كلية الهندسة بشبرا
FACULTY OF ENGINEERING AT SHOUBRA
ERJ
PRINT ISSN 3009-6049
ONLINE ISSN 3009-6022

ENGINEERING RESEARCH JOURNAL (ERJ)
Volume (52) Issue (3)
July 2023, pp:148-155
https://erjsh.journals.ekb.eg

إعادة تدوير فائض تقليم النخيل لدعم صناعة البناء وحماية البيئة من التلوث

منيرفا سعد كامل فهمي[1*] ,مراد عبد القادر عبد المحسن[1] ,محمد ستيت[1] , ماجد عزت محمد[2]

[1] الهندسة المعمارية بكلية الهندسة جامعة عين شمس
[2] باحث الخامات وتكنولوجيا صناعة مواد البناء في المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء
* Corresponding Author
E-mail: Manervasaad123@gmail.com, Mohsteit@hotmail.com , moradabdelkader@gmail.com

الملخص: في الآونة الأخيرة ، يواجه العالم أزمة كبيرة في التلوث المحيط بالبيئة نتيجة حرق المخلفات الصناعية وفائض العناصر الزراعية بالريف؛ لذا يتجه الباحثين إلي الاستفادة من تدوير الفائض من البقايا الزراعية بعد عمليات التدوير الأولية التقليدية وتشغيلها في تنمية صناعة البناء بقري صعيد مصر يهدف هذا البحث إلى التعرف على عناصر البناء عن طريق إعادة تدوير الفائض الزراعية إلى مواد بناء أساسية تلائم المبني الريفي المصري، بإنتاج وحدات بناء صغيرة ويجب أن يستند هذا التعريف إلى وفرة المواد الخام في مصر وأيضًا استنادًا إلى الخبرات السابقة في إعادة تدوير الفائض الزراعي واستخدامها في مواد البناء .يقدم هذا البحث نتائج بحث تجريبي حول الخصائص الحرارية والفيزيائية والميكانيكية للطوب المقوى بألياف النخيل كمكون لمادة تخدم في صناعة البناء طبقاً للمعايير المحلية ولتعزيز عملية العزل لتقليل فقد الحرارة في المباني خاصاً بقري صعيد مصر.

الكلمات المفتاحية: الريف، تلوث البيئة ، إعادة تدويرالفائض الزراعي، أسس حماية البيئة الريفية.

المقدمة

حماية البيئة إلزامية من قبل الباحثين في ظل تطبيق التقنيات الجديدة لتجنب الأضرار البيئية والاستفادة القصوي من البقايا المتجددة، حيث أن استخدام الفائض الصديق للبيئة(الفائض الزراعي) استخداماً مناسباً له الكثير من المزايا ومنها قابلية إعادة التدويرالبقايا بما يعود إيجابياً علي البيئة، كما يؤدي إلي التكلفة المنخفضة، وأيضاً تحقيق خواص ميكانيكية وحرارية جيدة للمبني، وإحياء لأسلوب صناعة مواد البناء بالريف المصري.

ومن هذا تم استخدام الفائض الزراعي (الجريد والخوص والليف للنخيل البلدي) في إعادة التدوير واستخدامة في مواد البناء عن طريق استخدام الفائض من جراء تشغيل العناصر المختلفة من انتاج النخلة في بعض القري واستخدامه ضمن مواد البناء لتحسين آليات الاستفادة من خيرات النخيل البلدي، وذلك من أجل الاستدامة وإعادة تدويرة واستخدامه ضمن مواد البناء[1].

من أجل الاستدامة والحفاظ علي البيئة والموارد المتجددة، تم قياس الخصائص الحرارية والميكانيكية لمعرفة مدي تأثير هذه الألياف في العزل الحراري للأبنية وأيضاً مدي تحملها للضغط والثني ومدي الاستفادة من هذة الألياف في الحفاظ علي الطاقة.

ومن أجل مراعاة استخدام النظام الأمثل ليتواءم مع البيئة الريفية من تغيرات تم استخدام التربة المتواجدة من نفس البيئة الريفية(تربة من قرية الرقاقنة محافظة سوهاج)، وتم اختيارالفائض الزراعي (النخيل البلدي) من نفس القرية لتكون عنصراً من نفس عناصر البناء التي اختيرت من البيئة الريفية لعمل العزل الحراري بجانب التخلص من أحد أسباب التلوث، والنفع بتجديد صحة النباتات بسبب عمليات التقليم الدوري.

الهدف النهائي هو السماح لإنشاء منشآت صغيرة باستخدام منتجات ألياف البقايا الزراعية جنبًا إلى جنب مع التربة المحلية المناسبة لتصنيع وحدات بناء صغيرة (الطوب) يمكن استخدامها لبناء مساكن / هياكل منخفضة التكلفة ومنخفضة الطاقة وتكون عنصراً مستداماً يحافظ علي البيئة المحيطة من التلوث.

1- إعادة تدوير (فائض تقليم النخيل البلدي) باستخدامه في مواد البناء في قرية الرقاقنة محافظة سوهاج

منذ القدم كان الاستعمال لمواد البناء هو الطمي الذي تتركز صناعته علي ضفاف النيل مما يتسبب في جرف الأراضي الخصبة، إلا أن توقف استخدامه وتم استخدام الطوب الأحمر المصنع من الطفلة الجبلية أو الصحراوية والعديد من أنواع الطوب في البناء ولكن لا يحقق الراحة الحرارية لمستخدميه، وأيضاً يوجد قصور في استخدام مواد متجددة ضمن مكونات الطوب لتحقق الاستدامة.

