دراسة تأثير مخلفات ألياف النخيل على اختبار الانحناء للكمرات الخرسانية

نوري محمد الدرويش[1]، سليمان السنوسي مصباح يامي[2]

[1]كلية التقنية الطبية، جامعة مصراته، مصراته، ليبيا

[2]كلية الموارد الطبيعية، جامعة الجفرة، ليبيا

nurieldrwish72@gmail.com

الملخص:

بهذه الدراسة تم أخذ عينات من ليف النخل من منطقة الجفرة واضافتها للخرسانة بأطوال متباينة وكانت بأطوال (0) وتمثل المجموعة الضابطة (الكنترول) و(2سم، 4سم، 6سم، 8سم، 10سم) من ثم أجري اختبار الانحناء للكمرات وذلك للوقوف على مدى تأثيرها على اختبار الانحناء بالنسبة للخرسانة وأظهرت نتائج اختبارات الانحناء بعد إجراء التحليل الإحصائي (One way ANOVA) وجود فروقات معنويه بين المجموعات الستة حيت كانت مستوى المعنوية ($p< 0.001$) حيث زادت نتيجة القياس مع زيادة طول الليف حيث لوحظ زياده قياس اختبار الانحناء إلى أن وصل طول الليف 8سم ثم تراجع مع طول الليف 10سم.

الكلمات المفتاحية: *الانحناء، الكمرات، مخلفات، النخيل، الخرسانية، ألياف.*

المقدمة:

تنمو أشجار النخيل في المناخ الحار والجاف في جميع أنحاء العالم، وهي أكثر شيوعا في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا والهند وجزر الكناري وجنوب الولايات المتحدة تشير التقديرات إلى أن عدد أشجار النخيل بالتمر يبلغ 150 مليون شجرة موزعة على مساحة حوالي 1.3 مليون هكتار في 30 دولة (Hassan, 2012)، وتتوفر ألياف النخيل في ليبيا نظراً لكونها من البلدان التي تتوفر فيها أشجار النخيل بكثره، وحيث أنه ازداد عدد أشجار النخيل في منطقة الجفرة من 88 ألف في ثلاثينيات القرن العشرين إلى حوالي 3 ملايين في عام 2010 (Fruit, 2010)، يحتوي نخيل التمر على أربعة أنواع من الألياف، وهي ألياف الأوراق في السويقة، والألياف القاعدية في الساق، والألياف الخشبية في الجذع والألياف السطحية حول الجذع، وتتمتع ألياف سطح نخيل التمر بأفضل قوة شد تتراوح بين 170−300 ميجا باسكال.(Kriker, 2005).

وفقا إلى عدة أبحاث سابقة تبين أن الخرسانة العادية ضعيفة المقاومة في الأجواء الحارة والجافة كما هو الحال في المناطق الجنوبية من ليبيا، ونظرا لما تتوفر عليه هذه المناطق من ثروة نباتية هائلة من ألياف النخيل فقد تمت المحاولة بتثمين هذه الثروة الطبيعية في مجال مواد البناء وذلك لتحسين خواص مقاومة هذه الخرسانة في مثل هذه الأجواء، وعند دمج ألياف النخيل مع الخرسانة فإنهما يكونان مادة مركبة من النسيج "الخرسانة" والتعزيز "ألياف النخيل"، وفي مجال الإنشاءات عادة ما يكون النسيج عبارة عن "خلطة خرسانية" أما التعزيز فيأخذ عدة أشكال قضبان، ألياف، نسيج من الخيوط وغيرها النخيل. (مرخوفي، 2004)

وفي دراسة قام (Khan at el., 2020) بإضافة ألياف جوز الهند للخرسانة الإسمنتية، حيث تم استكشاف الخصائص الميكانيكية للخرسانة عالية القوة المقواة بألياف جوز الهند. تمت إضافة دخان السيليكا (10٪ بالكتلة) والملدنات الفائقة (1٪ بالكتلة) أيضًا إلى ألياف جوز الهند. بحيث تم فحص تأثير ألياف جوز الهند بطول 25 مم و50 مم و75 مم و0.5٪، 1٪، 1.5٪، و2٪، محتويات بالكتلة. أظهرت النتائج التجريبية أن إضافة الألياف جوز

الهند قد حسّن من قوة الانضغاط والشد والانقسام والإنحناء، وامتصاص الطاقة ومؤشرات المتانة. وتم الحصول على أفضل النتائج الإجمالية بالنسبة ألياف الذي تحتوي على ألياف جوز الهند بطول 50 مم مع محتوى بنسبة 1.5 ٪ حسب كتلة الإسمنت.

