# تصنيع ألواح الأبلكاج والكونتر والحبيبى من جريد النخيل

# FABRICATION OF PLYWOOD, LAMINATED SHEETS AND PARTICLEBOARDS FROM PALM LEAVES MIDRIBS

د. مصطفى زكى محمد(١) و أ.د. عبد الملك أبو خشبة(٢)

(١) أستاذ مشارك معار من جامعة المنصورة الى جامعة الملك عبد العزيز بالسعودية

(٢) أستاذ بكلية الهندسة - جامعة الملك عبد العزيز - السعودية

ABSTRACT: The present paper is concerned with the utilization of local resources, available in Arab Countries, to produce and fabricate products replacing the imported wood products. Palm leaves midribs were successfully used to manufacture products equivalent to plywood, laminated wood and particleboards. A wide variety of products were fabricated from palm leaves midribs. These were: plywood boards made up of three layers each 1 mm thick, laminated boards of various thicknesses, particleboards made of particles and/or flax from the midribs with varying percentage of particles and flax, which led to the production of fine, medium and coarse particleboards. These products were totally made from palm leaves midribs. The mechanical and physical tests, recommended to evaluate the mechanical and physical properties of the products according to ASTM Standards, were performed. The properties of the palm leaves midribs products were compared with those gained from tests carried out on similar wood products. The performed tests included: tension, compression, surface hardness, static bending, swelling and fire tests. For plywood, tests were carried out on the specimens in both the direction of longitudinal surface fibers and normal to the surface fibers. The results have clarified that the mechanical properties of palm leaves midribs products were lower by about 30% than those of similar products made of wood. This necessitate the utilization of palm leaves midribs products in all wood applications subjected to moderate or light loads. The palm fabricated products also possess very good appearance without any surface defects.

مستخلص: يتناول هذا البحث دراسة تجريبية لإستغلال الموارد المحلية المتوفرة وغير مستغلة اقتصاديا فى الدول العربية لإنتاج وتصنيع بدائل لمنتجات الأخشاب المستوردة مما يعود بالنفع على الإقتصاد الوطنى بإنشاء صناعات صغيرة وتوفير عملات صعبة. ونظرا لتوافر جريد النخيل وعدم إستخدامة إقتصاديا فقد تناول البحث إستخدام جريد النخيل فى تصنيع منتجات مناظرة للأبلكاج وألواح الكونتر وألواح الحبيبى. وقد تم إجراء الإختبارات اللازمة لتقدير الخواص الميكانيكية والفيزيقية لكل من المنتجات المصنعة من جريد النخيل بنسبة ١٠٠٪ ومثيلاتها المصنعة من الأخشاب تبعا للمواصفات القياسية العالمية وذلك بهدف إجراء مقارنة بينهما. وقد شملت الإختبارات كل من : إختبار الشد - إختبار الضغط - إختبار الإنحناء الإستاتيكى - إختبار الصلادة - إختبار إمتصاص الماء - إختبار طريقة الإنتشار السطحى للهب (الحريق). وقد أوضحت النتائج أن الخواص الميكانيكية للمنتجات المصنعة من جريد النخيل تقل بنسبة حوالى ٣٠٪ عن مثيلاتها المصنعة من الأخشاب مما يتيح أستخدامها فى نفس تطبيقات الأخشاب ولكن عند أحمال متوسطة كما يمكن إستخدامها فى أعمال الديكور وتكسية الحوائط نظرا لجودة مظهرها وعدم إحتواء سطحها على عيوب أو عقد كما فى حالة الأخشاب.

Accepted June, 25, 1996.

## ١ - مقدمـــة :

الخشب هو أكثر المواد الطبيعية أستخداما فى الأغراض الإنشائية وقد أستخدمها الأنسان منذ العصر الحجرى وحتى الآن مازالت تستخدم أكثر من أى مواد أخرى. وتتميز الأخشاب بأنها معقدة التركيب الداخلى وخواصها تعتمد على تركيبها الداخلى [١] وهى سهلة التشغيل والصيانة. والخشب له أهمية كبرى فى المستقبل نظرا لأنه يشكل مصدر طبيعى متجدد يحتاج الى طاقة ضئيلة لتشغيله بعكس معظم المواد الأخرى المعدنية وغير المعدنية. ويتكون التركيب الداخلى للخشب من عدد مكونات أساسيا مادة السيليلوز ذات التركيب الكيمائى [$n\ C_6\ H_{10}\ O_5$] وهو المسؤل عن تكوين الألياف الدقيقة. والسليلوز الخشبى يتميز بدرجة عالية من البلمرة (n) تزيد أحيانا عن ٣٠٠٠٠ وهو يمثل ٤٢٪ من الكتلة الجافة للخشب كما يمثل شبه السليلوز من ٢٥٪ الى ٣٣٪ من الكتله الجافة للخشب والنوع الثالث من مركبات الخشب هو الخشب المحور وهو مادة بلمورية أنفوتيرية ووظيفته ربط الألياف مع بعضها. وألياف الخشب تأخذ شكل وإتجاه محدد مما يجعل الخواص الميكانيكية والطبيعية تعتمد على إتجاه هذه الألياف. كما يحتوى الخشب على مسام تؤثر على خواصه حيث أن إمتصاص الماء فى الفجوات والتصاقه بسطوح الألياف يؤدى الى تغير غير منتظم فى الحجم مما ينتج إجهادات داخلية تؤدى الى إلتواء الخشب. وقد أستخدم الإنسان الأخشاب على عدة صور منها الأخشاب المستديرة - الألواح الخشبية - الأخشاب المطورة والتى تشمل الأبلكاج والأخشاب الشرائحية (الكونتر) والخشب الحبيبى والورق.

