Manufacturing of Thermal and Acoustic Insulating from (White Cement and Hemp Short Fibers) by using Recycled Paper

W.M. Salih
Materials Engineering Dept. University of Technology, Baghdad.
E.M. Hadi
Applied Sciences Dept. University of Technology, Baghdad.
Email:enassm.hadi@gmail.com

Received on 1/2/2017 & Accepted on 27/4/2017

Abstract
Thermal and acoustic insulation samples were prepared from white Portland cement. The paste of recycled paper and water was suitable to form secondary roofs, walls, and use as a non-traditional construction materials. The paste made by (paper: water) with different weight ratios) 4:1) (2:1) (1:1). These samples were reinforced by hemp as a natural fibers with weight ratios (10% and 30%), both Physical, thermal, and acoustic insulation properties was studied for the insulation samples. There results reveal decreasing thermal conductivity and increasing acoustic insulation. When the paste (paper: water) at ratio (1:1). At last, the addition of Hemp fibers at ratio (30%) to insulation samples effect on some properties, Thermal conductivity decrease to (0.2W/Mk). While the acoustic insulation increase when the acoustic level decrease to (90dB), bending and diametrical strengths increase with this addition, Finally these composites materials have a combustion resistance, no emitted toxic gas led this material can be an eco-friendly materials.

تصنيع عوازل حرارية وصوتية من (الاسمنت الابيض والياف القنب القصيرة) بإعادة تدوير مخلفات الورق

الخلاصة
حضرت نماذج العوازل الحرارية والصوتية من الاسمنت الابيض البورتلاندي وعجينة الورق التالف والماء تناسب انتاج السقوف والجدران الثانوية وتستخدم كمواد بناء غير تقليدية، حضرت عجينة (الورق: الماء) بنسب وزنية مختلفة (4:1) و(2:1) و(1:1) , تم تدعيم النماذج بألياف نبات القنب الطبيعية وبالنسب الوزنية (10%,30%), درست الخصائص الفيزيائية والحرارية وخصائص العزل الصوتي للنماذج المحضرة. اظهرت النتائج ان الموصيلية الحرارية تنخفض والعزل الصوتي يزداد بإضافة عجينة (الورق: الماء) بنسبة (1:1). بإضافة الياف نبات القنب بنسبة (30%) تنخفض الموصيلية الحرارية الى (0.2W/mK) بينما يزداد العزل الصوتي اذ ينخفض مستوى الصوت المار الى (90dB) وتزداد متانة الانحناء والكسر المحوري للمادة المركبة، واخيرا المادة المركبة المحضرة تمتلك مقاومة جيدة للاحتراق ولا تبعث غاز سام فهي من المواد الصديقة للبيئة.
الكلمات المفتاحية: الاسمنت الابيض، اعادة تدوير الورق، سقوف وجدران ثانوية، عوازل حرارية وصوتية.

-المقدمة:
ينتج الاسمنت من تفاعل الحجر الجيري مع الطين بنسبة (1:3). ويتم هذا التفاعل في افران خاصة عند درجة حرارة تصل كمعدل الى (1400℃)، يحدد الحجر الجيري لون الإسمنت النهائي، فإذا كان الحجر الجيري يحتوي على عنصر المغنسيوم او بعض اكاسيد الحديد فإن لون الإسمنت النهائي يكون اللون الاسود بينما إذا كان الحجر الجيري في صورة نقية اي خالية من المغنسيوم او اكاسيد الحديد فإن الإسمنت الناتج يكون الإسمنت الابيض، عمليا يكون الاختلاف في النقاط الاتية:[2,1]

الإسمنت الابيض: والأنسب في اعمال الديكور المختلفة واعمال الحجر الصناعي والموزاييك وصناعة السقوف الثانوية لما للون الابيض من قابلية في التشكيل والتلوين بالأصباغ وهو غير متاح في الاسمنت الاسود.

الإسمنت الاسود: والأعلى قدرة على مقاومة الكبريات والكلوريدات التي قد توجد في المياه والتربة وعوامل الجو، لهذا يفضل الاسمنت الاسود في كافة مراحل الاعمال الانشائية.
الاسمنت البورتلاندي احد اهم انواع الاسمنت واكثرها شيوعا والجدول (1) يوضح المركبات الرئيسة للإسمنت البورتلاندي مع رموزها المختصرة:C=CaO, S=SiO2 , A=Al2O3 , F=Fe2O3, H=H2O [2,1].

https://doi.org/10.30684/etj.35.1C.14
2412-0758/University of Technology-Iraq, Baghdad, Iraq
This is an open access article under the CC BY 4.0 license http://creativecommons.org/licenses/by/4.

جدول 1: المركبات الرئيسة للإسمنت البورتلاندي.

المركب	الرمز المختصر	التركيب الكيميائي
سيليكات ثلاثي الكالسيوم	C_3S	$3CaO.SiO_2$
سيليكات ثنائي الكالسيوم	C_2S	$2CaO.SiO_2$
ألومينات ثلاثي الكالسيوم	C_3A	$3CaO.Al_2O_3$
ألومينات حديد رباعي الكالسيوم	C_4AF	$4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$

تتحول عجينة الإسمنت الابيض من الحالة اللدنة إلى الحالة الصلبة بمرحلتين: التجمد الابتدائي (Initial Setting) والتجمد النهائي (Final Setting) وبالرغم من اكتساب عجينة الإسمنت بعض المقاومة خلال التجمد الا انه يختلف عن التصلب (Hardening) الذي يشير إلى عملية اكتساب المقاومة ويتأثر زمن التجمد لعجينة الإسمنت الابيض بالتركيب الكيميائي للإسمنت وتزداد سرعة التجمد بزيادة النعومة نتيجة زيادة المساحة السطحية المعرضة للتفاعل مع الماء، العجينة ذات نسبة الماء العالية تتجمد أبطأ من العجينة الجافة وهي من العوامل الاساسية التي تؤثر على عملية التجمد، تبرز أهمية فترة التجمد في كونها يجب أن تكون كافية لإتمام عمليات النقل والصب والرص للمنتج، ومن ناحية أخرى يكون من الافضل اقتصادياً أن تتصلب العجينة خلال فترة معقولة بعد صبها موقعيا [2,1].