وفي دراسة أخرى قام بها (Moga et al., 2022) بإضافة ألياف ألفا لاستخدامها للعزل والتطبيقات الإنشائية حيث تم تحضير خمس تركيبات باستخدام نسب تتراوح من 0 إلى 10% حيث تم تقيم أداء الخلطات من حيث تحمل الضغط والإنحناء والعزل الحراري وأظهرت النتائج أن زيادة محتوي الألياف تحسن من العزل الحراري للخرسانة وتقلل من قوتها الميكانيكية.

كذلك توصل كلا من (Ganesan & Mydin, 2015) إلى أن الخرسانة المعززة بألياف النخيل جوز الهند تزيد مقاومتها للانحناء مع زيادة نسبة وطول الألياف وكذلك طريقة وضع الألياف، ويرجح المؤلفين السبب في زيادة مقاومة الانحناء هو إلى الترابط الشديد بين الألياف والخرسانة وكذلك وجد الباحثين أن الخرسانة المحفوظة في الهواء تكون أقل مقاومة من الخرسانة المحفوظة في الماء، وأما بالنسبة لمقاومة الضغط فقد توصل الباحثان إلى أنه كلما زادت نسبة الألياف فإن مقاومة الضغط تقل والسبب في ذلك هو حدوث التشابك والذي بدوره يؤدي إلى نقص التشغيل في الخرسانة مما ينقص مقاومة الخرسانة، ومن خلال النتائج التي تحصلا عليها فقد وجدا أن مقاومة الضغط تتزايد في الفترة ما بين 28 – 90 يوم وبعد مدة يلاحظ وجود تناقص ملحوظ في مقاومة الضغط وخصوصاً بالنسبة للعينات التي يكون فيها طول الألياف 6 سم ونسبة الألياف 0.6% من حجم الخرسانة وأن مقاومة الضغط تتعلق بنسبة وطول الألياف.

وفي دراسة تجريبية قام بها كلا من (Kumar & Babu, 2015) باستبدال الجزئي للإسمنت برماد النخيل حيث كانت نسب الاستبدال الجزئي هي 10%، 20%، 30%، حيث تتم مقارنة خصائص الخرسانة القائمة على رماد النخيل أيضاً بالخرسانة التقليدية، واستنتجا أنه يؤدي الاستبدال الجزئي للإسمنت بنفايات النخيل في الخرسانة إلى اختلاف في القوة بالمقارنة مع الخرسانة التقليدية، يظهر رماد النخيل قوة عالية ومتانة (مقاومة الأحماض) لخرسانة رماد النخيل أعلى أيضاً من الخرسانة التقليدية وإضافة إلى ذلك فإن بإضافة رماد النخيل في الخرسانة يقلل من الملوثات بسبب الإسمنت وحيث أن رماد النخيل يعتبر مادة صديقة للبيئة.

المواد والطرق المستخدمة بالدراسة:

ثم في هذه المرحلة تجهيز العينات المطلوبة في الخلطة الخرسانية من ركام كبير وصغير وتصنيفها عن طريق النخل يدوياً وميكانيكياً وإجراء الفحوصات على كل من الركام الكبير والصغير والإسمنت وألياف النخيل، وذلك من خلال إجراء بعض الاختبارات في بعض المعامل الموجودة بكلية التقنية الهندسية بهون، ومعمل الخرسانة بشركة الرباط مصراته، ومعمل تكنلوجيا الخرسانة بكلية التقنية الهندسة هون.

الجدول (1) يبين أهم الاختبارات التي تم اجرائها بالدراسة.