لقد تم أختيار النخيل كفائض زراعي أساسي ليدخل في مكونات البناء بعد إعادة تدويره بسبب تواجده بكثرة في الواحات والوجة القبلي لقري الصعيد في مصر، والفائض هو(الجذوع – خوص– الألياف – الجريد..)، فإن الجريد من أكثرفائض تقليم للنخيل في الصعيد حيث أن النخلة الواحدة تنتج 20 جريدة في السنة و28% من فائض تقليم النخيل، ويمكننا القول أن الفائض الزراعي والأستفادة من وجوده بدلاً من حرقة عن طريق طحنة ووضعة في مكونات مواد البناء لتكون لها قيمة في مواد البناء كعزل حراري، ومن المعروف أن الألياف مصدر كبير للعزل الحراري وهذا يتوافرفي فائض تقليم النخيل الذي يتواجد بكثرة في القري بالوجه القبلي[2]كما بالشكل(1)،والشكل(2).

شكل(1) انتشار النخيل في الطريق بين اسيوط وسوهاج خلال رحلة القطار

شكل (2) النخيل في سوهاج من خلال رحلة القطار

فقد تم عمل زيارة ميدانية لقرية الرقاقنة مركز جرجا محافظة سوهاج لأخذ عينة من التربة الطفلية من الأراضي الصحراوية بسوهاج الجديدة، وأيضاً أخذ عينة من الفائض الزراعي (مخلف النخيل البلدي)، لتكون العينة من نفس الاراضي الريفية ويتم استخدام (الطوبة المكونة من الطفلة والفائض الزراعي المعاد تدويره) ليستخدم للقري الأكثر تأثراً بحرارة الصيف وبرد الشتاء، فيتم مقارنة الطوبة المستخدمة بدون ألياف النخيل في الأبنية الريفية و الطوبة المضاف عليها نسب مختلفة من الفائض الزراعي المعاد تدويره والوصول إلي أنسب موازنة للقوي الميكانيكية والخواص الحرارية لاستخدام الطوبة الأنسب المكونة من الفائض الزراعي لتعمل علي العزل الحراري الجيد مع الحفاظ علي المتانة الجيدة والسلامة الهيكلية والاستفادة المثلي من المخلف الزراعي.

شكل(3) فائض تقليم النخيل في الوادي الجديد . المصدر:مركز البحوث الزراعية،"دليل تدوير المخلفات الزراعية"، 2001.

شكل(4) فائض تقليم النخيل في قرية الرقاقنة بمحافظة سوهاج

شكل(5) فائض تقليم النخيل في قرية القايات بمحافظة المنيا.

- إعداد الفائض الزراعي لإعادة تدويره مع مواد البناء

قامت الباحثة بالمشاركة مع فريق العمل الخاص بمعمل المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء لوضع تصميم خلط مواد البناء مع بعضها وعمل طوبة بالفائض الزراعي (جريد النخيل البلدي، خوص النخيل، ليف النخيل) معاد تدويره ويعمل كعزل حراري بدلاً من حرقة أو التخلص منه بطرق لا تلائم البيئة المحيطة، تم وضع نسب لكل مخلف(0%، 2%، 4%، 6%) حيث تم التوافق علي أن المنتج المعماري يراعي التالي:

1. أن يكون عازلاً حرارياً جيد للأبنية.
2. أن يتم أستخدام المواد من نفس البيئة الريفية ليتواءم مع نفس المناخ المحيط.
3. أن يكون ذات خواص ميكانيكية جيدة.

3- خطوات إعداد وتجهيز الجريد والتربة الطفلية

أ- إعداد السعف بأكمله

يتم تقليم السعف من النخيل ثم يتم تقليم الجريد من الخوص الموجود به بواسطة منجل أو الة حادة للتخلص من الخوص، واستخدام الخوص وهو أخضر ليتم الاستفادة منه بدلاً من هدره عند عدم استخدامه مع الجريد في أي صناعة، أما الجريد فيتم نزعه من الخوص الموجود به. ووضعه بكمية قليلة مع بعضها علي هيئة حزمة لكي يتم تجفيفة جيداً كما يوضح بالشكل (6) إعداد السعف من النخيل وتجهيزه للتقليم من الخوص.

ب- تجفيف مخلف النخيل البلدي (جريد – خوص – ليف)

من المعروف أن التجفيف يتم بطريقتين وهما الترقيد أو التوقيف، فإن الترقيد يستغرق وقت للتجفيف بسبب الطبقة الموجودة بالأسفل التي لم تتعرض لأشعة الشمس أو الهواء، فإن الأمثل عند إعادة التدوير للجريد خاصة طريقة التوقيف بحيث كل الاتجاهات للجريد تكون معرضة لأشعة الشمس والهواء، ويوضح الشكل(7) توقيف الجريد في الهواء لتجفيفه.

شكل (6) إعداد السعف من النخيل وتجهيزه للتقليم من الخوص

شكل (7) توقيف الجريد في الهواء لتجفيفة

1-3 معالجة الألياف من فائض تقليم النخيل البلدي

تتكون الأنابيب الليفية لألياف النخيل من السيليلوز وتترابط بينهما بواسطة مادة عضوية رابطة؛ كما أنها تتجمع وتغلف بمادة اللجنين التي تكون أيضاً تخانات جدار الخلية للخلايا في الأنسجة الوعائية، وحتي يتم زيادة نقاء الألياف وكفاءتها لتدخل في خلطة مواد البناء وتتم معالجتها كيميائياً (معالجة بالقلويات) بمحلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 1%.