يعد شجر النخيل من أقدم أشجار الفاكهه وترجع زراعته الى أكثر من ١٠ آلاف سنة ومنطقة العالم العربى من أوسع المناطق أنتشارا فى زراعته حيث الظروف البيئية والمناخية المناسبة [٢]. ورغم تعدد الإستفادة من أجزاء شجرة النخيل الا أن جريد النخيل الذى يقلم سنويا بأعداد كبيرة أقتصرت الإستفاده منه على إستخدامه فى تغطية الأسقف وصناعة الأقفاص أو إستخدامه كوقود فى المناطق الريفية. ولقد بدء الأهتمام بإستخدام جريد النخيل فى جمهورية مصر العربية فى صناعة بدائل لمنتجات الأخشاب من خلال مشروع بحثى رائد بجامعة عين شمس هو "بحث إستخدام جريد النخيل كخامة صناعية" فيه أستخدم جريد النخيل لإنتاج الخشب الحبيبى وألواح الكونتر مكونة من لوحين أبلكاج خشب بينهما سدائب من الجريد [٣].

يقدم البحث الحالى دراسة رائدة فى إنتاج ألواح الأبلكاج المصنعة كليا من جريد النخيل وكذلك ألواح من الكونتر بنسبة ١٠٠٪ من جريد النخيل مكونة من سدائب الجريد المغطاه من السطحين بأبلكاج الجريد وكذلك أنواع مختلفة من الحبيبى المصنع من خليط بنسب مختلفة من نشارة جريد النخيل ورقائق الجريد مما أدى الى الحصول على حبيبى خشن ومتوسط وناعم الجزينات وذلك بسماكات مختلفة تبدأ من ٦ مم حسب الرغبة. ولقد تم إجراء الأختبارات الميكانيكية للأبلكاج المصنع من الجريد والأبلكاج المصنع من الخشب تبعا للمواصفات القياسية للأبلكاج وذلك فى الإتجاه الطولى للألياف السطحية والأتجاه المتعامد على الألياف. كما تم إجراء أختبار إمتصاص الماء وإختبار الحريق لتقدير زمن الإشتعال وزمن الإنهيار تحت تأثير اللهب. وإجريت نفس الإختبارات على الأنواع المختلفة من الحبيبى تبعا للمواصفات القياسية العالمية للحبيبى وقد قورنت نتائج حبيبى جريد النخيل بنتائج إختبار الحبيبى المصنع من الأخشاب الأخرى.

## ١ – مقدمـــة :

الخشب هو أكثر المواد الطبيعية أستخداما فى الأغراض الإنشائية وقد أستخدمها الأنسان منذ العصر الحجرى وحتى الآن مازالت تستخدم أكثر من أى مواد أخرى. وتتميز الأخشاب بأنها معقدة التركيب الداخلى وخواصها تعتمد على تركيبها الداخلى [١] وهى سهلة التشغيل والصيانة. والخشب له أهمية كبرى فى المستقبل نظرا لأنه يشكل مصدر طبيعى متجدد يحتاج الى طاقة ضئيلة لتشغيله بعكس معظم المواد الأخرى المعدنية وغير المعدنية. ويتكون التركيب الداخلى للخشب من عده مكونات أساسها مادة السيليلوز ذات التركيب الكميائى [n $C_6$ $H_{10}$ $O_5$] وهو المسؤل عن تكوين الألياف الدقيقة. والسليلوز الخشبى يتميز بدرجة عالية من البلمرة (n) تزيد أحيانا عن ٣٠٠٠٠ وهو يمثل ٤٢٪ من الكتلة الجافة للخشب كما يمثل شبه السليلوز من ٢٥٪ الى ٣٣٪ من الكتله الجافة للخشب والنوع الثالث من مركبات الخشب هو الخشب المحور وهو مادة بلمورية أنفوتيرية ووظيفته ربط الألياف مع بعضها. وألياف الخشب تأخذ شكل وإتجاه محدد مما يجعل الخواص الميكانيكية والطبيعية تعتمد على إتجاه هذه الألياف. كما يحتوى الخشب على مسام تؤثر على خواصه حيث أن إمتصاص الماء فى الفجوات وإلتصاقه بسطوح الألياف يؤدى الى تغير غير منتظم فى الحجم مما ينتج إجهادات داخلية تؤدى الى إلتواء الخشب. وقد أستخدم الإنسان الأخشاب على عدة صور منها الأخشاب المستديرة – الألواح الخشبية – الأخشاب المطورة والتى تشمل الأبلكاج والأخشاب الشرائحية (الكونتر) والخشب الحبيبى والورق.

يعد شجر النخيل من أقدم أشجار الفاكهه وترجع زراعته الى أكثر من ١٠ آلاف سنة ومنطقة العالم العربى من أوسع المناطق أنتشارا فى زراعته حيث الظروف البيئية والمناخية المناسبة [٢]. ورغم تعدد الإستفادة من أجزاء شجرة النخيل الا أن جريد النخيل الذى يقلم سنويا بأعداد كبيرة أقتصرت الإستفاده منه على إستخدامه فى تغطية الأسقف وصناعة الأقفاص أو إستخدامه كوقود فى المناطق الريفية. ولقد بدء الأهتمام بإستخدام جريد النخيل فى جمهورية مصر العربية فى صناعة بدائل لمنتجات الأخشاب من خلال مشروع بحثى رائد بجامعة عين شمس هو "بحث إستخدام جريد النخيل كخامة صناعية" فيه أستخدم جريد النخيل لإنتاج الخشب الحبيبى وألواح الكونتر مكونة من لوحين أبلاكاج خشب بينهما سدائب من الجريد [٣].

