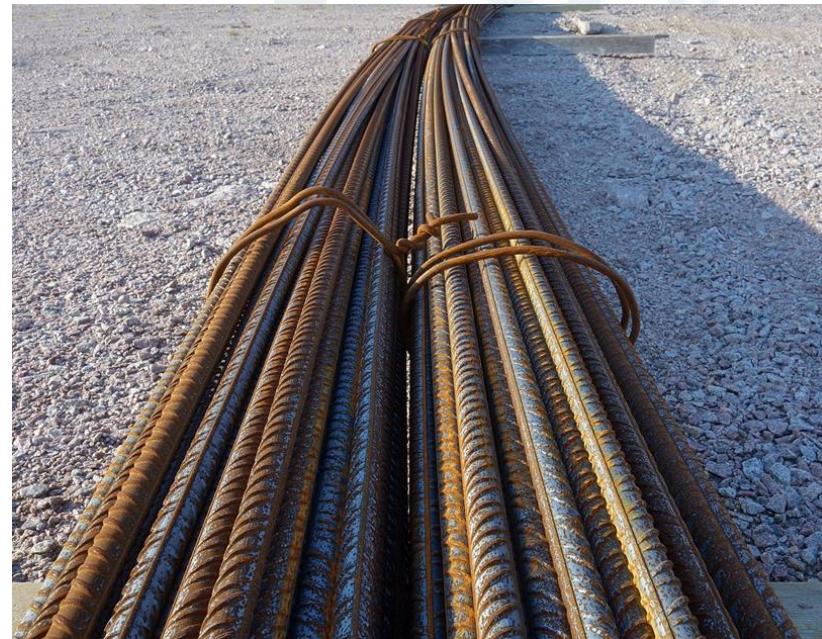
مدرس المقرر

د.م. مهند سليم مهنا

الحديد

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

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

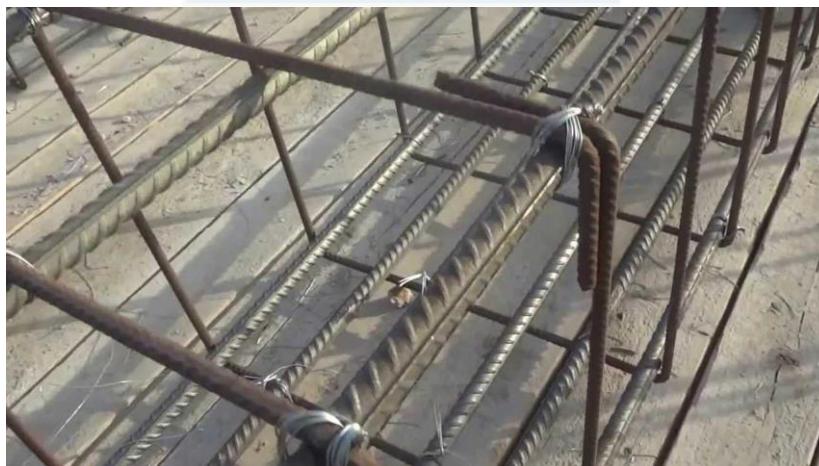
والحديد المستخدم في المنشآت على نوعين:

النوع الأول: حديد طري أملس

النوع الثاني: حديد عالي المقاومة محلزن

حديد طري عادي

يسمى حديد 35 وهذا يعني ان مقاومته للشد $35 \text{ كغ} / \text{م}^2$ ويكون إجهاد الخضوع لا يقل عن $33 \text{ كغ} / \text{م}^2$ والاستطالة عند الكسر 20% و يستخدم في المنشآت المعدنية الخفيفة، يتميز بأنه:



- حديد أملس السطح بدون نتوءات
- أكبر قطر مستخدم فيه هو 8 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 يعني ان مقاومته للشد 52 كغ / مم^2 ويكون إجهاد الخضوع لا يقل عن 36 كغ / مم^2

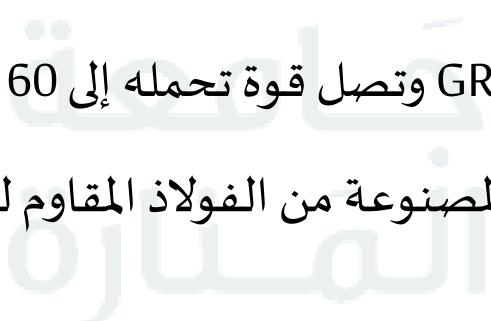


والاستطالة عند الكسر 18%， يستخدم في المنشآت الثقيلة كما أنه يتميز بالآتي:

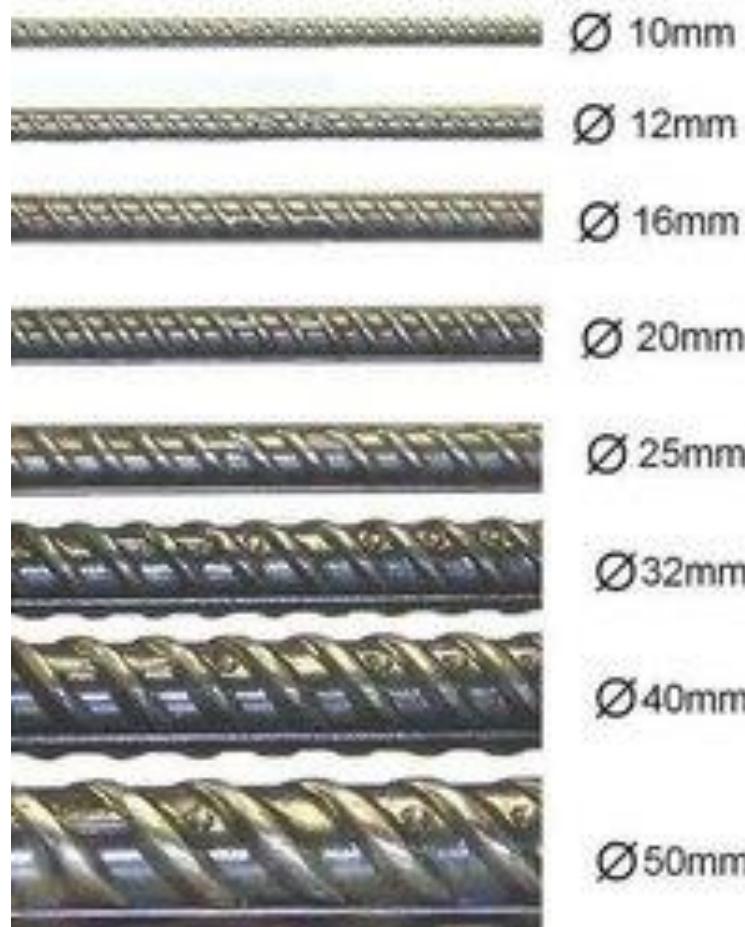
- الحديد المحلزن (صلب عالي المقاومة) يستخدم في جميع الاعمال الانشائية
- يوجد بأقطار من 10 مم حتى 40 مم وهو حديد ذو نتوءات وهذه النتوءات تزيد من مقاومته لانسلاخ ويزيد من قوى التماسك مع الخرسانة.

توجد منه أنواع عالية المقاومة للشد، ويسمى GRADE 60 وتصل قوة تحمله إلى 60 كغم / مم^2 . والحد الأدنى للإستطالة = 12%

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



أقطار وأوزان أسياخ الحديد المستخدمة



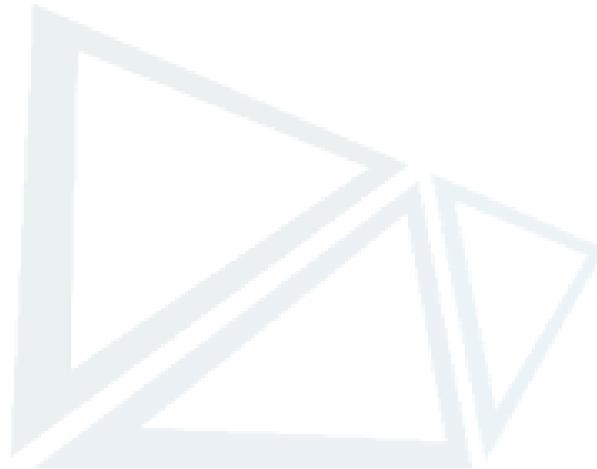
Bar Diameter (mm)	Unit Weight (kg/m)	Sectional Area (mm ²)
6	0.222	28.3
8	0.395	50.3
10	0.617	78.5
12	0.888	113.1
16	1.578	201.1
20	2.466	314.2
25	3.853	490.9
32	6.313	804.2
40	9.864	1256.6