حيث تم نقع الألياف في المحلول القلوي لمدة 24 ساعة؛ هذا التركيز يعتبر مؤثراً كونه يزيل الطبقة الخارجية من اللجنين ويذيب المادة العضوية الرابطة بين الأنابيب الليفية[3].

تم إعادة غسيل الألياف عدة مرات بالماء، ثم تجفف ثانياً لتكون جاهزة لإضافتها في الخلطات لطوب البناء المثبت.

الشكل (8) بعد نقع الليف في هيدروكسيد الصوديوم ثم يتم غسلة

2-3 خطوات تصميم خلطة الطوب المثبت

يجب مراعاة ضبط نسب مكونات الخلطة جيداً في حالة إنتاج الطوب المثبت متبعاً مايوصي به الكود المصري، حيث وضعت نسب مئوية لكل مكونات الخلطة محسوبة بالوزن؛ ويتم إضافة الفائض الزراعي (الجريد، الخوص، الليف) بنسب مختلفة (0%، 2%، 4%، 6%)، كما هو موضح في الجدول(1).

جدول (1) نسب الفائض الزراعي (جريد النخيل البلدي) مع النسب الاخري للخلطة

الفائض الزراعي (جريد، خوص ، ليف)%	الأسمنت %	الرمل%	الحجر الجيري السيليسي%	الطفلة%	المياه%
0	10	28	4.5	43	14.5
2	10	26	4.5	43	14.5
4	10	24	4.5	43	14.5
6	10	24	2.5	43	14.5

3-3 خطوات الخلط

تم خلط المكونات يدوياً بإضافة وزن محدد من التربة الطفلية بنسبة 43%، ثم وضع معها الرمل بنسبة 28% في الخلطة الكنترول، يلية إضافة الفائض الزراعي بالنسب المتفق عليها(2، 4، 6 %) لكل خلطة مع مراعاة تفكيك وتوزيع الفائض جيداً خاصةً في حالة مخلف الليف (لما يظهره من تكتل)، ومراعاة التقليب بطريقة صحيحة، ثم توضع مادة التثبيت(الأسمنت) بنسبة ثابتة في جميع المخلفات 10%، و بودرة الحجر الجيري السليسي بنعومة أقل من 75 ميكرون وبنسبة 4,5 %، وتلك النسب تعتبر غير مكلفة اقتصاديا حيث انها موفرة للاسمنت الاغلى سعرا بين المكونات المستخدمة بما يحقق تكلفة نهائية متوقعة ارخص من انواع الطوب الاخرى مثل الطوب الاسمنتى الذى يتراوح سعره (من خلال الأسئلة الميدانية) الى 1300جنية للالف طوبة مصمتة و الطوب الاحمر الذى يحتاج لتكلفة اعلى بسبب الحرق واسلوب تصنيعه حيث يتراوح سعره من 1100الى 2100 للالف طوبة, وأخيراً يضاف الماء الصالح للشرب في المخلوط بنسبة 14,5% تقريباً وهى نسبة جيدة لسهولة العجن وتشكيل الطوب باشكال و بابعاد متنوعة واخضاعه للاستخدام فى انواع مختلفة من المكابس، ويتم العجن لمدة تتراوح ما بين 10 دقائق إلي 15 دقيقة. لتكون جاهزة لصب الطوب المثبت موضوع البحث بالمكبس المستخدم لانتاج قوالب الطوب المقترح بأبعاد حوالى 25*13*6سم للطوبة , وتوضح الأشكال (9)، (10) التالية خطوات ومكونات الخلط.

شكل(9) وضع النسب (الطفلة الجافة +الاسمنت +الرملة +الحجر الجيري)

شكل(10) خلط النسب جيداً (الطفلة الجافة +الاسمنت +الرملة +الحجر الجيري)

4-3 خطوات الصب

تمت عملية الخلط لكل من (التربة الطفلية + الأسمنت + الرمل + بودرة الحجر الجيري + الماء)، متبعاً الخطوط الموصي بها في الكود المصري للبناء بوحدات التربة المثبتة المضغوطة، النسب المقترحة (0%، 2%، 4%، 6%) من الفائض من تقليم النخيل البلدي (جريد، خوص، ليف)، ثم تم ملء فراغات القوالب بماكينة الكبس بإضافة المخلوط علي ثلاث طبقات مع مراعاة هز ودمك العينة عند وضع كل طبقة، وبعد التأكد من امتلاء القوالب تماماً يتم كبس العينة جيداً باستخدام المكبس اليدوي مع الاستمرار بالضغط لمدة نصف دقيقة، وبعد الإنتهاء يتم إعادة المكبس لموضعه وفصل بلوكات الطوب من الماكينة بالضغط التدريجي هيدروليكياً حتي تمام خروج الطوب كاملاً وفي صورة سليمة، ثم توضع بلوكات الطوب في الهواء لمدة 3 ساعات لحين الحفظ, انظر الشكل(11) و(12)، ويمكن صب هذا الخليط فى اشكال مختلفة وبناءاً على أبعاد الطوب المستخدم فى الدراسة فان سمك الحائط المقترح يجب ان لا يقل عن15سم فى حالة الحوائط الغير حاملة.

شكل (11) ا- وضع الخليط في قوالب الصب ، ب- انهاء عملية الصب

شكل (12) شكل وحدات الطوب المشكلة با ستخدام الياف النخيل المختلفة .