يقدم البحث الحالى دراسة رائدة فى إنتاج ألواح الأبلكاج المصنعة كليا من جريد النخيل وكذلك ألواح من الكونتر بنسبة ١٠٠٪ من جريد النخيل مكونة من سدائب الجريد المغطاه من السطحين بأبلاكاج الجريد وكذلك أنواع مختلفة من الحبيبى المصنع من خليط بنسب مختلفة من نشارة جريد النخيل ورقائق الجريد مما أدى الى الحصول على حبيبى خشن ومتوسط وناعم الجزيئات وذلك بسماكات مختلفة تبدأ من ٦ مم حسب الرغبة. ولقد تم إجراء الأختبارات الميكانيكية للأبلكاج المصنع من الجريد والأبلكاج المصنع من الخشب تبعا للمواصفات القياسية للأبلكاج وذلك فى الإتجاه الطولى للألياف السطحية والأتجاه المتعامد على الألياف. كما تم إجراء أختبار إمتصاص الماء وإختبار الحريق لتقدير زمن الإشتعال وزمن الإنهيار تحت تأثير اللهب. وإجريت نفس الإختبارات على الأنواع المختلفة من الحبيبى تبعا للمواصفات القياسية العالمية للحبيبى وقد قورنت نتائج حبيبى جريد النخيل بنتائج إختبار الحبيبى المصنع من الأخشاب الأخرى.

## ٢- طرق تصنيع ألواح الأبلكاج والكونتر والحبيبى من جريد النخيل

إستخدم لتصنيع المنتجات المصنعة من جريد النخيل جريد مقلم من منطقة رابغ بالمملكة السعودية ويبلغ طوله فى المتوسط ٥ متر ويتم تجهيز الجريد لعمليات الإنتاج بفصل الأوراق وإزالة الأشواك وفصل بداية ونهاية الجريد لعدم ملائمة هذه الأجزاء للتصنيع وتزال الأتربة من سطح الجريد حيث أن إلتصاق الأتربة بالسطوح الداخلية يؤدى الى تغير اللون وإمتصاص كمية كبيرة من الغراء وعدم تماسك أجزاء اللوح المنتج ثم تزال الطبقة الخارجية (الكساء الأخضر) باستخدام حد قاطع حاد ويقطع الجريد لأطوال متساوية عموديا على محوره (بطول ٣٠ أو ٥٠ أو ١٠٠ سم تبعا لأبعاد اللوح المراد إنتاجه).

### أولا : تصنيع ألواح الأبلكاج

تمر عملية تصنيع ألواح الأبلكاج من جريد النخيل بعدة مراحل هى:

١- مرحلة تقطيع الشرائح : وفيها تقطع شرائح طولية فى إتجاه الألياف من أطوال الجريد المجهزة بسمك يتراوح بين ١-٢ مم بإستخدام حد قاطع. وتحتاج هذه الطريقة الى أيدى عاملة مدربة ومن المنتظر ميكنة هذه المرحلة بتصميم ماكينة خاصة تقوم بقطع الجريدة الى شرائح بالسمك المطلوب فى مرحلة واحدة .

٢- مرحلة التجفيف للشرائح: تجرى عملية تجفيف للشرائح للوصول الى محتوى رطوبة ١٠-١٥ ٪ وللقضاء على البكتيريا والفطريات. ويمكن إجراء التجفيف طبيعيا بتعريض سطح الشرائح للهواء الجوى فى مكان جاف غير معرض للشمس حيث أن الأشعة فوق البنفسجية تؤثر على الألياف فتؤدى الى تغير لونها وتسبب تقوسها وإلتوائها. تأخذ عملية التجفيف الطبيعية من ٢-٤ يوم تبعا لدرجة الحرارة ونسبة الرطوبة الجوية وهو يصلح فى المناطق الريفية حيث تقوم صناعات صغيرة لأنه لا يحتاج الى طاقة مبذولة ويمكن إستخدام الطاقة الشمسية فى عملية التجفيف [٤] أو الأشعة تحت الحمراء [٥]. أما الطريقة الثانية للتجفيف فتتم بإستخدام الأفران الكهربية وفيها ترص الشرائح على شبكة معدنية داخل الفرن بغرض تعريض السطح العلوى والسفلى للشريحة لنفس درجة الحرارة. ويراعى أن تكون حرارة الفرن متدرجة حيث أن البخر السريع للماء من الألياف يؤدى الى إلتواء الشريحة لذا يبدأ التجفيف عند درجة حرارة ٣٠-٤٠ درجة مئوية لمدة ساعتين ثم تزاد الحرارة ١٠ درجات كل ساعة حتى الوصول الى ٨٠ درجة مئوية ويزود الفرن بمروحة طاردة لبخار الماء الناتج من التجفيف. تأخذ عملية التجفيف بالأفران حوالى ٧ ساعات.

٣- مرحلة رص الشرائح والتغرية : يتم رص الشرائح المجففة على لوح من القصدير به مجموعة كبيرة من الثقوب الصغيرة وذلك فى إتجاه موحد للألياف لتكوين الطبقة الأولى من الأبلكاج ثم تغرى مجموعة أخرى من الشرائح من السطحين بإستخدام غراء صناعى سائل (يوريافورمالدهيد) بوزن حوالى ١٠٪ من الوزن الجاف للشرائح ويتم رص الشرائح المغراه فوق الطبقة الأولى فى إتجاه متعامد على أليافها ثم ترص الشرائح فى الطبقة الثالثة فى إتجاه ألياف الطبقة الأولى كما هو موضح فى شكل ١.

٤- مرحلة الكبس : يغطى لوح الأبلكاج بلوح من القصدير مماثل للوح الأسفل وينقل الى المكبس الهيدروليكى ويكبس على البارد بقوة ضغط ٣٠ طن لفترة حوالى ١٢ ساعة حتى يتجمد الغراء. ومن

الأجدى أستخدام مكبس حرارى متعدد الطبقات يسمح بكبس ٨ - ١٠ ألواح فى نفس الوقت بحيث تزاد الحرارة فيه تدريجيا الى ٨٠ درجة مئوية مما يتيح سرعة وزيادة الإنتاج وتحسن الخواص الميكانيكية.

