مجلة جامعة بني وليد للعلوم الإنسانية والتطبيقية
تصدر عن جامعة بني وليد – ليبيا
Website: https://jhas-bwu.com/index.php/bwjhas/index
العدد الثلاثون، ديسمبر 2023

دراسة ومقارنة الخواص الميكانيكية لأنواع حديد التسليح في المصانع الليبية

أ.عائشة إبراهيم الزياني[1*] ،أ.موسى محمد شماطه[2] ،أ.صالح رزق المنفي[3]
[1-2]المعهد العالي للتقنيات الهندسية، بنغازي، ليبيا.
[3]المعهد العالي للمهن الشاملة، بنغازي، ليبيا.
aisha8122@yahoo.com

Study and comparison of the mechanical properties of types of rebar in Libyan factories

Aisha I.Alzayani[1,*], Mussa M.Shomata & Saleh R.Almanfi[3]
[1-2]Higher Institute of Engineering Technologies, Benghazi, Libya.
[3]Higher Institute for Comprehensive Professions, Benghazi, Libya.

تاريخ الاستلام: 12-11-2023 تاريخ القبول: 24-11-2023 تاريخ النشر: 11-12-2023

الملخص:

يعتبر الحديد من المعادن القوية وأهمها للأغراض الهندسية وإبراز قضبان التسليح المستخدمة في أعمال البناء ونظرا للمنافسة المستمرة في السوق الليبي بين القطاعين العام والخاص تم إنشاء بعض المصانع حديثا لتصنيع حديد التسليح (مصنع زليتن ومصنع بنغازي ومصنع مصراتة)، إلا أن اختلاف طرق التصنيع من حيث الجودة والمواصفات القياسية أصبح محل اهتمام لما له من آثار اقتصادية على المؤسسة والمستهلك ونتيجة لعدم توفر بيانات عن كل نوع من الحديد من مصدره الأصلي، كذلك أما عن ظروف الحالة الأمنية التي تمنعها من الوصول إلى المصادر الأصلية للبيانات، فقد اكتفيت بالبيانات الموجودة مباشرة في السوق بأنواع الحديد. في هذه الدراسة تم اختيار الحديد المصنع من هذه المصانع الثلاثة للتأكد من مطابقته للمواصفات القياسية الليبية وإجراء مقارنة عملية للخواص الميكانيكية (قوة الشد، مقدار الاستطالة، الصلابة والانحناء) وكذلك التحليل الكيميائي للحديد المنتج من هذه المصانع الثلاثة. أظهرت نتائج الدراسة إجهادات الخضوع لحديد قطر 14 ملم لعينات مصنع زليتن الأقرب للمواصفات القياسية الليبية. أما بالنسبة لعينات الحديد قطر 12 ملم فإن الأقرب لقيم المواصفات هو حديد مصنع مصراتة. ويحتوي مصنع بنغازي على نسبة من الكروم والفسفور والكبريت أعلى من مصنع زليتن وأبوابه. وذلك لتأثير نسبة الخردة فيه. يحتوي حديد مصنع بنغازي وزليتن على نسبة من التيتانيوم (Ti) والتنغستن (W) والموليبدينوم (Mo) نظراً لنسبة الخردة فيه.

الكلمات الدالة: حديد التسليح الخرساني، الخواص الميكانيكية، التحليل الكيميائي، إجهاد الخضوع.

Abstract

Iron is one of the strong metals and the most important for engineering purposes and highlighting the reinforcing bars used in the construction work and due to the continuous competition in the Libyan market between the public

and private sectors, some factories were newly established to manufacture rebar (Zliten factory, Benghazi factory and Misrata factory). However, the difference in manufacturing methods in terms of quality and standard specifications has become of interest because of its economic effects on the institution and the consumer and as a result of the lack of data on each type of iron from its original source, as well as for the conditions of the security state that prevents it from accessing the original sources of data, it became satisfied with the data directly in the market with iron types. In this study, the iron manufactured from these three factories was selected to ensure that it conformed to the Libyan standard specifications and made a practical comparison of mechanical properties (tensile strength, amount of elongation, hardness and bending) as well as chemical analysis of the elements (carbon, sulfur and phosphorus). Where I took rebar samples with a diameter of (12,14,) mm

The results of the study showed the stress of subjection to a 14mm diameter iron for the samples of the Zliten factory closest to the Libyan standard specifications. As for the samples of the iron diameter of 12mm, the closest to the specification values is the iron of the Misrata factory. The Benghazi factory contains a higher percentage of chromium, phosphorus and sulfur than the Zlitan factory and its shutters. This is due to the impact of the percentage of scrap in it. Benghazi and Zliten factory iron contain a percentage of titanium (Ti), tungsten (W), molybdenum (Mo) due to the percentage of scrap in it.