رقم الاختبار	اسم الاختبار	المواصفات
1	اختبارات الإسمنت	ASTM C 150
1-1	إختبار صلاحية الإسمنت بالفحص الظاهري	ASTM C 150
1-2	إختبار نعومة الإسمنت باستخدام المناخل	ASTM C 150
2	إختبارات الركام الصغير	-ASTM C191-92
2-1	إختبار التدرج الحبيبي	ASTM C136
2-2	إختبار تعيين الوزن الحجمي ونسبة الفراغات	ASTM C 29
2-3	إختبار تعيين الوزن النوعي	ASTM C 29
2-4	إختبار تعيين كمية الطين والمواد الناعمة	ASTM C142
3	إختبارات الركام الكبير	-ASTM C191-92
3-1	إختبار التدرج الحبيبي	ASTM C 136
3-2	إختبار تعيين الوزن الحجمي ونسبة الفراغات	ASTM C 29
3-3	إختبار تعيين الوزن النوعي	ASTM C 29
3-4	إختبار تعيين نسبة الامتصاص	BS 812 Part2:1995
3-5	إختبار تعيين كمية الطين والمواد الناعمة	ASTM C117
3-6	إختبار مقاومة الركام الكبير للبري باستخدام جهاز	ASTM C131
3-7	إختبار مقاومة الركام الكبير للتهشيم	BS 812 Part 2:110:1990
3-8	إختبار مقاومة الركام الكبير للصدم	BS 812 Part 2: 112:1990
4	إختبارات الألياف	حسب متطلبات الدراسة
4-1	إختبار تعيين الوزن النوعي للألياف	حسب متطلبات الدراسة
4-2	إختبار تعيين نسبة الامتصاص للألياف	حسب متطلبات الدراسة
4-3	إختبار تعيين كثافة الألياف	حسب متطلبات الدراسة
5	إختبارات الخرسانة الطازجة	حسب متطلبات الدراسة
5-1	إختبار القوام القياسي للعجينة الاسمنتية	ASTM C191-92
5-2	إختبار زمن الشك الابتدائي	ASTM C191-92
5-3	إختبار الهبوط	ASTM C143-90
5-4	إختبار الانسياب	ASTM C191-92
6	إختبارات الخرسانة المتصلدة	ASTM C191-92
6-1	إختبار مقاومة الضغط للمكعبات	ASTM C143-90
6-2	إختبار مقاومة الانحناء للكمرات	ASTM C191-92

النتائج والمناقشة:

جدول (2) نتائج اختبار مقاومة الانحناء للكمرات.

اسم العينة	نيوتن/مم^2	اسم العينة	نيوتن/مم^2	اسم العينة	نيوتن/مم^2
BA1	11	BB1	11.7	BC1	11.2
BA2	11.7	BB2	12	BC2	10
BA3	11.6	BB3	10.2	BC3	10
BA4	10	BB4	9.8	BC4	9.9
BA5	10	BB5	10.6	*BC5*	10.5
BA6	11	BB6	10.3	*BC6*	11.7
BA7	11.3	BB7	13.2	*BC7*	11.7
BA8	10.5	BB8	9	BC8	11
BA9	11	BB9	10.6	BC9	10
BA10	10	BB10	9.9	BC10	9.9
BD1	10.9	BE1	13.6	BF1	12.5
BD2	12.6	BE2	12.9	BF2	11.5
BD3	11.7	BE3	12.6	BF3	12.4
BD4	10	BE4	11.3	BF4	12.6
BD5	10	BE5	11.7	*BF5*	11.3
BD6	11.3	BE6	11.2	*BF6*	11.4
BD7	12.7	BE7	11	*BF7*	13.2
BD8	11	BE8	14.6	BF8	12
BD9	10	BE9	11.3	BF9	11.9
BD10	12	BE10	15.7	BF10	13.2

التحليل الإحصائي:

في هذه الدراسة ثم استخدام برنامج SPSS.V25 للتحليل الإحصائي وإجراء اختبار تحليل التباين الأحادي one way ANOVA للمقارنة بين نتائج اختبار الانحناء للكمرات لجميع العينات الخرسانية المضاف إليها ليف النخل بأطوال مختلفة (2سم، 4سم، 6سم، 8سم، 10سم) والخرسانة التي بدون إضافة ذات المواصفات العالمية وهي تمثل المجموعة الضابطة. ونظراً لوجود فروق معنوية بين نتائج الاختبارات بشكل عام مما استوجب استخدام اختبار TUKY HSD لمعرفة المجموعات المتجانسة بنتائج الاختبارات والمجموعات المختلفة. بالإضافة إلى استخدام برنامج Excel Microsoft V 365 في إنشاء جميع الرسومات البيانية التي توضح التباين والفروقات بين جميع نتائج الدراسة.