٥- مرحلة التسوية والدهان : يتم تسوية الأطراف وإزاله الغراء الزائد المتجمد على الحواف ولحماية السطح من الأتربة وتأثير الظروف الجوية يمكن طلاء السطوح الخارجية بدهان سيليلوز أو ورنيش شفاف. يوضح شكل ٢ بعض الألواح المنتجة من جريد النخيل بينما يظهر شكل ٣ سطح اللوح المصنع.

## ثانيا : تصنيع ألواح الكونتر

المراحل التى أتبعت فى هذا البحث لإنتاج ألواح الكونتر من جريد النخيل هى:

١- مرحلة تسديب جريد النخيل : للحصول على سدائب ذات مقطع مربع أو مستطيل تم قطع أجزاء الجريد المجهزة الى سدائب فى الإتجاه الطولى للألياف بإستخدام حد قاطع وقد أستغلت مساحة مقطع الجريدة للحصول على أكبر عدد من السدائب ذات السمك الواحد وبعرض مختلف للإستفادة القصوى من الجريدة كما هو مبين فى شكل ٤. كما تستغل الأجزاء المتبقية لأنتاج الرايش المستخدم فى إنتاج الحبيبى. ومن المقترح ميكنة عملية تسديب الجريد بتصميم ماكينة ذات حدود قطع متساوية البعد وذات حدود قاطعة حادة

٢- مرحلة تجفيف السدائب : يتم تجفيف السدائب بإستخدام الفرن الكهربى ويلاحظ أن تكون درجة حرارة الفرن عند ٤٠ درجة مئوية عند بداية التجفيف ثم ترفع درجة الحرارة تدريجيا مع إنخفاض نسبة الرطوبة حتى الوصول الى درجة حرارة ٦٠ درجة. وتأخذ عملية التجفيف من ٦ الى ٨ ساعات.

٣- مرحلة رص مكونات اللوح والتغرية : يتم رص صف من شرائح الجريد وتغرى السدائب بإستخدام اليوريافورمالدهيد السائل ثم ترص السدائب المغراه ذات السمك الواحد وبأبعاد عرضية متقاربة فوق صف الشرائح ويراعى أن يكون أتجاه ألياف السدائب متعامد على إتجاه ألياف الشرائح. ترص مجموعة ثانية من الشرائح فوق السدائب المغراة وفى إتجاه متعامد عليها لتكوين الصف الثالث. يوضح شكل ٥ الفرق بين مكونات لوح الأبلكاج ولوح الكونتر والسماكة النسبية بينهما وطريقة رص السدائب فى إتجاه متعامد على إتجاه الألياف الخارجية للشرائح فى لوح الكونتر.

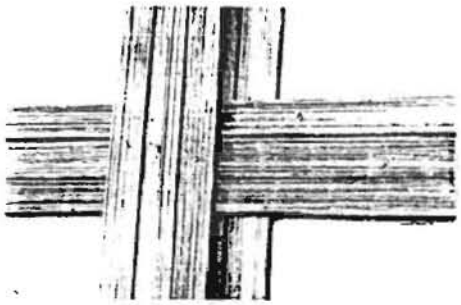
٤- مرحلة الكبس : تنقل مكونات لوح الكونتر الى المكبس وتكبس عند حمل ٣٠ طن الى أن يتماسك الغراء وتستخدم الألواح المثقوبة من القصدير للتهوية أثناء الكبس.

٥- مرحلة التشطيب النهائى : وفيها يزال الغراء الزائد على حواف اللوح ويتم دهان السطوح بالورنيش.

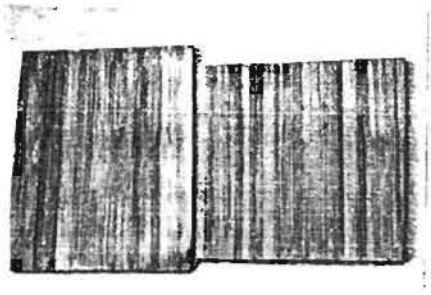
## ثالثا : تصنيع ألواح الحبيبى

تم تصنيع أنواع مختلفة ومتنوعة من ألواح الحبيبى بإستخدام قشور ونشارة جريد النخيل بنسب مختلفة . وقد مرت عملية التصنيع بالخطوات التالية :

١- مرحلة تجهيز القشور والنشارة : تم تجهيز القشور والنشارة من جريد النخيل بإستخدام عملية التكسير والطحن خلاط كهربى ويتم فصل المكونات المختلفة من حيث الحجم بواسطة مجموعة من المناخل ذات فتحات ضيقة للحصول على النشارة وذات فتحات واسعة نسبيا للحصول على القشور والنشارة الخشنة. ويوضح شكل ٦ القشور الناتجة بينما يوضح شكل ٧ النشارة الناتجة من جريد النخيل.