لتحديد جودة الحديد يجرى عليه عدة اختبارات :

1. اختبار الشد

2. اختبار الثني

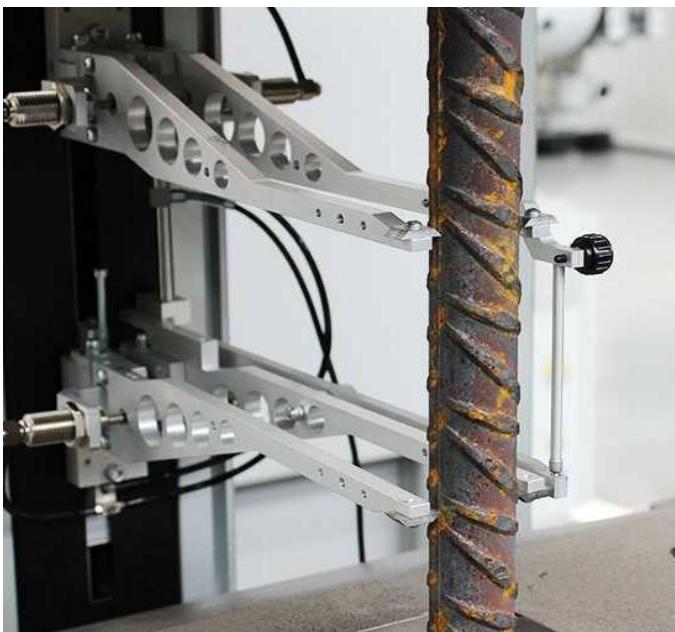
3. اختبار التحليل الكيميائي



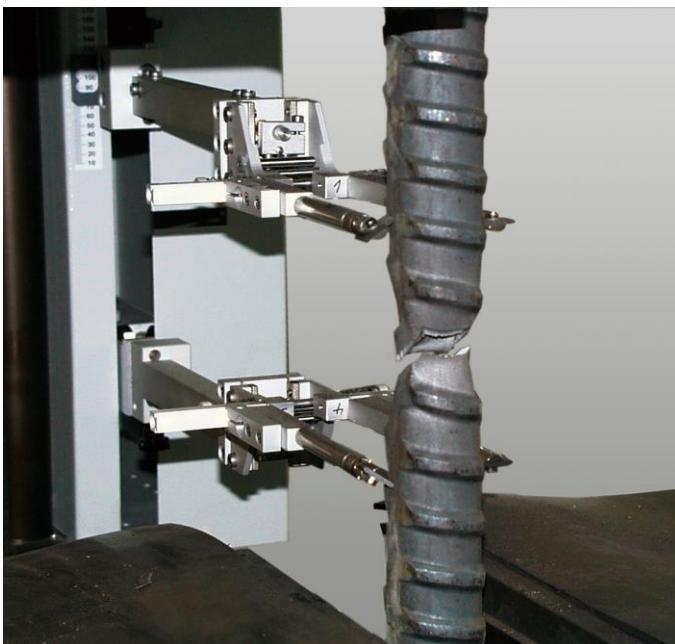
جامعة
المنارة

MANARA UNIVERSITY

اختبار الشد للحديد



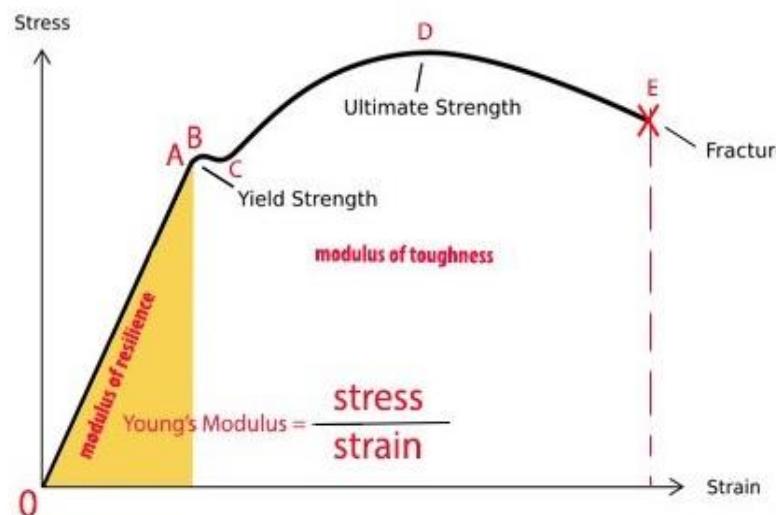
يعد من أهم الاختبارات المطبقة على حديد التسليح الذي يخضع للمواصفات القياسية الدولية ISO 15630-1، ويجري الاختبار من خلال تسلیط أحمال شد بشكل متزايد على قضيب التسليح وذلك بعد تثبيت القضيب ضمن الجهاز الخاص بالتجربة وتسلیط الأحمال بشكل محوريّ عليها، وذلك باتجاهين متعاكسين، مما ينبع عنـه شد سيخ التسليح واستطالته.