ودرس الباحثان مازن وخالد [3] امكانية استخدام مواد تالفة معادة لتدعيم الخرسانة ذاتية الرص ثنائية الاتجاه المسلحة بنوعين مختلفين من الالياف المعاد تدويرها (البولي اثيلين تريفثالايت (PET) والعلب المعدنية للمشروبات الغازية), وما تأثير اضافة نسب حجمية مختلفة (0.1% , 0.25% , 0.4%) من هذه الالياف وبنسبة مزج (100% , 0%) و (50%, 50%) و 100%) (0% , (معدنية - بلاستيكية) على التوالي، اظهرت نتائج فحص البلاطات الخرسانية تحت حمل ساكن ان اضافة الالياف البوليمرية زاد مقاومة شد الانشطار (من3.34 الى4.891)MPa واقصى حمل انضغاط (من 59.05 الى61.63)MPa .

اما في مجال العزل الصوتي والحراري فقد قامت الباحثة سالي وفريقها [4] بتحضير مادة مركبة بوليميرية ودراسة الخصائص بشكل عام كالخصائص الميكانيكية والفيزيائية وبضمنها العزل الصوتي لتحضير بدائل بوليميرية لمواد البناء التقليدية، حضرت المتراكبات من البولي استر غير المشبع والالياف الطبيعية، اظهرت النتائج تحسن بالخصائص وبضمنها العزل الصوتي.

وحضر الباحث قاسم وفريقه [5] مواد مركبة من البلاستك والمخلفات الزراعية بنسب مختلفة لتحسين الخواص الحرارية وتقليل الكلفة، وقد اظهرت النتائج زيادة بصلادة شورD (من 72.0 الى 81.50) وزيادة بدرجة حرارة التلين (من72.0 الى 81.50)℃ للمادة المركبة المحضرة من البولي بروبلين وقشور الرز المطحون مما يتيح استخدام تلك المتراكبات كمواد بناء غير تقليدية.

واستخدم الباحثان سعد واوهام [6] راتنج البولي استر غير المشبع لإنتاج متراكب بوليمري يصلح كعازل حراري وصوتي بإضافة الياف صناعية (الياف الزجاج) والياف طبيعية (الياف الجوت، الياف القصب، سعف النخيل) اظهرت النتائج ان العزل الحراري والصوتي للمتراكبات المسلحة بألياف الجوت هو الاعلى مقارنة بالألياف الاخرى.

الهدف من البحث:

اعادة تدوير الورق التالف واستخدامه في تحضير مادة مركبة من الاسمنت البورتلاندي الابيض المدعم بألياف نبات القنب القصيرة. تناسب المادة المركبة المحضرة انتاج سقوف وجدران ثانوية ذات عزل حراري وصوتي عالي واطئة الكلفة، اضيفت الياف نبات القنب كمادة مدعمة للحصول على متانة عالية ولتعزيز العزل الحراري والصوتي بالألياف الطبيعية لنماذج السقوف والجدران الثانوية المنتجة تبعا لخصائص نبات القنب.

2-الجانب العملي

المواد المستخدمة والخطوات العملية

استخدم الإسمنت البورتلاندي الأبيض المتوفر في الأسواق كمادة انشائية، منتج وفقا للمواصفة الامريكية (ASTM C 150-02) و(IQS 5/1984) تركي المنشأ، اما فيما يخص الورق فقد تم امرار الورق التالف المستخدم عبر جهاز اتلاف الورق ثم غمر بالماء وبنسب وزنية مختلفة، خلط جيدا بالخلاط الكهربائي وترك لمدة اسبوع ليتخمر في حاويات محكمة الاغلاق لمنع تبخر الماء وحفظت في البراد للحصول على مادة مناسبة لعجن الإسمنت الابيض، استخدمت الياف نبات القنب (Hemp) القصيرة اقل من 5(cm) كمواد تدعيم طبيعية، خفيفة الكتلة، متوفرة، ومنخفضة الكلفة، والأهم تعتبر من المواد الصديقة للبيئة، نبات القنب يعتبر من الالياف النباتية الطبيعية والتي تتكون بشكل رئيس من خلايا مجوفة سليلوزية او شبه سليلوزية مرتبطة معا بمادة بوليمرية طبيعية (اللكنين), وهي بذلك عازل صوتي وحراري طبيعي وبنفس الوقت تدعم الاسمنت الأبيض ميكانيكيا [7], الجدول (2) يوضح خصائص الياف نبات القنب.

جدول 2: خصائص الياف نبات القنب[8]

الكثافة (g/cm^3)	الاستطالة (%)	مقاومة الشد (MPa)	معامل المرونة (Gpa)
1.48	1.6	550-900	70

اما الجدول (3) فيوضح نسب خلطات الورق التالف والماء المحضرة لتحضير عجينة الورق والماء.

جدول 3: نسب خلطات الورق التالف الى الماء ورموزها

الخلطات غير المدعمة	الخلطات المدعمة بنسبة 10%	الخلطات المدعمة بنسبة 30%
A	A1	A2
B	B1	B2
C	C1	C2

والجدول (4) يوضح النسب الوزنية لخلطات الإسمنت والماء المنتجة عمليا المدعمة وغير المدعمة بألياف نبات القنب القصيرة، باضافة نسب اعلى تصبح الخلطة صعبة التشكيل وتحتوي على نسبة الياف عالية تجعل الخلطة غير متماسكة بعد التصلب. اضيف مسحوق كاربونات الصوديوم (Na_2CO_3) بنقاوة (99.9%) منتج من قبل شركة (BDH Chemicals Ltd) بريطاني المنشأ، كعامل مساعد بنسبة (5%) ليسهم بتحسين ظروف التصلب من ناحية ويحسن خصائص المنتج من ناحية اخرى بتعزيز التفاعل الكيميائي والاواصر الكيميائية بعد عملية التصلب [8]، تم خلط الإسمنت الابيض مع خلطة الورق والماء بنسبة ثابتة معتمدة عمليا للإسمنت وهي (1:2) (الإسمنت: الماء). الخلطات ذات انسياب وتشغيل جيد.