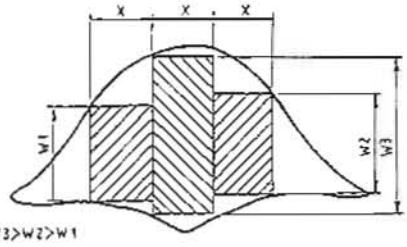


شكل ١ رص الشرائح فى لوح الأبلاكاج

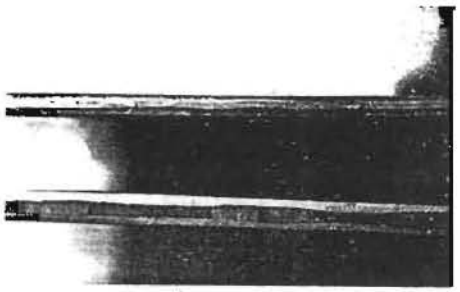


شكل ٢ ألواح أبلاكاج من جريد النخيل

شكل ٣ سطح لوح أبلاكاج مصنع من الجريد

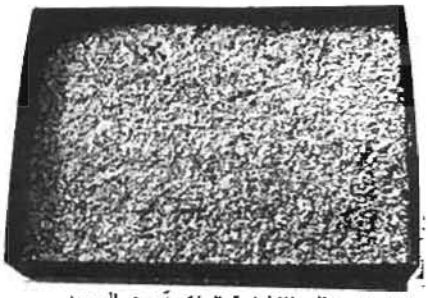



شكل ٤ طريقة تسديب الجريد للحصول على السدائب

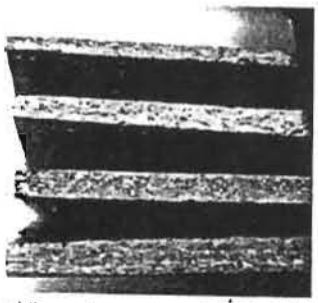


شكل ٥ سمك ومكونات لوح الأبلاكاج والكونتر

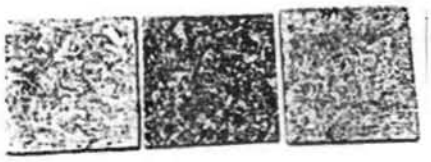
شكل ٦ منظر للقشور المنتجة من الجريد



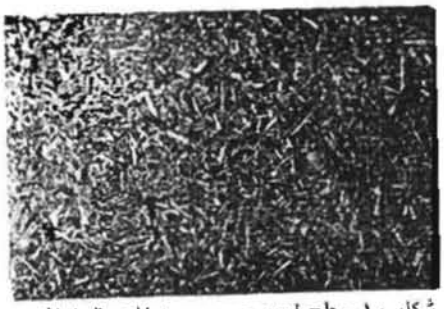
شكل ٧ منظر للنشارة المنتجة من الجريد



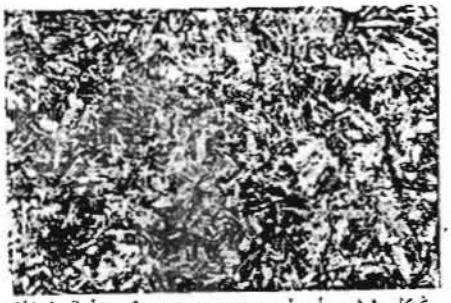
شكل ٨ ألواح حبيبى جريد بسماكات مختلفة



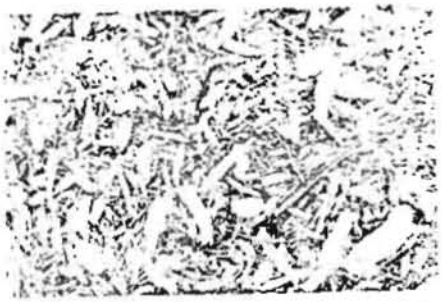
شكل ٩ حبيبى جريد ناعم ومتوسط وخشن الحبيبات



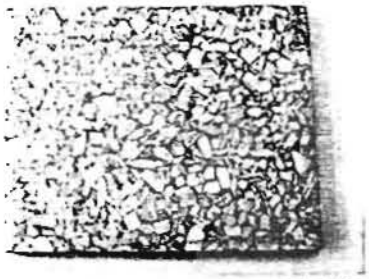
شكل ١٠ سطح لوح حبيبى جريد ناعم الجزينات



شكل ١١ سطح لوح حبيبى جريد متوسط الجزينات

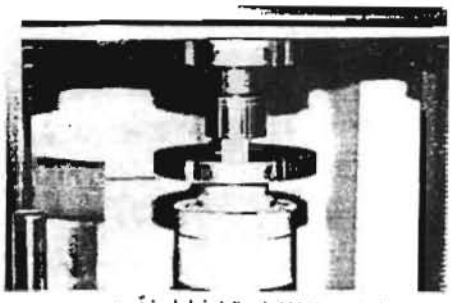


شكل ١٢ سطح لوح حبيبى جريد خشن الجزينات

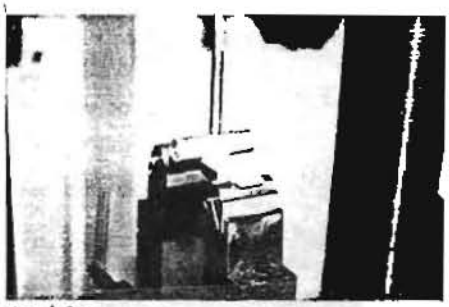


شكل ١٣ حبيبى جريد من كسر جريد النخيل

شكل ١٤ إختبار الشد لعينة أبلاكاج



شكل ١٥ إختبار الضغط لعينة حبيبى



شكل ١٦ إختبار الإنحناء الإستاتيكى لعينة أبلاكاج

## ٥- الخـــلاصـــة

من نتائج البحث يمكن إستخلاص النقاط التاليـــة:

١- تم بنجاح تصنيع ألواح من الأبلكاج وألواح الكونتر وألواح حبيبى مصنعة كليا من جريد النخيل.

٢- أمكن تصنيع بلاكاج الجريد بسمك ٣ مم يحوى ثلاث طبقات من شرائح الجريد متعامدة الألياف بهدف تحسين الخواص الميكانيكية وتقليل معدل تغير الأبعاد نتيجة للعوامل الجوية.

٣- تم تصنيع ألواح الكونتر من مداقب مستطيلة أو مربعة المقطع من الجريد بين طبقتين من شرائح الجريد وذلك بسمكات مختلفة. كما تم تصنيع أنواع مختلفة من الحبيبى من جريد النخيل تتكون أساسا من نشارة ورقائق (قشور) الجريد وأمكن عن طريق التحكم فى نسب النشارة والقشور إنتاج ألواح ذات حبيبات ناعمة ومتوسطة وخشنة بسماكات مختلفة.