Keywords: : Concrete Reinforcement steel, Mechanical Properties, Chemical analysis, Yield Stress.

المقدمة:

نظراً للتنافس المستمر في السوق الليبي بين القطاعات العامة والخاصة، أُنشئت حديثاً بعض المصانع الخاصة لتصنيع حديد التسليح ومنها على سبيل المثال لا للحصر مصنع زليتن ومصنع بنغازي ومصنع مصراته الخاصة بتصنيع حديد التسليح . إلا أن الاختلاف في طرق التصنيع من حيث الجودة والمواصفات القياسية أصبح محل اهتمام للباحثين لما له من آثار اقتصادية على المؤسسة والمستهلك وبالتالي يجب التأكد من ملائمة استخدام حديد التسليح للأغراض الوظيفية التي يتم استخدامه فيها، حيث أن هناك عوامل هامة مثل مقاومة الشد، مقدار الاستطالة والصلادة وكذلك نسب بعض العناصر مثل الكربون والكبريت والفسفور تلعب دوراً هاماً في تحديد كفاءة حديد التسليح. وحيث يوجد في ليبيا العديد من المصانع الخاصة بصناعة حديد التسليح مما أدى إلى تنوع حديد التسليح في السوق الليبي واختلاف خواصه فالخرسانة والتي تعتبر أساس البناء هي مادة قوية جدا في مقاومة الضغط ولكنها ضعيفة جدا لمقاومة الشد ولذا يتم إضافة حديد التسليح لزيادة مقاومة الشد للخرسانة لهذا السبب وجب الحرص على أن يكون حديد التسليح الموجود بالسوق الليبي المحلي ملبياً لمتطلبات المواصفات القياسية الليبية رغم تعدد مصادره واختلاف مصانعه .

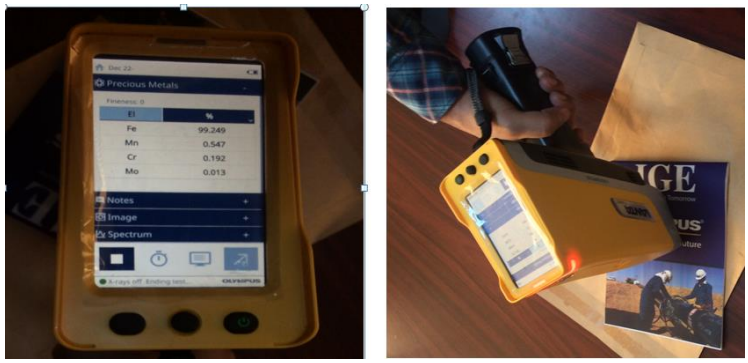
تهدف هذه الدراسة إلى إجراء مقارنة لبعض الخواص الميكانيكية وكذلك التحليل الكيميائي لعينات حديد التسليح قطر(14mm،12mm)المصنّعة محلياومطابقتها للمواصفة القياسية الليبية.

2. البرنامج العملي

في هذا البحث تم إجراء الاختبارات على حديد التسليح قطري (Ø14mm-Ø12mm) من ثلاث مصانع مختلفة (مصراته ، بنغازي ، زليتن) . وأجريت على كل العينات اختبارات التالية :

1.2.اختبار التحليل الكيمائي

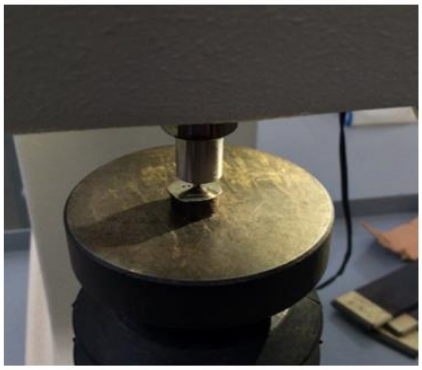
باستخدام جهاز(Handheld XRF Analyzers) الموضح بالشكل (1).