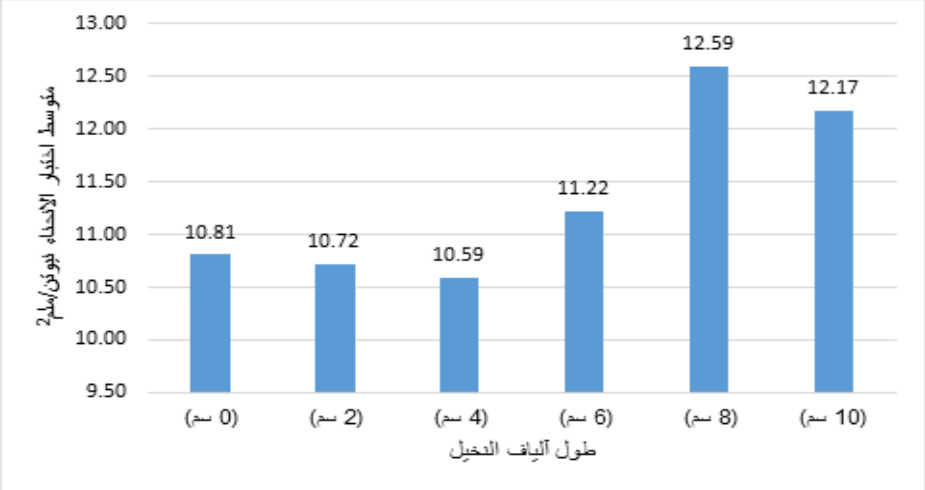
المقارنة بين طول ألياف النخيل في الكمرات:

تمت مقارنة نتائج اختبار الإنحناء نيوتن/ملم^2 بين خمسة مجموعات من أطوال ألياف النخيل (2 سم، 4 سم، 6سم، 8 سم، و10سم)، بالإضافة إلى المجموعة الضابط (0 سم) لبيانات الدراسة عن طريق تحليل التباين الأحادي One way ANOVA.

جدول (3) نتيجة تحليل التباين الأحادي.

طول ألياف النخيل	حجم العينة	المتوسط الحسابي نيوتن/ملم^2	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	مستوى المعنوية P-value	النتيجة
(0 سم)	10	10.81	0.652	0.206	0.001>	توجد فروقات معنوية
(2 سم)	10	10.72	1.250	0.395		
(4 سم)	10	10.59	0.746	0.236		
(6 سم)	10	11.22	1.030	0.326		
(8 سم)	10	12.59	1.613	0.510		
(10 سم)	10	12.17	0.683	0.216		
المجموع	60	11.35	1.269	0.164		

من خلال النتائج الواردة بالجدول (3-27) نلاحظ وجود فروقات معنوية بين خمسة مجموعات من أطوال ألياف النخيل بالإضافة إلى المجموعة الضابطة حسب اختبار الإنحناء نيوتن/ملم^2. يوضح الشكل (3-4) المتوسط الحسابي لنتيجة اختبار الإنحناء في كل مجموعة.



الشكل (1) المتوسط الحسابي لنتيجة اختبار الانحناء في كل مجموعة.

جدول (4) اختبار الانحناء نيوتن/ ملم^2.

اختبار الانحناء نيوتن/ملم^2				
Tukey HSD				
طول ألياف النخيل	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
(4سم)	10	10.59		
(2سم)	10	10.72		
(0سم)	10	10.81	10.81	
(6سم)	10	11.22	11.22	11.22
(10سم)	10		12.17	12.17
(8سم)	10			12.59
Sig.		0.764	0.060	0.057

يوضح الجدول (3-28) المقارنة بين نتائج اختبار الإنحناء نيوتن/ملم^2 باستخدام تحليل (Tukey HSD) والذي يميز المجموعات المتجانسة عن المجموعات المختلفة.

أظهرت نتائج اختبارات الإنحناء للكمرات الخرسانية بعد إجراء الاختبار الإحصائي تحليل التباين الأحادي one way ANOVA لخمس مجموعات من أطوال ليف النخيل (2 سم، 4 سم، 6سم، 8 سم، و10سم)، بالإضافة إلى المجموعة الضابطة.