٥- تم إجراء التجارب الميكانيكية والفيزيقية الآزمة لتقدير الخواص الميكانيكية والفيزيقية للمنتجات المصنعة من جريد النخيل ومثيلاتها المصنعة من الأخشاب حسب المواصفات القياسية الأمريكية. وقد شملت التجارب كل من إختبار الشد والضغط والإنحناء الإستاتيكى والصلادة وإمتصاص الماء وتغير الأبعاد والوزن والحريق وذلك لعينات الحبيبى وعينات الأبلكاج فى الإتجاه الطولى والعرضى للألياف.

٦- أوضحت النتائج أن بعض الخواص الميكانيكيـة للمنتجات المصنعة من الأخشاب تكون أعلى بنسبة حوالى ٣٠٪ من تلك المصنعة من جريد النخيل وأن الخواص فى إتجاه الألياف تكون أعلى من الخواص فى الإتجاه المتعامد على الألياف وقد تناظرت بعض الخواص للمنتجات من الجريد والأخشاب.

٧- أوضحت النتائج أن الحبيبى المصنع من الجريد تعتمد خواصه على حجم الحبيبـات المكونـه للوح وأن حبيبى الجريد لا يشتعل عند التعرض للهيب بل يتفحم ببطء مما يدل على عدم إحتوائه على مواد طيارة تساعد على الإشتعال وهذه تمثل ميزة كبيرة عند إستخدامه حيث أنه لا يساعد على إنتشار اللهيب ويقلل من سرعة الإنهيار وذلك بعكس الحبيبى المصنع من الأخشاب الذى يشتعل.

٨- يوصى بإستخدام منتجات الجريد فى جميع التطبيقات التى لا تتطلب أحمال عالية ويمكن إستخدامه فى الديكورات والتكسية نظرا لجوده مظهره وإنتظام سطحه وعدم إحتوائه على عيوب سطحية أو داخلية.

٩- أوصت الدراسة ببعض النقاط التى قد تؤدى الى الحصول على إنتاج أكبر وخواص أفضل لمنتجات الجريد وهى تتعلق بميكنة بعض مراحل الإنتاج وإستخدام الكبس على الساخن لعدة ألواح فى نفس الوقت.

## REFERENCES

1- Lawrence, H.;"Materials for Engineering: Concepts and Applications": Van Vlack, Addison-Wesley Publishing Company, 1982, pp. 247-277

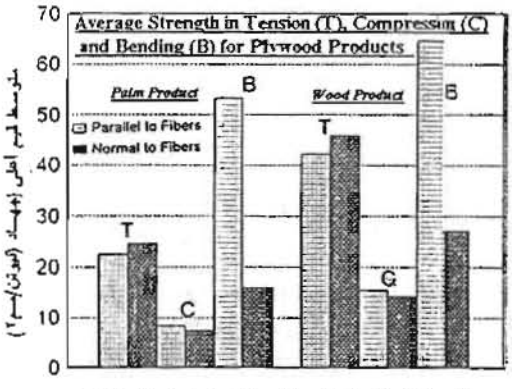
2- Abouhadid, S.;"Date Palm: Important Economic Source and Principal Element in Industry"; Project Management, Commerce Chamber, Jeddah, Saudi Arabia, 1995, pp. 44-49

3- El-Mousely, H.; "Study of Utilization of Date Palm Leave Midribs (DPLM) as Industrial Raw Material"; Academy of Scientific Research Project, Reports 1-3, 1991-1993, Cairo, Egypt

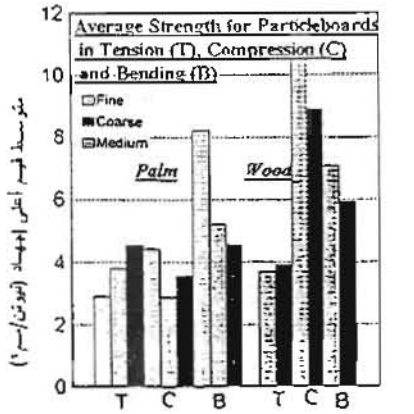
4- Metwally, M.N. and El-Mousely, H.;"Effectiveness of Using Solar Dryers for Drying Date Palm Leaves Midribs"; PEDD'93 4th international conference on Production Engineering and Design for Development, Cairo, 28 Dec. 1993, pp. 53-108