جدول 4: النسب الوزنية لخلطات الإسمنت وعجينة الورق والماء المدعمة وغير المدعمة بألياف القنب القصير

رمز الخلطة	نسبة (الورق: الماء)
A	4:1
B	2:1
C	1:1

تم تهيئة قوالب من الخشب بشكل إطار مربع ناعمة السطوح وضعت على سطح من الزجاج ولمنع الالتصاق وضعت طبقة من البلاستك الحراري لصب الخلطات حتى تتصلب بعد (24) ساعة فتحت القوالب واستخرجت النماذج, تركت لتتصلب وتجف لمدة (72) ساعة والشكل (1) يوضح النماذج المحضرة بعد تصلب النماذج تم تنعيم السطوح وتعديل الجوانب.

الاختبارات:

الكثافة والمسامية الظاهرية ونسبة امتصاص الماء:

(Apparent Density, Porosity, and water absorption ratio)

وفقاً للمواصفة الأمريكية (ASTM -C373) تم حساب المسامية والكثافة الظاهرية ونسبة امتصاص الماء من العلاقات الآتية:

المسامية الظاهرية

$$A.P\% = ms - md/ms - mi \times 100\%. (1)$$

الكثافة الظاهرية

$$A.D = md\ /ms - mi \times \rho w. (2)$$

نسبة امتصاص الماء

$$W.A\% = (ms - md\ /md) \times 100\%. (3)$$

حيث إن:

md. كتلة النموذج وهو جاف (g).

mi. كتلة النموذج وهو مغمور(g).

ms. كتلة النموذج وهو رطب (المسامات المفتوحة مملوءة بالماء) (g).

ρw. كثافة الماء (g/cm^3).

الموصيلية الحرارية (Thermal Conductivity) :
تم حساب الموصيلية الحرارية بشكل مباشر بواسطة جهاز قياس الموصيلية الحرارية (TPS 500 سويدي المنشأ)، جهاز الموصيلية الحرارية رقمي يعطي النتائج بشكل مباشرودقيق, الشكل (2) يوضح جهاز قياس الموصيلية الحرارية.

متانة الإنحناء ومتانة الكسر المحوري:
وفقاً للمواصفة الأمريكية (ASTM - C1116) تم حساب متانة الإنحناء بتطبيق اختبار ثلاثي النقطة, باعتماد العلاقة الآتية:

$$\text{(Bending Strength)}\quad B.S = \frac{3FL}{2b\,d^2}\quad \frac{N}{mm^2}\ .(4)$$

حيث إن:
F. القوة المسلطة (N).
L. المسافة بين نقطتي الأرتكاز (mm).
b. عرض النموذج (mm).
d. سمك النموذج (mm).
وتحسب متانة الكسر المحوري (σ_D)عند الكسر من العلاقة الآتية:

$$\sigma_D = \frac{2F}{\pi AD}\quad \frac{N}{mm^2}\qquad .(5)$$

حيث إن:
D. قطر النموذج (mm).
A. سمك النموذج (mm).

خشونة السطح (Surface Roughnes)
تم قياس خشونة السطح بواسطة جهاز رقمي يعطي قيمة (*Ra) مباشرة بعد ان يتحرك المنزلق مسافة قياسية على سطح النموذج mm (9) وهي:
(The Arithmetical - Mean Surface Roughness Value) وتمت معايرة الجهاز قبل الاختبار باستخدام نموذج قياسي معلوم الخشونة [9].

العزل الصوتي (Acoustic Insulating)وفقا
للمواصفة الامريكية (ASTM - E336) وباستخدام جهاز مصنع محليا يتكون من صندوق من الخشب ويحتوي على أربعة أجزاء رئيسة:
اداة توليد الموجات (UNIT 092812).
اداة تضخيم الصوت (TNG-type; AV298).
مكبر الصوت.
اداة استقبال الصوت (RANGE 30 dB -130 dB)
يبدأ الاختبار عندما تتولد موجات الصوت في مولد الموجات وتتضخم ثم تنتقل الى مكبر الصوت والذي هو بتماس مباشر مع الصندوق الخشبي، يوضع النموذج قيد الاختبار في منتصف الصندوق الخشبي بداخل إطار من الخشب بالأبعاد التالية: mm^3(3×240×240) وتمثل (سمك×طول×عرض), عندما يغلق الصندوق الخشبي تولد موجات بترددات مختلفة تصل الى (15)
تردد ولكل تردد تسجل الموجات الواصلة الى المستقبل، وتمت معايرة الجهاز قبل الاختبار. الشكل (3) يوضح منظومة قياس العزل الصوتي.

الاحتراق (Combustion)
من الضروري تقييم احتراق المنتج ويتم عن طريق تعريضه بشكل مباشر لمشعل لهب (شعلة غاز الاكسي استيلينية) اذ تصل درجة حرارة اللهب الى أكثر من ℃ (3300) باختبار اتلافي وتعرضت النماذج لمدة (15) دقيقة وتقييم التلف بصريا[9].

النتائج والمناقشة:
الكثافة والمسامية الظاهرية ونسبة امتصاص الماء:
تعتمد المسامية النهائية للإسمنت بعد عملية التصلب على نسبة الماء المضافة اثناء التحضير، اضافة نسبة ماء مرتفعة تؤدي الى نسبة مسامية مرتفعة وتبعا لذلك نسبة امتصاص الماء مرتفعة وكثافة ظاهرية منخفضة، اثناء تحضير الخلطات لم نضف الماء بشكل مباشر للخلط وانما خلطة الورق والماء فغمر الورق بالماء ادى الى تشكيل سائل لزج يعمل كمادة رابطة لوجود الماء

ومدعمة بنفس الوقت لوجود الورق، الشكلين (4,5) يوضحان تغير المسامية الظاهرية ونسبة امتصاص الماء لخلطات الإسمنت المحضر قبل وبعد التدعيم بألياف القنب القصيرة وعلى التوالي، اما الشكل (6) فيوضح تغير الكثافة الظاهرية لخلطات الإسمنت المحضرة قبل وبعد التدعيم بنبات القنب.