وكما هو مبين بالجدول (3-24) فقد لوحظ وجود فروقات معنويه بين المجموعات الستة حيث كانت مستوى المعنوية ($p<0.001$) مما استوجب الأمر لاستخدام الاختبار الإحصائي (TUKY HSD) وذلك لمعرفة المجموعات المتجانسة والمجموعات المختلفة حيث قسم هذا الاختبار العينات إلى 3 مجموعات، المجموعة الأولى تضم أطوال الليف 4سم (BC) 10.59 نيوتن/ملم^2 و2سم (BB) 10.72 نيوتن/ملم^2 و0سم (BA) 10.81 نيوتن/ملم^2 و6سم (BD) 11.22 نيوتن/ملم^2، والمجموعة الثانية وتضم أطوال الليف 6سم (BD)11.22 نيوتن/ملم^2 و0سم (BA) 10.81 نيوتن/ملم^2 و10سم (BF) 12.17نيوتن/ملم^2 ، والمجموعة الثالثة وتضم اطوال، 6 سم(BD) نيوتن/ملم^2 وطول 8سم (BE) 12.59 نيوتن/ملم^2 وطول 10 سم (BF) 12.17 نيوتن/ملم^2.

ومن خلال الاختبار لاحظنا أن عينات طول الليف 6سم (BD) يتجانس مع جميع المجموعات وأظهرت النتائج بشكل عام زيادة بمتوسط نتائج اختبار الانحناء (نيوتن/ ملم^2) بالمجموعات (BD,BE,BF) عند طول الليف 6سم و8سم و10سم فقد كانت هذه النتائج أكثر من متوسط اختبار الانحناء بالمجموعة الضابطة (BA) طول الليف 0سم حيث بلغ (10.81 نيوتن/ ملم^2)، و(2 سم (10.72نيوتن/ملم^2)، 4 سم(10.59 نيوتن/ملم^2)، 6سم(11.22 نيوتن/ملم^2)، 8سم (12.59 نيوتن/ملم^2)، و10سم(12.17 نيوتن/ملم^2).

حيث لوحظ أقل قيمة الاختبار للمجموعة (BC) عند طول الليف 4سم (10.59 نيوتن/ ملم^2 وتعتبر النتائج الإيجابية لاختبار الانحاء للكمرات مؤشرا قوي على زيادة جودة الخرسانة حيث كانت نتائج تصاعدية إلى أن وصل طول الليف 8 سم ثم تناقصت نتيجة الاختبار مع طول 10سم وقد يعزي السبب إلى الملمس الخشن لسطح الليف والدي ظهر جلياً باختبار المجهر الالكتروني والذي يشابه الملمس الخارجي لسطح حديد التسليح الذي يزيد من مرونة الخرسانة التي يتميز بها ليف النخل.

وقد أعطى اختبار الانحناء نتائج عكسية لاختبار الضغط وذلك لأن في اختبار الانحناء التفاعل الذي حدث بين

الليف ومكونات الخرسانة لم يؤثر على الاختبار فمن الأرجح بأن الليف يمتد امتداد عرضي وطولي بالخرسانة دون أي تفاعل لإعطاء الخرسانة صفة المرونة والانحناء. وهذا يوافق بعض الدراسات السابقة بموضوع الإضافات ومنها الدراسة التي قام بها (Ramesh et al., 2022) فقد لاحظ أن إضافة ألياف النخيل ذيل السمكة تزيد من مقاومة الانحناء حيث أنه زاد مقاومة الانحناء من 3.5 ميجا باسكال للعينة الضابطة إلى 4.2 ميجا باسكال و4.1 ميجا باسكال للعينات ذات نسب (0.2% و0.3%) بطول 30 مم على التوالي، كما توصل (Prakash, 2021)، أن كل من إضافة ألياف الكتان والجوت وألياف السيزال يحسن من مقاومة الانحناء للخرسانة ويزيد من متانة الخرسانة.

الاستنتاجات العامة:

من خلال النتائج المتحصل عليها وتحليلها إحصائيا يمكن تلخيص كل الاستنتاجات العامة للبحث إلى النقاط التالية:

- زيادة جودة الخرسانة بالنسبة لاختبار الانحناء للكمرات مع زيادة طول الليف.
- أفضل النتائج بالنسبة للاختبار الانحناء الكمرات كانت مع إضافة طول الليف 8سم (15.7 نيوتن/مم^2).
- نقطة التغير أو التناقص كانت مع طول 8سم حيث تناقصت قياسات الاختبار مع طول الليف 10سم.
- أقل النتائج لاختبار الانحناء كان مع طول الليف 4 سم.