## ٤- مقارنة نتائج الإختبارات الميكانيكية والفيزيقية للمنتجات

تم إجراء مقارنة لنتائج الإختبارات الميكانيكية والفيزيقية لمنتجات جريد النخيل وشيلاتها المصنعة من الأخشاب. يظهر شكل ١٩ أعمدة بيانية لمتوسط قيم نتائج إختبار الأبلاكاج في كل من إتجاه الألياف وفي إتجاه متعامد عليها بالنسبة لقيم أقصى إجهاد في الشد والضغط والإنحناء الإستاتيكي. كما هو واضح أعلى قيم للإجهاد تكون في حالة الإنحناء الإستاتيكي يليها حالة الشد ثم حالة الضغط بالنسبة للأبلكاج المصنع من الجريد والمصنع من الخشب. ويلاحظ أن قيم الإجهاد في حالة الإنحناء في إتجاه الألياف تكون أكبر من تلك الناتجة في حالة الألياف العرضية أما في إختبار الضغط فإن الإجهادات تكون متقاربة في كل من إتجاه الألياف والإتجاه المتعامد عليها وفي حالة الشد تكون الإجهادات في الإتجاه المتعامد على ألياف السطح أعلى قليلا من حالة الشد في إتجاه الألياف. وتمثل الإجهادات لأبلكاج الجريد قيم تقل بنسبة حوالي ٣٠٪ من تلك الناتجة من إختبار أبلاكاج الخشب سواء في الشد أو الضغط أو الإنحناء. ويظهر شكل ٢٠ مقارنة بين قيم أقصى إجهاد ناتج في إختبارات الشد والضغط والإنحناء لعينات الحبيبي المختبرة ذات الحبيبات الناعمة والمتوسطة والخشنة. كما يتضح من الشكل فإن حبيبي الخشب يتفوق من حيث قيم الإجهاد على حبيبي جريد النخيل في الإختبارات الثلاثة رغم تقارب النتائج في حالة الشد. ويلاحظ أن في إختبار الشد كلما زاد حجم الحبيبات كلما كانت قيم الإجهاد أعلى وذلك عكس الحادث في إختبار الضغط والإنحناء للحبيبي المصنع من الجريد أو الأخشاب. أما في إختبار الصلادة السطحية التي لا تعتمد على إتجاه الألياف للأبلكاج فإن قيم الصلادة للمنتجات المصنعة من الأخشاب تكون أعلى من تلك المصنعة من الجريد وتكون القيم متقاربة بالنسبة للأبلكاج .أما في حالة الحبيبي فإن قيم الصلادة لحبيبي الخشب تكون أعلى كثيرا من تلك الناتجة من حبيبي جريد النخيل ويرجع ذلك الى أن الأبلكاج المختبر كان من الأخشاب الصلدة وليس من الأخشاب الطرية مما أدى الى هذا الفرق الكبير في نتائج قيم الصلادة. وتمثل القيم في الجداول من ١ الى ٥ الفروقات بين الخواص المختبرة للمنتجات المصنعة من الجريد والأخشاب.




شكل ١٩ مقارنة متوسط قيم أعلى إجهاد لعينات الأبلكاج




شكل ٢٠ مقارنة متوسط قيم أعلى إجهاد لعينات الحبيبي

جدول ٣ متوسط قيم الصلادة للعينات المختبرة

| نوعية العينة المختبرة | متوسط قيمة الصلادة (نيوتن) |
|---|---|
| أبلاكاج مصنع من جريد النخيل | ١٦٥,٢ |
| أبلاكاج مصنع من الخشب | ١٩٧,٥ |
| حبيبي ناعم الجزيئات من الجريد | ٨٨,٩ |
| حبيبي متوسط الجزيئات من الجريد | ١٠٠,٤ |
| حبيبي خشن الجزيئات من الجريد | ١١٠,٢ |
| حبيبي متوسط الجزيئات من الخشب | ٣١٢,٦ |
| حبيبي خشن الجزيئات من الخشب | ٣٢٥,٤ |

جدول ٤ نتائج إختبار إمتصاص الماء وتغير الأبعاد والوزن

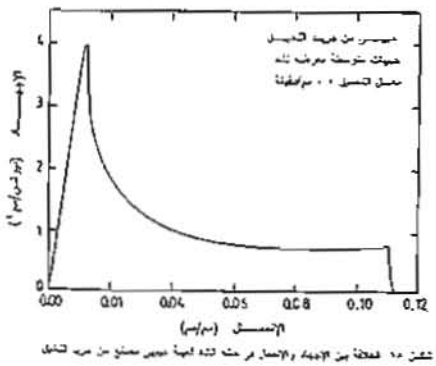
| نوعية العينة المختبرة | نسبة تغير البعد (٪) | | نسبة تغير السمك (٪) | نسبة تغير الوزن (٪) |
|---|---|---|---|---|
| | الطول | العرض | | |
| أبلاكاج من جريد النخيل | ٠,٧٠ | ٥,٣٣ | ٤١,٠ | ١٢,١ |
| أبلاكاج من الخشب | ٣,٢٧ | ٠,٠٣ | ٥,٦١ | ٧,٩٧ |
| حبيبي ناعم من الجريد | ٠,٥٣ | ٠,٥٣ | ١٠٨ | ٤٥,٢ |
| حبيبي متوسط من الجريد | ٦,٤٠ | ٦,٤٠ | ٤٠ | ٨٢ |
| حبيبي خشن من الجريد | ٤,١٤ | ٤,١٤ | ١٧٨ | ١٩٠ |
| حبيبي متوسط من الخشب | ٠,٥٢ | ٠,٥٢ | ٧,١ | ٥٨,٧ |
| حبيبي خشن من الخشب | ٠,٤٩ | ٠,٥٠ | ٦,٩ | ٤٠,٨ |

جدول ٥ نتائج إختبار سرعة الإشتعال للأبلاكاج والحبيبي

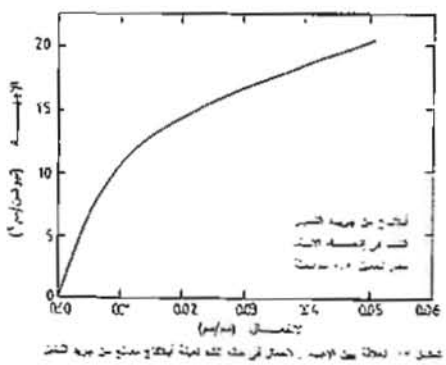
| نوعية العينة المختبرة المعرضة لتيب | زمن بدء الإشتعال (ثانية) | زمن الوصول للإنفجار (ثانية) |
|---|---|---|
| أبلاكاج من جريد النخيل | ٤٠ | ٢٠٤ |
| أبلاكاج من الخشب | ١٤٠ | ٢٢٠ |
| حبيبي ناعم من الجريد | تقدم بدون لهب | ٣٩٨ |
| حبيبي متوسط من الجريد | تقدم بدون لهب | ٤٩٠ |
| حبيبي خشن من الجريد | تقدم بدون لهب | ٣٨٤ |
| حبيبي متوسط من الخشب | ٥٠ | ٤٧٠ |
| حبيبي خشن من الخشب | ٦٠ | ٤٩٠ |