اظهرت النتائج ان نماذج الخلطة A تمتلك نسبتي مسامية ظاهرية و امتصاص الماء مرتفعة وكثافة ظاهرية منخفضة، اما نتائج الخلطة B فقد اظهرت نسبتي مسامية ظاهرية وامتصاص الماء وكثافة ظاهرية متوسطة، اخيرا نتائج الخلطة C اذ امتلكت نسبتي مسامية ظاهرية وامتصاص الماء منخفضة وكثافة ظاهرية مرتفعة، كلما ازدادت نسبة الماء في خلطة الماء والورق ازدادت نسبة الماء في خلطة الإسمنت وبالتالي تتصلب كتلة الإسمنت مع نسبة ماء فائضة عن حاجة التفاعل بعد تصلب الإسمنت يجف الماء ويترك مسامات في الكتلة الإسمنتية الصلبة، شكل المسامات ونوعها وتوزيعها يؤثر وبشكل كبير في المسامية الظاهرية وامتصاص الماء والكثافة الظاهرية، الشكل (7) يوضح صور البنية المجهرية للإسمنت المحضر بواسطة المجهر الالكتروني الماسح، من خلال دراسة البنية المجهرية للإسمنت المحضر من اضافة عجينة الورق والماء، اظهرت صور البنية ان نسبة المسامية في الإسمنت المحضر من خلطه بعجينة الورق والماء منخفضة اذ يعمل الورق والسائل اللزج على ملئ بالفراغات مقارنة بنتائج الباحث[8]. والذي اضاف الماء الى الاسمنت لغرض تشكيله هذا فيما يخص تأثير الخلطات من حيث نسبة (الورق : الماء)، اما تأثير التدعيم بنبات القنب فقد اظهرت النتائج حصول ارتفاع في الكثافة الظاهرية وانخفاض بنسبتي المسامية الظاهرية وامتصاص الماء عند اضافة الياف القنب القصيرة فبزيادة نسبة التدعيم تزداد الكثافة الظاهرية وتنخفض نسبتي المسامية الظاهرية وامتصاص الماء ولكل الخلطات، اذ تعمل الياف القنب القصيرة على ملئ بعض المسامات في المصبوبة النهائية وزيادة تماسك الخلطة اثناء التشكيل والصب، لامتلاكه كثافة منخفضة مقارنة بالألياف الصناعية ذات الكثافة الاعلى نسبيا, تمتلك الخلطة C2 نسبتي المسامية الظاهرية وامتصاص الماء الأقل والكثافة الظاهرية الأعلى.

الموصيلية الحرارية:

تعتمد الموصيلية الحرارية في معظم العوازل الحرارية بشكل كبير على نسبة المسامات في العازل وشكلها ونوعها كمسامات مفتوحة متصلة او مسامات مغلقة معزولة، وتعد الفجوات اساس العزل الحراري في الجدران[11,10]. الشكل (8) يوضح تغير الموصيلية الحرارية لخلطات الإسمنت المحضرة قبل وبعد التدعيم بنبات القنب، تمتلك الخلطات C2,B2,A2 موصيلية حرارية منخفضة مقارنة بالخلطات C,B,A والخلطات B1,A1, C1 وبالأخص الخلطة C2 نتيجة للنسبة المرتفعة للورق ولنبات القنب في الخلطة، لقد اظهرت صور البنية المجهرية ان نسبة المسامات منخفضة للخلطة C2 ولكنها تسهم بالعزل الحراري، اي ان العزل الحراري في المصبوبة المحضرة لا يعتمد على مسامات الاسمنت واعاقتها لانتقال الفونون وانما على العزل الحراري لألياف نبات القنب والورق والتي تتكون بشكل رئيس من خلايا سليلوزية او شبه سليلوزية مجوفة تعيق انتقال الحرارة، فعلى الرغم من انخفاض نسبة المسامية الظاهرية في المصبوبة إلا ان الموصيلية الحرارية لا ترتفع وذلك نتيجة لخصائص الياف القنب القصيرة والورق فهي ذات موصيلية حرارية منخفضة.

متانة الانحناء ومتانة الكسر المحوري: تتعرض السقوف والجدران الثانوية لأحمال مختلفة ثابتة ومتغيرة اثناء التثبيت والاستخدام ومن الضروري دراسة خصائصها الميكانيكية والتي تعتمد بشكل كبير على الخصائص الفيزيائية والمتمثلة بالمسامية والكثافة الظاهرية، الشكل (9) يوضح تغير متانة الانحناء لخلطات الإسمنت المحضرة قبل وبعد التدعيم بألياف القنب القصيرة، اما الشكل (10) فيوضح تغير متانة الكسر المحوري لخلطات الإسمنت المحضرة قبل وبعد التدعيم بألياف القنب القصيرة. اظهرت النتائج ان نماذج الخلطة A تمتلك متانة انحناء ومتانة كسر محوري منخفضة وذلك نتيجة لنسبة الماء العالية في خلطة الورق والماء والتي تؤدي الى نسبة مسامية مرتفعة وكثافة منخفضة في المصبوبة النهائية مما يجعل المصبوبة خفيفة وضعيفة ميكانيكيا، اما نتائج الخلطة B فقد اظهرت متانة انحناء متوسطة تبعا للخصائص الفيزيائية المتوسطة، اخيرا نتائج الخلطة C والتي اظهرت متانة انحناء ومتانة كسر محوري مرتفعة وذلك نتيجة لنسبة الماء المنخفضة في خلطة الورق والماء والتي تؤدي الى نسبة المسامية المنخفضة والكثافة المرتفعة في المصبوبة النهائية، اما تأثير التدعيم بألياف القنب القصيرة فهو واضح وبشكل كبير بزيادة متانة الانحناء ومتانة الكسر المحوري بعد التدعيم بكلا النسبتين (10%,30%)، اذ تمتلك الخلطات C2,B2,A2 متانة انحناء ومتانة كسر محوري مرتفعة مقارنة بالخلطات C,B,A والخلطات B1,A1, C1, وبالأخص الخلطة C2 نتيجة لكثافتها المرتفعة ونسبة المسامية المنخفضة ونسبة التدعيم المرتفعة اذ تعمل الياف القنب القصيرة على زيادة المتانة عن طريق اعاقة الشقوق الدقيقة فهي تشكل شبكة دعم. ولغرض الربط بين الخصائص تم رسم مخطط بين متانة الكسر المحوري والموصلية الحرارية خلطات الاسمنت الابيض وكما موضح في الشكل (11) من الشكل يتضح ان الخلطة C2 تمتلك افضل عزل حراري ومتانة ميكانيكية مقارنة بباقي الخلطات A ,B .