الشكل (1) يوضح الجهاز(Handheld XRF Analyzers)المستخدم فى اختبار التحليل الكيميائى

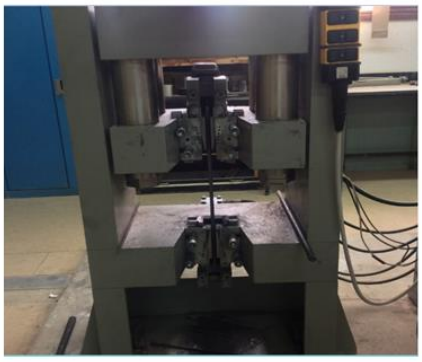
2.2. اختبار الخصائص الميكانيكية :

- اختبار الصلادة.
- اختبار الثني.
- اختبار مقاومة الشد للحديد.
- اختبار الضغط .



اختبار الصلادة

اختبار الثني



اختبار الشد

اختبار الضغط

الشكل (2)

3.2. الاختبارات الظاهرية

- الخواص الفيزيائية للحديد.

- وزن المتر الطولي للعينات

3. النتائج

1.3الاختبارات الظاهرية :

جدول (1) الخواص الفيزيائية للحديد

نوع الحديد	القطر الأسمى	القطر الفعلي المقاس (تحت الحزة)	قيمة التفاوت	قيمة التفاوت المسموح بها
	mm	mm	mm	mm
حديد مصراته	12	11.9	0.1	±0.5
	12	12	0	±0.5
	12	11.75	0.25	±0.5
	14	13.2	0.8	±0.5
	14	13.4	0.6	±0.5
	14	13.4	0.6	±0.5
حديد زليتن	12	11.5	0.5	±0.5
	12	11.7	0.3	±0.5
	12	11.25	0.75	±0.5
	14	13.9	0.1	±0.5
	14	13.4	0.6	±0.5
	14	13.6	0.4	±0.5
حديد بنغازي	12	11.1	0.9	±0.5
	12	11.5	0.5	±0.5
	12	11.2	0.8	±0.5
	14	13.8	0.2	±0.5
	14	13.3	0.7	±0.5
	14	13.6	0.4	±0.5

جدول (2) المقارنة وزن المتر الطولي للعينات الحديد للمصانع (مصراته – زليتن – بنغازي) والقيم المسموح به بالمواصفات القياسية الليبية

نوع الحديد	القطر الأسمى mm	وزن المتر الطولي k/m	ادني قيمة مسموح به للوزن المتر الطولي
حديد مصراته	12	0.88	0.88
	12	0.88	
	12	0.88	
	14	1.20	1.21
	14	1.19	
	14	1.19	
حديد زليتن	12	0.78	0.88
	12	0.78	
	12	0.78	
	14	1.53	1.21
	14	1.56	
	14	1.56	
حديد بنغازي	12	0.78	0.88
	12	0.78	
	12	0.78	
	14	1.06	1.21
	14	1.07	
	14	1.06	

من الجدول (1) نلاحظ أن أقطار حديد مصنع مصراته قطر 12mmتقع ضمن المواصفات أما حديد قطر 14mm يتجاوز القيم المسموح بها في مواصفات بنسب بسيطة. أما حديد مصنع زليتن و مصنع بنغازي نسبة 66.66% من عينات تقع ضمن حدود المواصفات أما 33.33% من العينات تقع خارج المواصفات. ومن الجدول (2) نلاحظ أن الوزن المتر الطولي لحديد المصانع (مصراته، بنغازي ، زليتن) تتجاوز بعض العينات القيم المسموح بها بنسب بسيطة وذلك بسبب طريقة القطع للعينات .

2.3 الاختبارات الميكانيكية

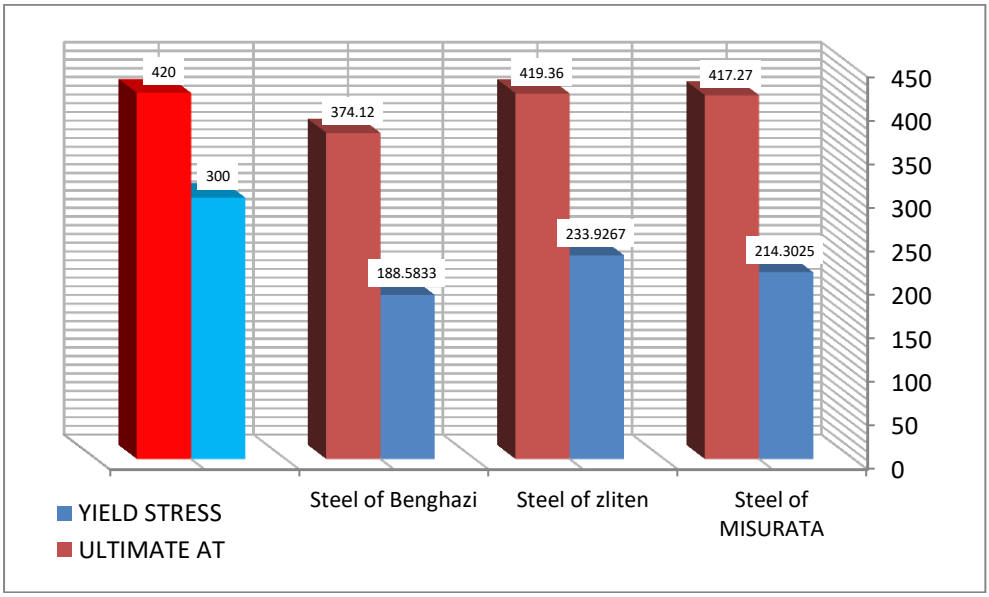
1.2.3 اختبار الشد (THE TENSILE TEST)