4- الاختبارات الفيزيوميكانيكية لفائض تقليم النخيل (الجريد، الليف، الخوص)

الأختبارات الفيزيوميكانيكية هي خصائص المواد وعن طريقها تنعكس آلية تعاملها وتفاعلها مع الأحمال والقوى المؤثرة عليها، وتساعد الخواص الفيزيوميكانيكية للمساعدة في تصنيف وتحديد المواد، الخصائص الأكثر شيوعًا هي الامتصاص والقوة والكثافة والمسامية والصلابة وبالأحري تستخدم الخصائص الميكانيكية

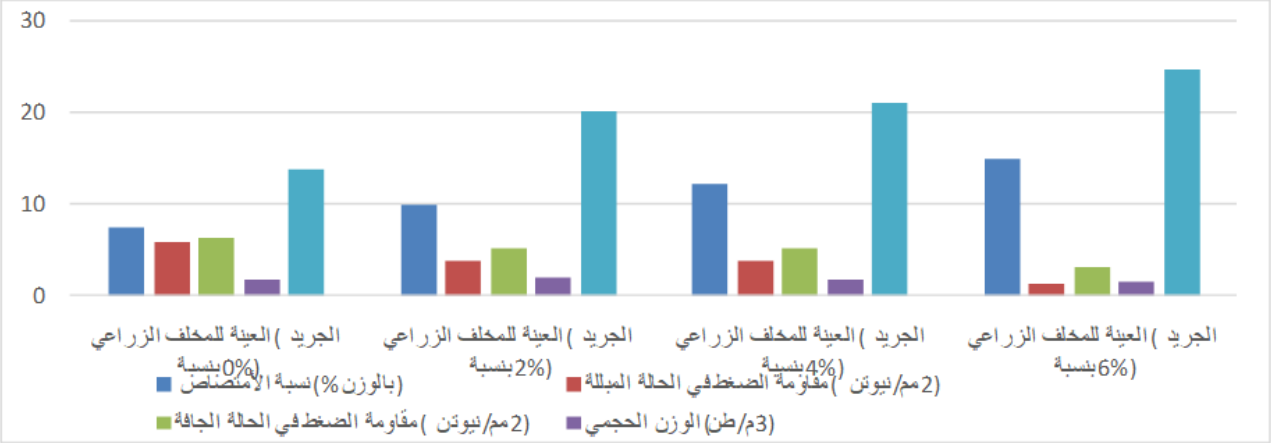
أيضاً على تصنيف المواد وإعطاء هويتها. حيث تُعرف الخصائص الميكانيكية للمواد بأنّها متغيرة وليست ثابتة حيث تتغير تبعاً للوضع المحيط بها، فالتغير في درجة حرارة الغرفة مثلاً يسبب تغيراً في خصائص المواد الميكانيكية، لذلك تُجرى اختبارات تحديد الخصائص على درجة حرارة معيارية معيّنة[4].
حسب الخواص الفيزيوميكانيكية المذكورة في الكود المصري الذي ينص علي أن تصنف وحدات البناء إلي ثلاث رتب رئيسية. يوضح الجدول (2) القيم التي تحققها كل رتبة لوحدات البناء المصنعة من التربة المثبتة المضغوطة وذلك طبقاً لنسبة الامتصاص والمقاومة للضغط والوزن الحجمي[5].
جدول(2) تصنيف وحدات البناء المصنعة من التربة المثبتة المضغوطة طبقاً للكود المصرى (4)

الخواص	رتبة (أ)	رتبة (ب)	رتبة (ج)
نسبة الأمتصاص (% بالوزن)	10-8	12-10	15-12
مقاومة الضغط في الحالة الجافة (نيوتن/مم^2)	7-5	6-4	5-3
مقاومة الضغط في الحالة المبللة (نيوتن/مم^2)	4-3	3-2	1.5-2
الوزن الحجمي (طن/م^3)	2-1.9	1.9-1.8	1.8-1.7

4-1 نتائج الاختبارات الفيزيوميكانيكية علي عنصر الطوب المثبت لعينة فائض الجريد بنسب(0%، 2%، 4%،6%)

جدول (3) النتائج الفيزيو ميكانيكية لأختبار العينة فائض تقليم النخيل (الجريد) بنسب 0% ،2، 4، 6% وتصنيفها حسب الرتب

الخواص	العينة الفائض الزراعي (الجريد)			
	بدون فائض زراعي (0%)	بنسبة (2%)	بنسبة (4%)	بنسبة(6%)
نسبة الأمتصاص(% بالوزن)	7.47 رتبة (أ)	10.028 رتبة (أ)	12.22 رتبة (ج)	14.99 رتبة (ج)
مقاومة الضغط في الحالة المبللة(نيوتن/مم^2)	5.78 رتبة (أ)	3.9227 رتبة (أ)	3.8246 رتبة (أ)	1.471 رتبة (ج)
مقاومة الضغط في الحالة الجافة(نيوتن/مم^2)	6.3459 رتبة (أ)	5.223 رتبة (أ)	5.1897 رتبة (أ)	3.1136 رتبة (ج)
الوزن الحجمي(طن/م^3)	1.87 رتبة (ب)	1.960 رتبة (أ)	1.79 رتبة (ج)	1.70 رتبة (ج)
المسامية	13.95791	20.2965	21.10674	24.85