خشونة السطح:

تعتبر خشونة السطح من الخصائص المهمة اثناء تصنيع السقوف والجدران الثانوية فهي مطلوبة اثناء التغليف والتثبيت اما من الناحية الجمالية والديكور وانعكاس الضوء فخشونة السطح غير مرغوب بها اذ تؤدي الى انعكاس الضوء بشكل عشوائي وبجميع الاتجاهات، وقد تدخل الخشونة الناتجة عن عناصر التدعيم ضمن الديكور ايضا[12]. الشكل (12) يوضح تغير خشونة السطح لخلطات الإسمنت المحضرة قبل وبعد التدعيم بألياف القنب القصيرة، اظهرت النتائج ان خشونة السطح تنخفض بارتفاع الكثافة الظاهرية وانخفاض المسامية الظاهرية للخلطات قبل التدعيم وتزداد بزيادة نسبة التدعيم بألياف القنب القصيرة لكل خلطة, خشونة السطح تنتج عن المسامات والياف القنب القصيرة، الزيادة بالخشونة ليست كبيرة ولا تضر بالمصبوبة المحضرة.

العزل الصوتي:

يعتبر العزل الصوتي من الخصائص المهمة جدا للسقوف والجدران الثانوية فمرور الصوت عبر الجدار عامل سلبي للجدران والسقوف الثانوية خصوصا الجدران المستخدمة في تطبيقات خاصة كالمستشفيات وغرف التسجيل الصوتي في الاستوديوهات، وفي حياتنا اليومية يعتبر العزل الصوتي عامل مهم لتجنب التلوث بالضوضاء في المنازل والمدارس، اجري اختبار الصوت في المختبر وفيه تكون المنظومة ساكنة تماما لتجنب الضوضاء التي تؤثر بشكل كبير على دقة الاختبار، الشكل (13) يوضح تغير مستوى الصوت لخلطات الإسمنت المحضرة قبل وبعد التدعيم بنبات القنب. اظهرت النتائج ان نماذج الخلطة A تمتلك عزل صوتي منخفض على الرغم من نسبة الماء المرتفعة في خلطة الورق والماء والتي تؤدي الى نسبة المسامية المرتفعة والكثافة المنخفضة في المصبوبة النهائية، اما نتائج الخلطة B فقد اظهرت عزل صوتي متوسط تبعا للخصائص الفيزيائية المتوسطة، اخيرا نتائج الخلطة C والتي اظهرت عزل صوتي مرتفع على الرغم من نسبة الماء المنخفضة في خلطة الورق والماء والتي تؤدي الى نسبة المسامية المنخفضة والكثافة المرتفعة في المصبوبة النهائية، اذ تؤثر نسبة الورق العالية بشكل كبير كعازل صوتي في المصبوبة النهائية، اي ان العزل الصوتي للورق المضاف في الخلطة C له تأثير اوضح في السلوك من العزل الصوتي للمسامات في الخلطة A, اما تأثير التدعيم بألياف القنب القصيرة فهو واضح وبشكل كبير، اذ تمتلك الخلطات C2,B2,A2 عزل حراري وصوتي مرتفع مقارنة بالخلطات C,B,A والخلطات B1,A1, C1 وبالأخص الخلطة C2 نتيجة لنسبة التدعيم المرتفعة اذ تعمل شعيرات نبات القنب على زيادة العزل الصوتي وبشكل كبير تبعا لطبيعة تركيب الياف نبات القنب، لاحتوائه بشكل رئيس على خلايا مجوفة عازلة للصوت فهو عازل حراري وصوتي طبيعي يدخل في تحضير المواد المتراكبة البوليمرية لتعزيز العزل الحراري والصوتي لها [13].

الاحتراق:

عند استخدام السقوف والجدران الثانوية عمليا في المنازل والمنشآت المختلفة قد تتعرض الى خطر الحرائق، تم اختبار احتراق المصبوبات المحضرة من الإسمنت وعجينة الورق والماء، الشكل (14) يوضح اختبار مقاومة الاحتراق لخلطات الإسمنت المحضرة قبل وبعد التدعيم بنبات القنب. اذ تم تعريضها بشكل مباشر لمشعل نار وهي ذات مقاومة جيدة تجاه الحرارة مقارنة بالجدران والسقوف الثانوية المحضرة من الفلين والمواد المتراكبة البوليمرية والتي تحترق بسهولة أولا وتبعث غازات سامة قاتلة خطرة على حياة الانسان ثانيا[8].

الاستنتاجات:

تنخفض المسامية وترتفع الكثافة بانخفاض نسبة الماء في عجينة الورق والماء اذ لا يوجد ماء زائد يترك مسامات في الإسمنت بعد التصلب.

تزداد الكتلة بإضافة عجينة الورق والماء الى الاسمنت الابيض.

اضافة الياف القنب تدعم الإسمنت ميكانيكيا اذ تزداد متانة الانحناء من MPa (6.7) قبل التدعيم الى MPa (7.8) بعد التدعيم بنسبة (10%) والى (9) بعد التدعيم بنسبة (30%).

تزداد متانة الكسر المحوري من MPa (7.7) قبل التدعيم بألياف القنب القصيرة الى MPa (8.1) بعد التدعيم بنسبة (10%) والى MPa (10) بعد التدعيم بنسبة (30%).

اضافة الياف القنب القصيرة تحسن كلا من العزل الحراري والعزل الصوتي وبشكل ممتاز نتيجة لطبيعة بنية الالياف النباتية الطبيعية.