الهدف من هذا الاختبار:

- الحصول على منحنى إجهاد-تشوه.
- معرفة حد اللدونة وحد الخضوع إضافة لإيجاد حد الانقطاع.
- تحديد الإجهادات الأعظمية.
- معرفة معايير المرونة.
- حساب الاستطالة.

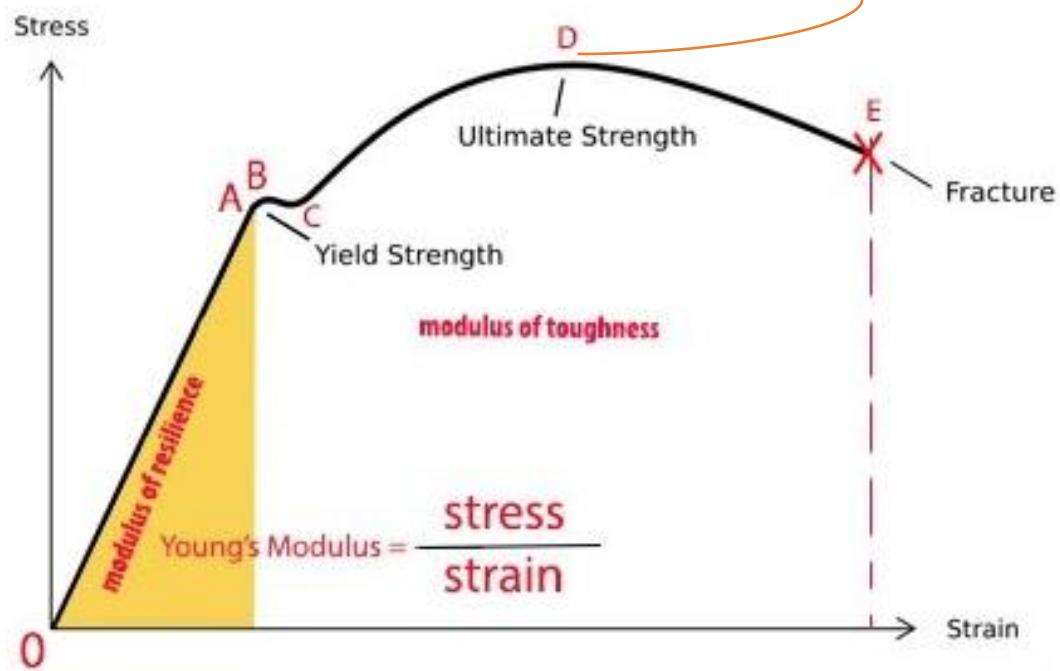
جامعة
المنارة
MANARA UNIVERSITY



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

- مرحلة المرونة : تكون عند بداية التحميل على العينة ويساهم بها 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 ويبيّن 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