جدول (3) مقارنه بين نتائج المتحصل عليها من اختبار الشد لعينات حديد قطر 14mmمن مصانع (مصراته – بنغازي –زليتن) .

NOMINAL.DIA (14mm)	ELONGATION (%)	ULTIMATE AT (N/mm2)	YIELD STRESS (N/mm2)
MISURATA	30.065	417.27	214.3025
ZLITEN	31.51667	419.36	233.9267
BENGHAZI	29.33	374.12	188.5833

من خلال نتائج اختبار الشد الموضحة بالجدول السابق نلاحظ أن حديد مصانع (مصراته ، زليتن، بنغازى) قيمة الاستطالة تقع ضمن الحدود المسموح بها فى المواصفات الليبية .

يوضح الشكل (3) النتائج اختبار الشد على العينات الحديد قطر 14mm من مصانع مصراته، زليتن، بنغازي



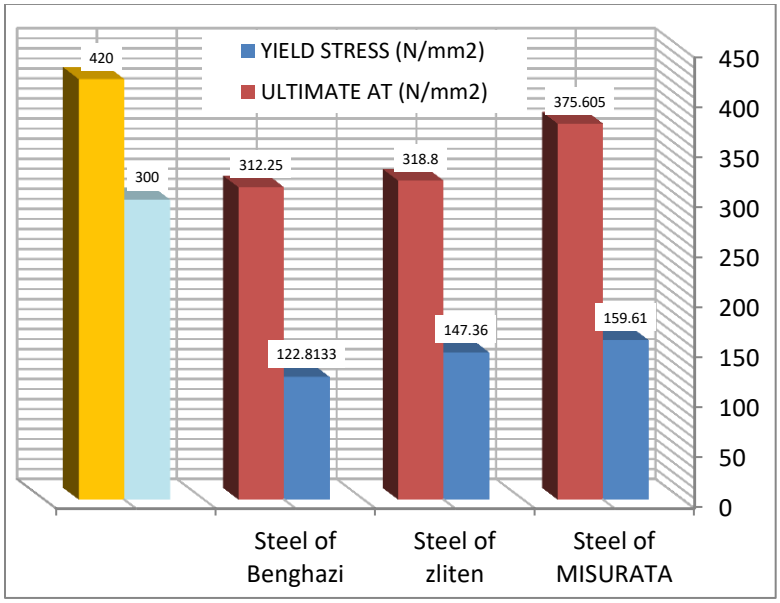
الشكل (3) نتائج اختبار الشد على العينات الحديد قطر 14mm

جدول (4) مقارنه بين نتائج المتحصل عليها من اختبار الشد للعينات الحديد قطر 12mmمن مصانع (مصراته – بنغازي–زليتن) .

NOMINAL.DIA 12mm	ELONGATION (%)	ULTIMATE AT (N/mm2)	YIELD STRESS (N/mm2)
MISURATA	29.8375	375.605	159.61
ZLITEN	29.29	318.8	147.36
BENGHAZI	11.99667	312.25	122.8133

من خلال نتائج اختبار الشد الموضحة بالجدول السابق نلاحظ أن حديد مصنع بنغازي قيمة الاستطالة (11.99%) أقل من الحد الأدنى المسموح به في المواصفات الليبية (24%).

الشكل (4) النتائج اختبار الشد على العينات الحديد قطر 12mm من مصانع مصراته، زليتن، بنغازي.