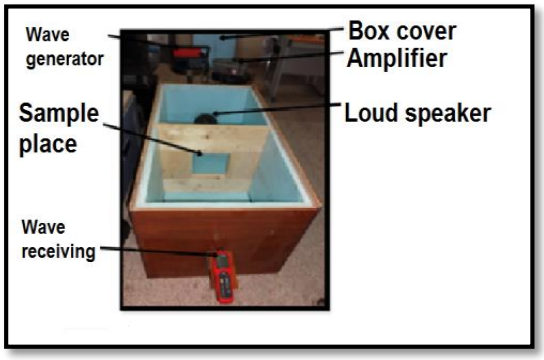
تنخفض الموصيلية الحرارية من W/mK (0.55) قبل التدعيم بالياف القنب القصيرة الى W/mK (0.4) بعد التدعيم بنسبة (10%) والى W/mK (0.2) بعد التدعيم بنسبة (30%).

يزداد العزل الصوتي وينخفض مستوى الصوت من dB (103.6) قبل التدعيم بألياف القنب القصيرة الى dB (98.8) عند التدعيم بنسبة (10%) والى dB (91.6) عند التدعيم بنسبة (30%).

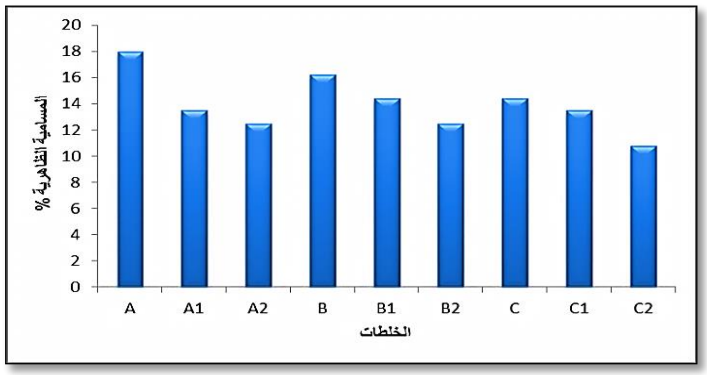
النماذج المحضرة ذات مقاومة جيدة للاحتراق فهي تقلل من خطر الاحتراق ولا تحترق، ولا تبعث غازات سامة اثناء تعرضها للحرارة، وهي مواد صديقة للبيئة فهي محضرة من الاسمنت الابيض (مواد سيراميكية) ومخلفات الورق مقارنة مع السقوف والجدران لثانوية المحضرة من مواد اخرى كالفلين والبوليمرات.

شكل 1: نماذج اختبار العزل الصوتي.

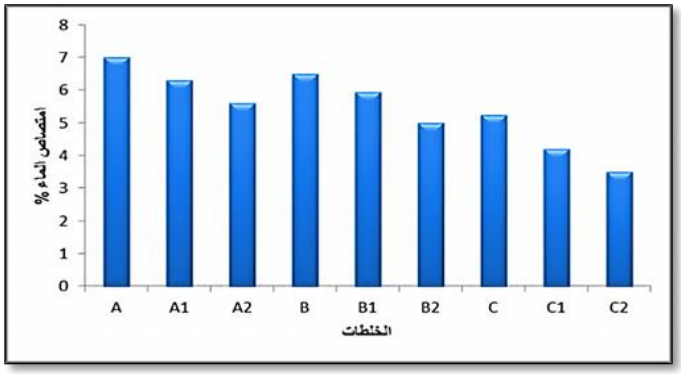
شكل 2: جهاز قياس التوصيلية الحرارية.



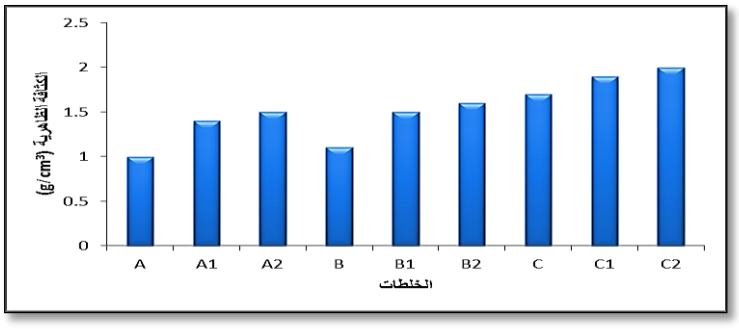
شكل 3: منظومة قياس العزل الصوتي.



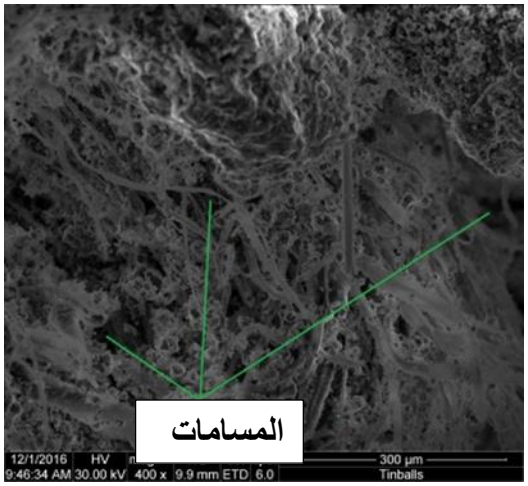
شكل 4: تغير المسامية الظاهرية لخلطات الإسمنت المحضرة قبل وبعد التدعيم بنبات القنب.