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

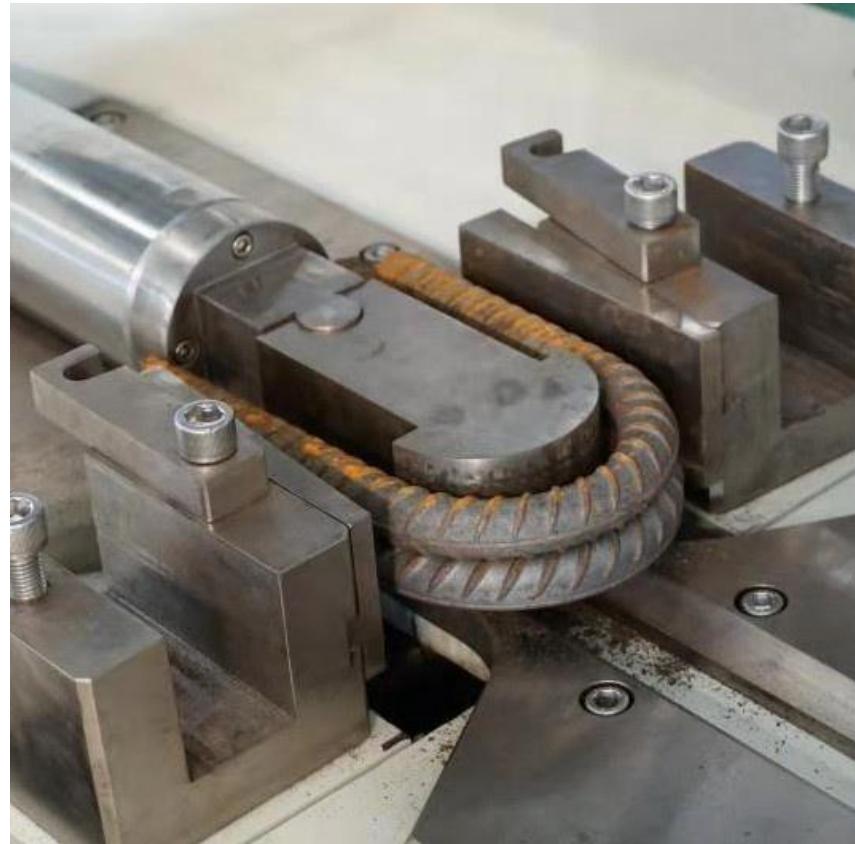
اجهاد الخضوع = $\frac{\text{حمل الخضوع}}{\text{مساحة مقطع العينة}}$

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

المنار

MANARA UNIVERSITY

اختبار ثني الحديد



يجري هذا الاختبار على البارد، أي يمنع تسخين الحديد لثنية وتبعاً للمواصفات القياسية الدولية ISO 15630-1، يُثنى الحديد بزاوية 180 درجة حول أسطوانة يكون قطرها مساوٍ لثلاثة أضعاف قطر القضيب، والغاية من هذا الاختبار التأكد من مطابقة الفولاذ والمقدرة على ثنيه بدون حدوث انكسارات أو تشوهات وتحديد مقاومة حديد التسليح، بعد الانتهاء من التجربة يُفحص القضيب المثنى 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 تأثيره بالثنبي على المدى الطويل. تُرفض جميع العينات التي تنهار أو تنكسر أو تلتوي أو يحدث بها أي تشوه بعد إجراء الاختبارين

اختبارات كيميائية

نلجأ لهذا النوع من الاختبارات لتحديد الخواص الكيميائية 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 الكيميائية الداخلة في تركيب عينة الحديد ونسبة كل منها، أما التحليل النوعي، فيمكننا من معرفة جودة المواد الكيميائية المستخدمة وأنواعها.

تكمّن أهميّة هذا الاختبار في معرفة مدى مطابقة الحديد للمواصفات من الناحية الكيميائية 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 تعين سمك الغطاء الخرساني وأقطار حديد التسليح

الغرض من الاختبار :

- 1 تحديد سمك الغطاء الخرساني المحاط 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 .

مثال:

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

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

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

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

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

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

$$\frac{\text{الاستطالة الكلية}}{\text{الطول الأصلي للعينة}} \times 100$$

الانفعال =

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

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

$$\frac{1.3 \times 1000}{.5024}$$

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

جامعة
المنارة

MANARA UNIVERSITY

الوظيفة الأساسية لحديد التسليح هي مقاومة قوى:

الصدم	الوزن الذاتي	الشد	الضغط
يسمي الحديد الطري العادي بـ حديد:			
غير ذلك	45	25	35

اختر الإجابة الخاطئة من ميزات الحديد الطري العادي:

مقاومة الانسلاخ عالية	يستخدم في عمل الكائنات الحديدية	أكبر قطر مستخدم هو 8 مم	حديد أملس السطح
-----------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------

من ميزات الحديد المحزن عالي الشد:

مقاومة الانسلاخ عالية	اقطاره من 6 مم حتى 10 مم	يستخدم في جميع الاعمال الانشائية	صلب عالي المقاومة
-----------------------	--------------------------	----------------------------------	-------------------