التوصيات:

- نوصي بالدعم الحكومي للقطاع العام والخاص لأجراء دراسات الإضافات للخرسانة للوصول لأفضل النتائج لتحسين جودة الخرسانة.
- توزيع الألياف بشكل متجانس داخل الخرسانة ويفضل استخدام الخلاطات ذات السرعة المنخفضة لتجنب تجمع الألياف في نقاط محددة.
- نوصي بتحديد نسبة الألياف بناءً على الاحتياجات الهندسية المحددة. تعتمد النسبة المناسبة على الاستخدام المقصود للخرسانة والخصائص المطلوبة مثل القوة والمرونة ومقاومة التشقق.
- نوصي باختيار طول الألياف بناءً على سمك الهيكل ومتطلبات التحمل الألياف ذات الأطوال الكبيرة قد تساهم في تحسين مقاومة التشقق والتماسك، في حين أن الألياف ذات الأطوال القصيرة يمكن أن تساهم في تحسين القوة والمرونة.
- نوصي بإجراء اختبارات لتحديد تأثير الألياف على الخواص الهندسية للخرسانة ويمكن استخدام الاختبارات المعملية والاختبارات الميدانية لتقييم الأداء وضمان تحقيق النتائج المطلوبة.
- نوصي بمراعاة طريقة إضافة الألياف وتحضير الخرسانة وتشغيلها لضمان الحصول على نتائج متسقة وموثوقة.
- نوصي بالتشاور مع المهندسين والمختصين في مجال الخرسانة واستشارة الشروط والمتطلبات المحددة لمشروعك قبل إضافة الألياف إلى الخرسانة.

المراجع:

مرخوفي، عبدالمالك. (2004). المساهمة في دراسة خصائص وتشوهات خرسانة ألياف النخيل في المناطق الجافة والحارة، رسالة ماجستير، كلية العلوم والعلوم الهندسية، جامعة قاصدي مرباح – ورقلة، الجزائر.

Fruit, D. (2010). THE DATES OF AL JUFRAH, M. *Mancini, Editor*.
Hassan, M. (2012). Sidra, Bayoud disease on the date palm. In First regional conference on pest management of date palms**.**
Khan, M., Ahmad**,** W., Farooq, S. H., Usman, M., Ahmad, A., Aslam, F., ... & Sufian, M. (2020). Effect of coconut fiber length and content on properties of high strength concrete. Materials, 13(5), 1075.
Kriker, A., Debicki, G., Bali, A., Khenfer, M. M., & Chabannet, M. (2005). Mechanical properties of date palm fibres and concrete reinforced with date palm fibres in hot-dry climate. *Cement and Concrete Composites*, *27*(5), 554-564.
Kumar, K. S., & Babu, S. D. (2015). Experimental Study on Partial replacement of cement by palm Ash. Indian Journal of Science and Technology, 8, 1-7.
Moga, L., Charai, M., Mezrhab, A & Karkri, M. (2022). Hygrothermal, mechanical and durability assessment of vegetable concrete mixes made with Alfa fibers for structural and thermal insulating applications. Construction and Building Materials, 335, 127518.
Mydin, M. O., Rozlan, N. A., & Ganesan, S. (2015). Experimental study on the mechanical properties of coconut fibre reinforced lightweight-foamed concrete. J. Mater. Environ. Sci, 6(2), 407-411.
Prakash, S. N. Raman, N. Divyah, C. Subramanian, C. Vijayaprabha, and S. Praveenkumar, "Fresh and mechanical characteristics of roselle fibre reinforced self-compacting concrete incorporating fly ash and metakaolin," Constr. Build. Mater., vol. 290, p. 123209, 2021, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2021.123209
Ramesh, K., Ramalingam**,** V Arumugam, M., & Muralidharan, V. (2022). Effect of natural fish tail palm fiber on the workability and mechanical properties of fiber reinforced concrete. *Građevinski materijali i konstrukcije*, *65*(1), 7-22.

Study of the Effect of Palm Fiber Residues on the Bending Test of Concrete Beams

Abstract:

In this study, samples of palm fiber were taken from the Al-Jufra area and added to the concrete in varying lengths. The lengths were (0), representing the control group, and (2cm - 4cm - 6cm - 8cm - 10cm). Then a bending test was conducted for the beams in order to determine the extent of their effect on the test. Bending for concrete. The results of the bending tests after conducting statistical analysis (One way ANOVA) showed that there were significant differences between the six groups, where the level of significance was $p < 0.001$), as the measurement result increased with increasing fiber length, as it was observed that the bending test measurement increased until the fiber length reached 8 cm, then retreat with the length of the fiber 10 cm.

Keywords: *bending, beams, concrete, remnants, Palm, Fibers.*