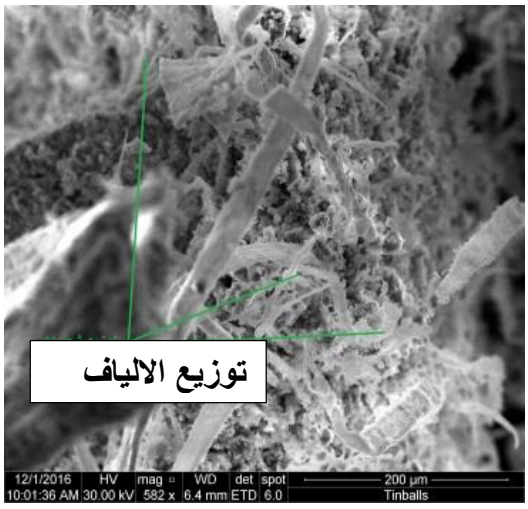


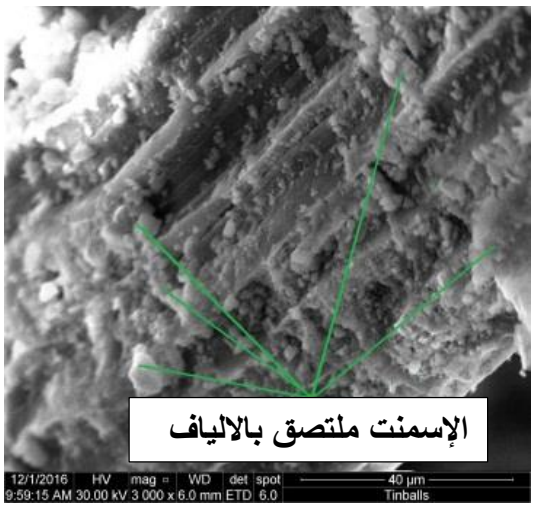
شكل 5: تغير نسبة امتصاص الماء لخلطات الإسمنت المحضرة قبل وبعد التدعيم بنبات القنب.



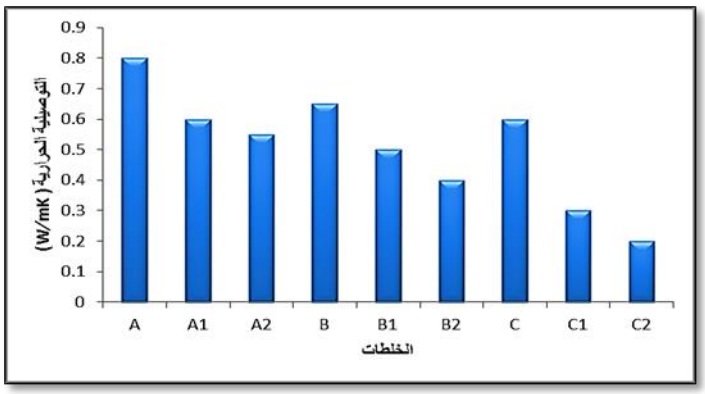
شكل 6: تغير الكثافة الظاهرية لخلطات الإسمنت المحضرة قبل وبعد التدعيم بنبات القنب



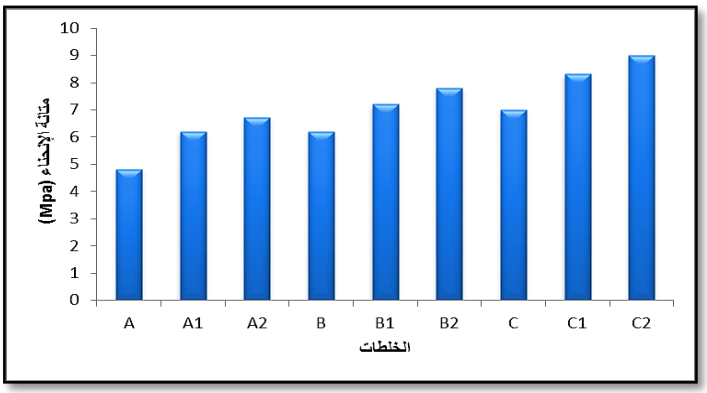




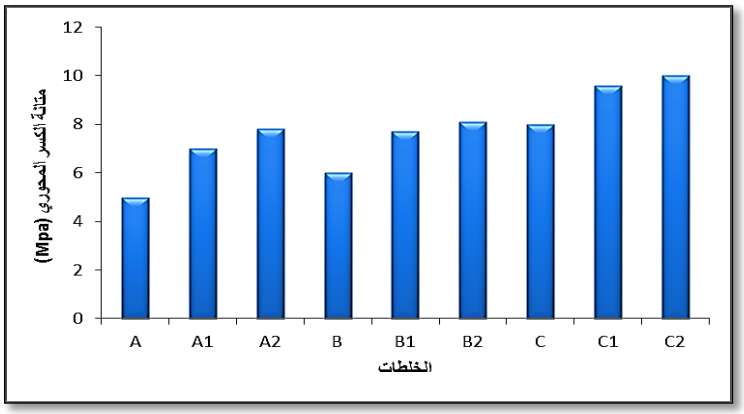
شكل 7: البنية المجهرية للخلطة (C2) المحضرة من اضافة عجينة الورق والماء للإسمنت الابيض.



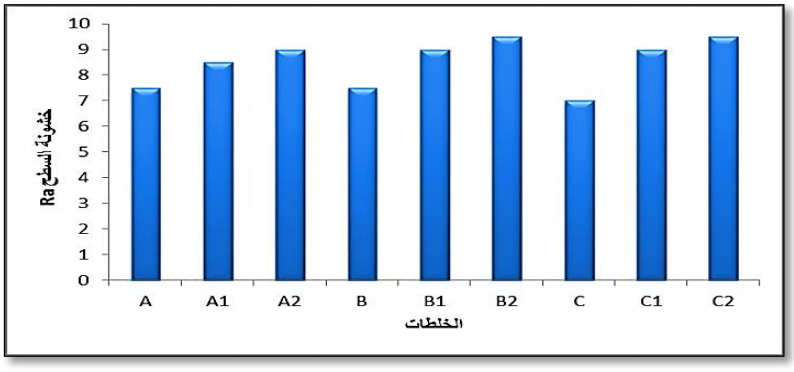
شكل 8: تغير الموصيلية الحرارية لخلطات الإسمنت المحضرة قبل وبعد التدعيم بنبات القنب