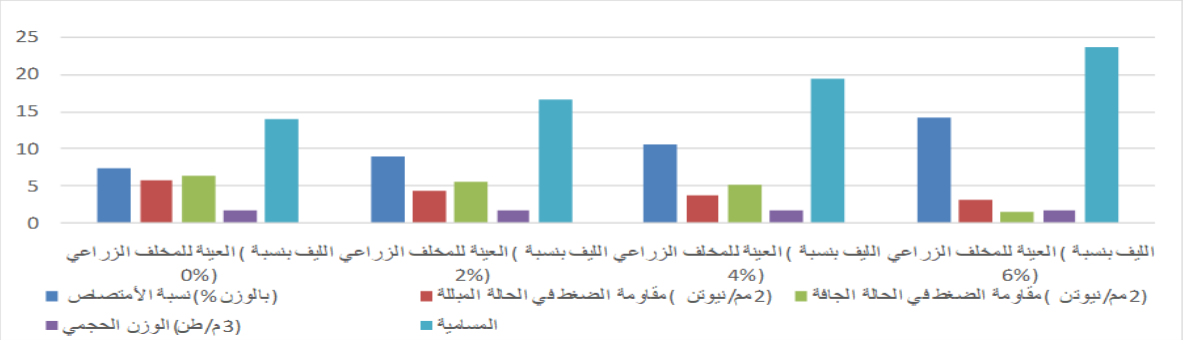


الشكل (13) الأختبار الفيزيوميكانيكية لعينة فائض تقليم النخيل (الجريد) بنسبة 0،2%،4%،6%

2-4 نتائج الأختبارات الفيزيوميكانيكية لعينة فائض تقليم النخيل (الليف) بنسب (0%، 2%، 4%، 6%)

جدول (4) النتائج الفيزيو ميكانيكية لأختبار العينة فائض تقليم النخيل(الليف) بنسب(0،2، 4، 6%)وتصنيفها حسب الرتب

الخواص	العينة الفائض الزراعي (الليف)			
	بنسبة (0%)	بنسبة (2%)	بنسبة (4%)	بنسبة (6%)
نسبة الأمتصاص(% بالوزن)	7.47 رتبة(أ)	9.04 رتبة (أ)	10.69 رتبة (ب)	14.30 رتبة (ج)
مقاومة الضغط في الحالة المبللة(نيوتن/مم^2)	5.78 رتبة(أ)	4.3496 رتبة (أ)	3.9 رتبة (أ)	3.2 رتبة (أ)
مقاومة الضغط في الحالة الجافة(نيوتن/مم^2)	6.3459 رتبة(أ)	5.5898 رتبة (أ)	5.2407 رتبة (أ)	1.5983 رتبة (ج)
الوزن الحجمي(طن/م^3)	1.87 رتبة(ب)	1.84 رتبة (ب)	1.80 رتبة (ب)	1.72 رتبة (ج)
المسامية	13.95791	16.66947	19.38482	23.59558

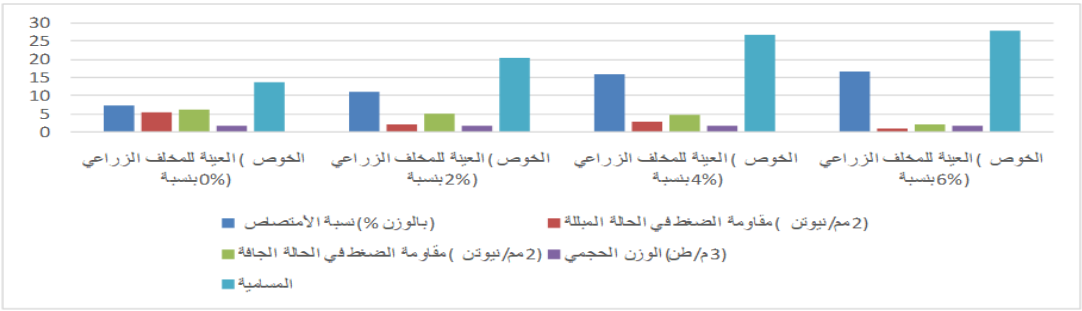


الشكل (14) الأختبار الفيزيوميكانيكية لعينة فائض تقليم النخيل (الليف) بنسبة 0،2%،4%،6%

3-4 نتائج الاختبار الفيزيوميكانيكي لعينة فائض تقليم النخيل (الخوص بنسبة 0،2%،4%،6%)

جدول(5) النتائج الفيزيوميكانيكية لأختبار العينة فائض تقليم النخيل(الخوص) بنسب(0،2، 4، 6%)

الخواص	العينة الفائض الزراعي (الخوص)			
	بنسبة (0%)	بنسبة (2%)	بنسبة (4%)	بنسبة (6%)
نسبة الأمتصاص (% بالوزن)	7.47 رتبة (أ)	11.32 رتبة (ب)	16.06 بدون رتبة	16.74 بدون رتبة
مقاومة الضغط في الحالة المبللة (نيوتن/مم^2)	5.78 رتبة (أ)	2.2869 رتبة (ب)	3.1381 رتبة (أ)	1.169 بدون رتبة
مقاومة الضغط في الحالة الجافة (نيوتن/مم^2)	6.3459 رتبة (أ)	5.323 رتبة (أ)	4.7405 رتبة (ب)	2.2869 بدون رتبة
الوزن الحجمي (طن/م^3)	1.87 رتبة (ب)	1.82 (ب)	1.69 بدون رتبة	1.69 بدون رتبة
المسامية	13.95791	20.65033	26.92293	27.97263