الشكل (4) النتائج اختبار الشد على العينات الحديد قطر 12mm

من خلال مقارنة نتائج و اختبار الشد لعينات الحديد قطر 14mmتبين أن حديد مصنع زليتن الأقرب للمواصفات القياسية الليبية أما العينات الحديد قطر 12mm فالأقرب لقيم المواصفات هو حديد مصنع مصراته .

2.2.3 اختبار الصلادة (THE HARDNESS TEST)

1. نتائج اختبار الصلادة لعينات الحديد قطر 14mm

الجدول (5) مقارنه بين نتائج المتحصل عليها من اختبار الصلادة للعينات الحديد قطر 14mmمن مصانع (مصراته – بنغازي –زليتن) .

DIAMETER (14)mm		
MISURATA	**ZLITEN**	**BENGHAZI**
47.5	49.4	51
47.7	49.6	51.1
49.8	49.8	51.6
48.4	49.9	52.7
49.2	49.8	52.3
AVE=48.52	AVE=49.7	AVE=51.74

2. نتائج اختبار الصلادة لعينات الحديد قطر 12mm

جدول (6) مقارنه بين نتائج المتحصل عليها من اختبار الصلادة للعينات الحديد قطر 12mmمن مصانع (مصراته – بنغازي –زليتن) .

DIAMETER (12)mm		
MISURATA	**ZLITEN**	**BENGHAZI**
52.8	52.9	49.9
53.6	51.4	53.2
53.1	51.9	52.5
52.3	50.1	53.1
52.7	50.9	52.6
51.4	54.3	_
49.5	52.8	_
AVE=52.2	AVE=51.75	AVE=52.8

3.2.3 اختبار الضغط (THE Compression TEST)

جدول (7) مقارنه بين نتائج المتحصل عليها من اختبار الضغط للعينات الحديد من مصانع (مصراته – بنغازي – زليتن) .

	MISURATA	ZLITEN	BENGHAZI
Diameter(mm)	13.3	13.25	12.55
Length(mm)	38.1	37.9	39.15
Compressive strength(KN)	105	105	110
Lo(mm)	32	34	31.5

4.2.3 اختبار الثني

جدول (8) مقارنه بين نتائج المتحصل عليها من اختبار الثني للعينات الحديد من مصانع (مصراته – بنغازي – زليتن) .

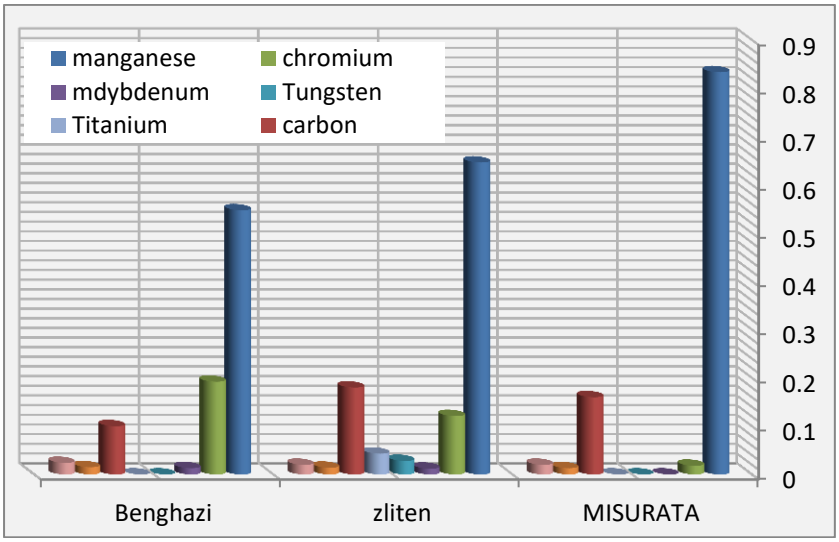
	Diameter(mm)	Angle of bend	Cracks no	notes
MISURATA	12Ø	180	0	No cracks
	14Ø		0	
ZLITEN	12Ø	180	0	
	14Ø		0	
BENGHAZI	12Ø	180	0	
	14Ø		0	

3.3التحليل الكيميائي (THE CHEMICAL TEST)

جدول (9) يوضح مقارنه بين نتائج المتحصل عليها من اختبار التحليل الكيمائي للعينات الحديد من مصانع (مصراته – بنغازي –زليتن)

Element	The ratio		
	MISURATA	zliten	Benghazi
Iron	99.150	99.157	99.249
Manganese	0.833	0.646	0.547
Chromium	0.018	0.121	0.192
Mdybdenum	_	0.012	0.013
Tungsten	_	0.028	_
Titanium	_	0.043	_
Carbon	0.16	0.18	0.1
Phosphorus	0.019	0.014	0.015
Sulfur	0.030	0.022	0.024