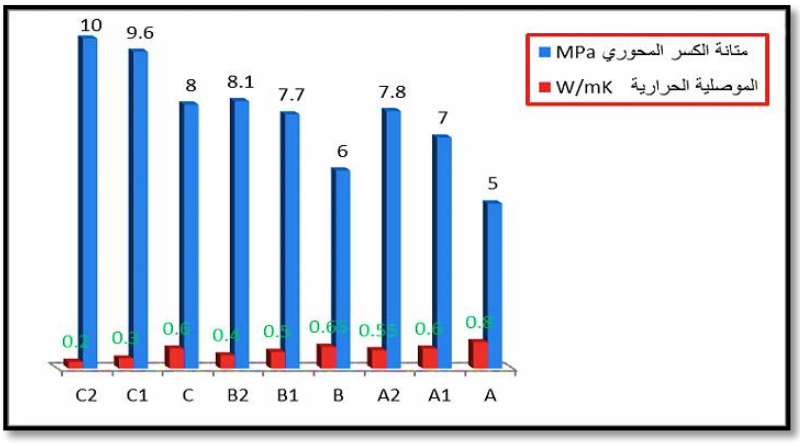
شكل 9: تغير متانة الانحناء لخلطات الإسمنت المحضرة قبل وبعد التدعيم بنبات القنب.



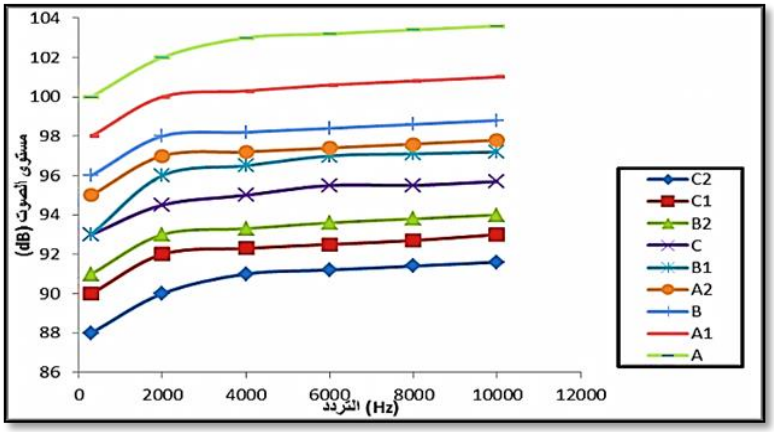
شكل 10: تغير متانة الكسر المحوري لخلطات الإسمنت المحضرة قبل وبعد التدعيم بنبات القنب.



شكل 11: العلاقة بين متانة الكسر المحوري والموصلية الحرارية.



شكل 12: تغير خشونة السطح لخلطات الإسمنت المحضرة قبل وبعد التدعيم بنبات القنب.



شكل 13: تغير العزل الصوتي لخلطات الإسمنت المحضرة قبل وبعد التدعيم بنبات القنب.

شكل 14: اختبار مقاومة الاحتراق (سطح النموذج) بعد التعرض للهب الشعلة.

المصادر:

[1]. W. D. Callister, "Materials Science and Engineering An Introduction," John Wiley & Sons, Inc, United States of America, 2009.
[2]. J. F. Shackelford and R. H. Doremus, "Ceramic and Glass Materials," Springer, New York 2008.

[3]. مازن برهان الدين عبد الرحمن وخالد جمال احمد, "تصرف البلاطات الخرسانية ذاتية الرص ثنائية الاتجاه المعززة بألياف النفايات الهجينة تحت الحمل الساكن", مجلة المندسة والتكنولوجيا، المجلد34, العدد 9، الجزء (A) ,2016، ص 232 - 245.
[4]. S.A. Kadhum, K.M. Shabeeb and M.A. Hussein, "Investigation of Tensile, Physical and Microstructure Properties for Chemically Treated Sawdust/ UPE Composites", M.Sc. thesis ,Materials Engineering Department , University of Technology, Bagdad, Iraq, 2015.
[5]. Q.A.S. Ahmed, Z.A. Sarkis, A.S. Owaid and A.A. Hashim, "Improving Thermal Properties and Reducing Total cost of Plastic-Agricultural Residues Composites used as Non-Traditional Building Materials",Eng. &Tech. Journal, Vol.33,Part (B), No.4, 2015, pp 612-620.
[6]. S.A. Fouad and A.M. Hameed, "Synthesis and Study of Some Properties of Eco - Friendly Polymer Composites", M.Sc. thesis , Department of Applied Science, University of Technology, Bagdad, Iraq, 2016.
[7]. N.N. Nahas, "New development in composite materials recyclable and environment friendly composite materials", Professorfaculty of Engineering King Abdul Aziz University Jeddah, Saudia Arabia, Vol.16, No.1,
005.
[8]. H. Canola, C. Echavarria and J.C.Sanchez,"Recipanel: Recycled Paper Panels", Medellin, Vol.79, No.171, 2012.
[9]. جعفر الحيدري, "اختبارات المواد الهندسية"، الطبعة الأولى دار المعتز للنشر والتوزيع، عمان، الاردن 2004.
[10]. Q.J. Abdul Ghafour and B.K. Mahmoud, "Experimental Study of Ventilated Cavity Wall on Building CoolingLoad", Eng. & Tech. Journal, Vol.33, Part (A), No.7, 2015, pp133-145.
[11]. A. Lyons, "Materials for Architects and Builders", Elsevier, British, 2007.
[12]. A. Mulyono, S. Mona and J. Lulut, "Recycling Roof Tile Waste Material for Wall Cover Tiles", Makara Seri Teknologi, Vol.17, No.3, 2013.
[13]. R.H. Mohammed, M.A. Hassan and N.S. Sadeq, "The edition effect of natural fibers on polymeric materials and study some of thermal and mechanical properties", Jornal of Al-Nahrain University, Vol.13, No.1, 2010.

1-حاصلة على شهادة الماجستير عام 2000، حاصلة على شهادة الدكتوراه عام 2007. حاصلة على لقب استاذ مساعد. مستمرة بالعمل في الجامعة في مجال المواد المتراكبة البوليمرية.
2-حاصلة على شهادة الماجستير عام 1999 حاصلة على لقب استاذ مساعد عام 2010. حاصلة على شهادة الدكتوراه عام 2015. حاصلة على براءة اختراع في مجال الحراريات عام 2016. مستمرة بالعمل في الجامعة في مجال الحراريات والسيراميك.