شكل (15) الأختبار الفيزيوميكانيكية لعينة فائض تقليم النخيل (خوص بنسبة 0،2%، 4%، 6%)

جدول(6) مقارنة النتائج للأختبارات الفيزيوميكانيكية لعينة فائض تقليم النخيل

الخواص	أفضل عينة للجريد2%	أفضل عينة لليف 2%	أفضل عينة للخوص 2%
نسبة الامتصاص (% بالوزن)	10.028 (رتبة أ)	9.04 (رتبة أ)	11.32 (رتبة ب)
مقاومة الضغط في الحالة الجافة(نيوتن/مم^2)	3.9227 (رتبة أ)	4.3496 (رتبة أ)	2.28 (رتبة ب)
مقاومة الضغط في الحالة المبللة(نيوتن/مم^2)	5.223 (رتبة أ)	5.5898 (رتبة أ)	5.32 (رتبة أ)
الوزن الحجمي طن/م^3)	1.960 (رتبة أ)	1.84 (رتبة ب)	1.82 (رتبة ب)
المسامية	20.2965	16.66947	20.65033

5-نتائج الخصائص الفيزيائية للعينة فائض(الجريد بنسب (0، 2، 4، 6)

جدول (7) نتيجة أختبار الموصلة الحرارية الفائض الزراعي (جريد بنسب 0، 2،4،6)

نسبة العينة (%)	سمك العينة (مم)	الطول (سم)	العرض(سم)	الوزن (كم)	الموصلة الحرارية (وات/كم)
0	31.00	30	30	4.38	0.5516
2	31.93	30	30	4.40	0.4547
4	31.12	30	30	3.85	0.3518
6	35.20	30	30	4.13	0.35

4-4 مقارنة بين أفضل نتائج لعينات فائض تقليم النخيل

في هذة المقارنة تكون أفضل العينات وهي التي تحوز علي الرتبة الأولي حسب النسب المطبقة في الكود المصري للبناء بالتربة، فعينة الجريد 2% ترقي إلي أن تكون في الرتبة الأولي لمعظم النسب وكانت الأفضل كما ذكر من النتائج السابقة، كما أن نسبة 2% هي الأفضل في عينات الليف من حيث خواصها الميكانيكية أيضاً، مع ذلك كانت النسب 2%، 4% متقاربين في النتائج خاصةً في حالة الليف والجريد ، وعندما نأتي بنتائج الخوص تكون نسبة 2% أفضل نتيجة من بين النسب الأخري لهذا المخلف ويمكن استخدام هذة الخلطة فى حالة الجريد والليف فى الحوائط الغير حاملة بأمان حيث انها حققت نسبة تتعدى 3نيوتن/مم^2؛ وبذلك فإنه يتضح أن هناك تشابه كبيرفي الخواص الفيزيوميكانيكية باستخدام أكثر من فائض بنفس النسب مما يؤول بإستخدام نوع واحد أو خليط منهم في صناعة عنصر البناء تحت الدراسة، ويوضح جدول (6)مقارنة النتائج لأختبارات الميكانيكية لعينة فائض تقليم النخيل.

من هذا الأختبار يتضح الآتي، أن نسبة العينة التي يوضح بها الألياف بالنسبة الأعلي 6% تكون أقل في التوصيل الحراري مقارنة بالنسب الاخري من العينات 2%، 4 %، أما العينة التي لا يوضع بها ألياف تكون توصيلها للحرارة أكبر من باقي العينات الاخري الموضوع بها الجريد المعاد تدويره. وهو مايتفق مع الكثيرمن الباحثين
في إمكانية خفض معدل التوصيل الحراري بواسطة استخدام الفائض من تقليم النخيل[6].

6- أداء الطوبة المثبتة بفائض الجريد بعد الحريق

من الناحية البصرية أظهرت بعض النسب مقاومة جيدة تحت ظروف الحريق بداية من 200° إلي 600°، حيث ظلت الخلطة 2% والخلطة بدون مخلف في صورة سليمة بدون تفتت أو شروخ، علي عكس الخلطات الأخري فكانت الخلطة 4% متماسكة فى درجات الحريق الصغيرة ولكن عند الارتفاع بدأت فى فقد أجزاء من الطوبة، كذلك الخلطة 6% أظهرت تكسير وأنفلاق للقوالب بداية من درجة 400° سيليزية. كما أن هناك تغير ملحوظ في لون الخلطات ويختلف من نسبة إلي نسبة ومن درجة حريق إلي درجة حريق.
كما يوضح جدول (8) أداء الطوبة المثبتة بفائض النخيل (الجريد) بعد الحريق، كما يوضح شكل (16) نتيجة أختبار الحرق لعينة الجريد بنسب (2%، 4%، 6%).

شكل (16) نتيجة أختبار الحرق لعينة الجريد بنسب (2%، 4%، 6 %)

جدول (8) لأداء الطوبة المثبتة بفائض النخيل (الجريد) بعد الحريق

درجة حرارة الحرق	0%	2%	4%	6%
200	79.44	81.015	59.17	58.04
400	72.024	57.52	43.67	0
600	70.94	54.89	0	0

ومن الناحية الميكانيكية تراوحت قيم مقاومة الضغط المتبقية التي تظهرها عينات الطوب من فائض الجريد بعد الحرق عند درجة حرارة 200° من 81% إلي 58% (خلطة 2% إلي خلطة 6% علي التوالي) بينما عند 400° درجة قلت النسبة من (57%) للفائض 2% إلي (0%) للمخلف 6%. وعند أعلي درجة حرارة تم التعرض لها لم يتبق سوي (54%) من المقاومة للعينة 2% وهو ما يشير إلي أن زيادة المخلف يؤدي إلي تدهور الطوبة في حالة التعرض لزيادة دراجات الحرارة.