الشكل (5) المقارنة بين نتائج اختبار التحليل الكيميائي لعينات الحديد من مصانع (مصراته، زليتن، بنغازي)



الشكل (5) نتائج الاختبار التحليل الكيمائي

4. مناقشة النتائج :

- بعد أجراء الاختبار الفيزيائية على أقطار ووزن المتر الطولي للعينات تبين الآتي :

1. أقطار حديد مصنع مصراته ضمن المواصفات .
2. أقطار حديد مصنع زليتن وحديد مصنع بنغازي خارج حدود المواصفات .
3. وزن المتر الطولي لحديد مصنع مصراته قطر (14mm) خارج الحدود بنسبة بسيطة .

4. وزن المتر الطولي لحديد مصنع زليتن قطر(12 mm) و حديد مصنع بنغازي قطر (12 mm ,14mm) تقع خارج الحدود المواصفات .

- عند أجراء اختبار الخواص الميكانيكية تبين الآتي :

1. قيمة الاستطالة تقع ضمن الحدود المسموح بها في المواصفات الليبية لحديد مصانع (مصراته ،زليتن، بنغازي).
2. إجهاد الخضوع لحديد قطر 14mm لعينات مصنع زليتن الأقرب للمواصفات القياسية الليبية أما العينات الحديد قطر 12mm فالأقرب لقيم المواصفات هو حديد مصنع مصراته .

- عند أجراء اختبار التحليل الكيميائي تبين الاتي :

1. احتواء حديد مصنع بنغازي على نسبة من الكروم والفسفور وكبريت أعلى من مصنع زليتن ومصراته ويرجع ذلك إلى تأثير نسبة الخردة الموجودة به .
2. احتواء حديد مصنع بنغازي و زليتن على نسبة من تيتانيوم (Ti) وتنجستن (W)، موليبدنوم (Mo) ويرجع ذلك إلى نسبة الخردة الموجودة به .

5. الخلاصة :

5. انخفاض أوزان وأقطار أسياخ حديد التسليح لكل المصانع بشكل ملحوظ .
6. احتواء حديد مصنع بنغازي على نسبة من الكروم والفسفور وكبريت أعلى من مصنع زليتن ومصراته ويرجع ذلك إلى تأثير نسبة الخردة الموجودة به .
7. احتواء حديد مصنع بنغازي و زليتن على نسبة من تيتانيوم (Ti) وتنجستن (W)، موليبدنوم (Mo) ويرجع ذلك إلى نسبة الخردة الموجودة به .
8. حديد المصانع الثلاثة بنغازي وزليتن ومصراته كلها تندرج تحت أسياخ حديد تسليح متوسط المقاومة .

6. التوصيات:

1. مراقبة وضبط أقطار وأوزان حديد التسليح والتحقق منها
2. إجراء المزيد من التجارب عمى أنواع أخرى من حديد التسليح الموجود بالسوق الليبي
3. إجراء بعض الاختبارات الأخرى ومنها على سبيل المثال اختبار مقاومة التآكل.
4. إجراء اختبار البنية المجهرية لعينات حديد التسليح التي تم دراستها في هذا المشروع .
5. مقارنة النتائج المتحصل عليها في هذا البحث بنتائج حديد تسليح المصانع الليبية العامة أو الخاصة

المراجع

1. العطار وآخرون ، 2000 م ، بيانات عن مواصفات واسعار الصلب المستخدم في الإنشاءات داخل ليبيا، غير منشور
2. احمد عجينة ،محمد حدود ، 2014 م ، دراسة تأثير طاقة الطرق على صلادة المعادن ، المجلة الدولية للعلوم والتقنية ،ليبيا – الزاوية .
3. احمد عجينة ،محمد حدود ، 2016 م ، دراسة ومقارنة الخواص الميكانيكية لأنواع حديد التسليح الموجودة في السوق الليبي : المؤتمر الأول للعلوم والتقنية ،ليبيا – الزاوية .
4. الرويمي واخرون ، 2019م ، دراسة بعض الخواص الميكانيكية لحديد تسليح المصانع الليبية الخاصة ومطابقتها للمواصفة القياسية الليبية : المجلة الدولية للعلوم والتقنية ،ليبيا – الزاوية .
5. عطا ، العريان ، المواد الهندسية – مقاومتها واختبارها الجزء الأول ، عالم الكتاب . القاهرة، مصر.