7- رؤية مستقبلية عن البناء المقترح بالطوب محل الدراسة:

الوحدات البنائية الصغيرة المنتجة بالنسب المختلفة 2,4,6 % باستخدام الياف النخيل كالجريد والليف وخاصا النسبة 2% يمكن استخدامها فى اعمال الحوائط الغير حاملة بامان، اما بالنسبة للحوائط الحاملة فيجب الاخذ بالاعتبار الدراسات السابقة للبناء بتلك الوحدات (الطوب المثبت)، وكمثال ما تم تنفيذه فى عدد من الدول ببناء مبنى يتسم المعظم بانهم من دور واحد [7] ، كما بالاشكال (17،18،19،20)، كما يمكن الاستعانة فى البناء بتلك الوحدات بالمدن الحضرية مع مراعاة الاشتراطات الموصى بها بالكود المصرى[8]

شكل (17) مبنى مشيد باستخدام الطوب المثبت لمدرسة ابتدائية بدولة مالى(سنة 2012) [7].

شكل (18) مبنى مشيد باستخدام وحدات مماثلة للطوب المثبت لمسجد بدولة السعودية (سنة 2004) [7].

شكل (19) تجربة ناجحة لمبنى مركز صحة المرأة بدولة بوركينافاسو(سنة 2007) [7].

شكل (20) صورة لمبانى دور واحد بالطوب المثبت بالاعلى من دولة السنغال وبالاسفل من غرب افريقيا (سنة 2017) [9].

قدم البحث نتائج بحثية تجريبية حول الخصائص الفيزيائية والميكانيكية والحرارية للطوبة المدعمة بالياف النخيل البلدى حيث كان الهدف من هذة الدراسة هو امكانية تدوير بقايا هذة الالياف الغير مستغلة كمكون رئيسى وكمادة عازلة لتقليل الحرارة فى المبانى التقليدية بالريف المصرى, وانتهي البحث بكيفية الاستفادة من المخلفات الزراعية وعدم هدرها وإدخالها في مواد البناء لكي تعزز صناعة البناء كنجاح تدويرها فى خلطات الطوب المثبت ولكى تساعد فى حماية البيئة بقرى مصر من التلوث .

فمن النتائج العملية: يتضح أن الفائض من تقليم النخيل به نسبة ألياف تكون عازل قوي للحرارة والرطوبة، فعند استخدام فائض تقليم النخيل (الجريد) بنسب (0، 2%، 4%، 6%) والتى تناسب النسب المختارة للرمل والاسمنت والحجرالجيري السيليسي والطفلة والمياه، أتضح أن الجريد من المكونات القوية ميكانيكياً حيث أن الجريد عند اختباره كان الاستخدام الامثل له النسبة 2% مقارناً بالنسب الاخري له.

عند إعادة تدوير الليف وإعداده ومعالجته، تم وضعه بنسب (2%، 4%، 6%) مع الطفلة والأسمنت والرمل والحجر الجيري السيليسي والمياة، وأوضحت النتائج أن الليف من المخلفات التي تتشابه مع الفائض من تقليم النخيل، فعند إضافة العينة بنسبة 2% تباينت علي جميع العينات من إضافة هذا الفائض خاصا في حالة امتصاص الماء، كما أنها أظهرت الرتبة الأولي لعينة المخلف بنسبة 2%، 4% في حالة مقاومة الضغط الجاف، ولكن بدأت العينة تتراجع للرتبة الثالثة عند زيادة المخلف بنسبة 6%. أما عند الوزن الحجمي لعينة المخلف بنسبة 2% كانت من الرتبة الثانية وهو ما تتشابه مع نفس الاضافة في حالة العينات الأخري، بينما تقل هذه الرتبة مع زيادةَ المخلف بنسب أعلي.

عند إعادة تدوير الخوص أوضح أنه من الفائض العالية في المسامية بسبب امتصاصه الجيد للمياه، ذلك سبب وجود مسامية عالية يتركها في الداخل للطوبة وهذا يؤدي الي خفة مكون البناء ويكون غير قابل لتحمل الاوزان وكثير الهشاشة عند نسبة (4%، 6%)، لذلك لا يفضل استخدام هذه النسب العالية للمكون في الاقاليم كثيرة الرطوبة.

وأيضاً فائض الجريد (0،2، 4، 6 %) تم عمل اختبار الحرق (الديمومة) التي من خلالها يتم معرفة تحمل العينات في حالة الحريق للمبني عند درجات حرارة 200°، 400°، 600° درجة سيليزية في هذا الاختبار أظهرت النتائج للحريق لنسب 0، 2% عدم انفلاقها حتي عند وصولها لدرجات حرارة عالية من الحريق عند درجة 600°سيليزية، أما العينة بنسبة 4% أظهرت تماسك في أول درجات الحرارة ولكن عند وصولها لدرجات عالية بدءً من 400° تم إنفلاقها وتغيير لونها ، لكن العينة بنسبة 6% من فائض الجريد لم تعد لتتحمل درجات الحرارة ويتم أنفلاقها من أول درجة 200° درجة سليزية.

ومن النتائج السابقة للجريد والخوص والليف يمكن استنتاج أن النتائج قريبة من بعضها وخاصةً النسب للجريد والخوص والليف (2%، 4%) ولكن الأمثل حسب التصنيف للكود المصري للبناء بالتربة المثبتة بالرتب قد يحصل فائض الجريد علي الرتبة الأولي في جميع اختباراته لنسبة (2%) مقارنةً مع الخوص والليف لنسبة (2%) كما انه يمكن استنتاج ان زيادة اضافة فائض تقليم النخيل فى البناء يعمل على تقليل التوصيل الحرارى وبالتالي العزل الجيد.

ومن الناحية الاقتصادية: فالغالب انه تتفوق الموارد الطبيعية والمواد المجهزة منها على معظم اساليب البناء الاخرى من نظرة اقتصادية, حيث تعتبر اسلوب اقتصادى قليل التكاليف لا يحتاج الى عمليات معقدة كالحرق اثناء التصنيع مقارنة بالطوب الاحمر او الى عمالة عالية المهارة والتدريب، ومن الارجح ان تتراوح تكلفة الالف طوبة حوالى من850 الى1500 جنية استنادا الى اسعار المواد الخام المستخدمة خلال فترة الدراسة وهى تعتبرنسبيا اقل سعرا من انواع الطوب الاخرى كما ذكر سابقا.

ومن الناحية الفنية: يمكن استخدام الطوب المنتج باستخدام الياف النخيل بنسبة 2% فى حالة الجريد والليف فى اعمال التكسيات و الحوائط الغير حاملة داخل منشآت هيكلية بطريقة تضمن عامل الأمان للحائط بالمبنى، وفى حالة استخدام وحدة البناء المدعمه بالياف النخيل المصرى موضوع البحث لاعمال الحوائط الحاملة يجب مراعاه سمك الحائط وزيادة عدد الطوب بالمدماك الواحد واتجاه رص الطوب كطوبة كاملة. حيث يمكن الاستخدام لبناء مبنى على الطراز الريفى مكون من دور واحد، كما يمكن استخدامها فى اعمال التكسيات فى الواجهات الخارجية حيث اعتبر الطوب المدعم بالياف النخيل عازلاً جيداً للحرارة واظهر ثبات فى التحمل تحت تاثير درجات الحريق المنخفضة، كما يمكن الاستعانة فى البناء بتلك الوحدات بالمدن الحضرية ولكن يراعى الاشتراطات الموصى بها بالاكواد. ولا ننسى امكانية استخدامها الامثل كحوائط داخلية وخارجية ولكن فى حالة الاماكن الاكثر عرضة للرطوبة يفضل ان تستخدم كحوائط داخلية فقط.

التوصيات

انتهت الدراسة إلي وجود إمكانية لاستغلال الفائض الزراعي وإعادة تدويره، حيث أن الآليات التي تستخدم في طحن االفائض الزراعي غير مكلفة أو غير كونها عبئاً علي عاتقها ومستخدميها، وعند تنفيذ إعادة التدوير سوف تستخدم كعزل حراري جيد للمباني في المناطق الريفية التي تعاني من الرطوبة الشديدة والحرارة العالية، وقد تكون عاملاً كبيراً للحفاظ علي الطاقة لإستخدامها في المباني للحضر، بجانب التخلص من المسببات التي تؤذي البيئة والمجتمع ، ويوصى بمراعاة ان لا يزيد الارتفاع عن دور واحد للمبنى، كما يمكن استخدامها فى اعمال التكسيات فى الواجهات الخارجية حيث اعتبر الطوب المدعم بالياف النخيل عازلا جيدا للحرارة واظهر ثبات فى التحمل تحت تاثير درجات الحريق المنخفضة، كما يمكن البناء بتلك الوحدات بالمدن الحضرية بعد العمل على دراسات مستقبلية لتنفيذ البناء بتلك الوحدات كاملا ولكن يراعى ماسبق.

المراجع

[1]. أشرف السعيد خليل، رئيس قسم بحوث الأمراض النيماتودية، المخلفات الزراعية وعلاقتها بالبيئة، مركز البحوث الزراعية – معهد بحوث أمراض النباتات– الجيزة- مصر،2014.

[2]. عبد الجواد، احمد عبد الوهاب - اسس تدوير النفايات – الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة.

[3]. Braga Costa Santos, Eduardo& Moreno, Camila& Barros, Janetty& Moura,-3Danusa, Fim, Fabiana&Ries, Andreas& Wellen, Renate & Silva, Lucineide.(2018). Effect of Alkaline and Hot Water Treatments on the Structure and Morphology of Piassava Fibers. Materials Research.21.10.1590/1980-5373-.2017-0365.

[4]. الكود المصري للبناء بالتربة المثبتة (الجزء الأول)، الباب الثالث"خواص المواد وضبط الجودة وإنتاج وحدات البناء ص41.

[5]. Benaniba, Samir & Driss, Zied & Mokhtar, Djendel & Raouache, Elhadj & -5Boubaaya, Rabah. (2020). Thermo-mechanical characterization of a bio-composite mortar. reinforced with date

[6]. Mechanical Properties", www.nde-ed.org, Retrieved 22-6-2018. Edited.

[7]. Hanafi, W., (2021) Compressed stabilized earth block: environmentally sustainable alternative for villages housing , Journal of Engineering and Applied Science 68:20 https://doi.org/10.1186/s44147-021-00017-9

[8]. الكود المصرى لتصميم وتنفيذ اعمال المبانى كود رقم 204 لسنة 2005

[9]. Kaitlin Forke, EIT, (2017) earning about the forensic diagnosis of distressed CEB building in west Africa, Online article.