جـدول ٢ متوسط قيم نتائج الإختبارات الميكانيكية لعينات الحبيبي

| نوعية الحبيبي | جريد نخيل | | خشب | |
|---|---|---|---|---|
| الحبيبات | ناعمة | متوسطة | خشنة | متوسطة | خشنة |
| **أولا : نتائج إختبار الشد** | | | | | |
| أقصى حمل (نيوتن) | ٣٨٧ | ٥٤٠ | ٥٨٨ | ٥٣٩ | ٥٨٨ |
| أقصى إجهاد (نيوتن/مم٢) | ٢,٨٩ | ٣,٧٨ | ٤,٥٤ | ٣,٦٨ | ٣,٨٩ |
| أقصى إستطالة (مم) | ٣,٣ | ٤,٥ | ٣,٠ | ١,٠ | ٠,٦ |
| أقصى إنفعال | ٠,٠٨ | ٠,١١ | ٠,٠٧ | ٠,٠٥ | ٠,٠٣ |
| معامل المرونة (نيوتن/مم٢) | ٣٥,١ | ٣٣,٦ | ٦٠,٥ | ٧٣,٧ | ١٢٠,٦ |
| **ثانيا : نتائج إختبار الضغط** | | | | | |
| أقصى حمل (نيوتن) | ٥٢٩ | ٣٤٣ | ٤٢٦ | ١٦٠٠ | ١٢١٩ |
| أقصى إجهاد (نيوتن/مم٢) | ٤,٤١ | ٢,٨٦ | ٣,٥٥ | ١٠,٥٢ | ٨,٨٨ |
| أقصى إنضغاط (مم) | ٣,٨ | ٤,٤ | ٤,٠ | ٢,٣ | ٢,٤ |
| أقصى إنفعال | ٠,١٩ | ٠,٢٢ | ٠,٢٠ | ٠,١١ | ٠,١٢ |
| **ثالثا : نتائج إختبار الإنحناء الإستاتيكي** | | | | | |
| أقصى حمل (نيوتن) | ٣٧,٢٤ | ٢١,٠٧ | ٣٠,٣٨ | ٤٧,٠٤ | ٣٧,٢٤ |
| أقصى إجهاد (نيوتن/مم٢) | ٨,٢١ | ٥,١٨ | ٤,٥٦ | ٧,٠٥ | ٥,٩٢ |
| أقصى إنحناء (مم) | ٧,٢٠ | ٧,٤٠ | ٦,٨٠ | ٦,٠٠ | ٤,٦٠ |



شكل ١٠ العلاقة بين الإجهاد والإنفعال في حالة ألياف معاملة من جريد النخيل



شكل ١١ العلاقة بين الإجهاد والإنفعال في حالة ألياف معاملة من جريد النخيل

الجهد والإجهاد لعينة أبلاكاج معرضة للشد فى الإتجاه الطولى للألياف. يوضح جدول ٢ متوسط قيم نتائج الإختبارات الميكانيكية التى أجريت على عينات الحبيبى بينما يظهر شكل ١٨ علاقة الجهد والإجهاد لعينة حبيبى معرضة للشد. يعطى جدول ٣ متوسط قيم الصلادة السطحية لمجموعة العينات المختبرة وقد تم إجراء إختبار الصلادة بضغط كرة صغيرة من الصلب على سطح المنتج الى أن يغمر نصفها داخل السطح ويكون الحمل اللآزم لذلك مقياسا للصلادة. أما بالنسبة لإختبار إمتصاص الماء وتغير الأبعاد والوزن فقد تم غمر العينات فى الماء لمدة ساعة واحدة وإجريت قياسات للأبعاد والوزن قبل وبعد الغمر وتم حساب النسبة المئوية للتغيرات الحادثة فى الطول والعرض والسمك والوزن لكل عينة ويوضح جدول ٤ متوسط قيم أربع عينات من كل صنف من المنتجات. وقد إجرى إختبار الحريق بتعريض سطوح العينات للهب شمعة مكشوف يبعد مسافة ثابتة من السطح (٣ سم) وتم قياس الزمن اللآزم لبدء أشتعال السطح وكذلك الزمن اللآزم لإنهيار العينة بالحريق حيث حملت كل عينة كثمرة وتعرض منتصفها من أسفل للهب. نتائج إختبار الحريق موضحة فى جدول ٥.

جدول ١ متوسط قيم الخواص الميكانيكية للإختبارات الميكانيكية للأبلكاج

| نوعية الأبلكاج | جسريد نخيل | | خشب | |
|---|---|---|---|---|
| إتجاه ألياف سطح الأبلكاج | طولى | عرضى | طولى | عرضى |
| **أولا : نتائج إختبار الشد** | | | | |
| حمل المرونة (نيوتن) | ١١٢٧ | ٨٣٣ | ١٩٦٠ | ١٦١٧ |
| أقصى حمل (نيوتن) | ٢١٣٦ | ٢٠٥٨ | ٣٣٨١ | ٢٢٥٤ |
| الإستطاله المرنه (مم) | ٠,٥ | ٠,٤ | ٠,٥ | ٠,٥ |
| أقصى إستطالة (مم) | ٢,١ | ٣,١ | ٣,٤ | ٣,٤ |
| إجهاد الخضوع (نيوتن/مم$^2$) | ١٢,٢٨ | ٩,٧٢ | ٢٣,٩٦ | ٢١,٨٤ |
| أقصى إجهاد (نيوتن/مم$^2$) | ٢٢,٤٣ | ٢٤,٤٧ | ٤٢,١٢ | ٤٥,٦٧ |
| الإنفعال المرن | ٠,٠١١ | ٠,٠١٠ | ٠,٠١٢ | ٠,٠١١ |
| أقصى إنفعال | ٠,٠٥ | ٠,٠٤ | ٠,٠٨ | ٠,٠٧ |
| معامل المرونة (نيوتن/مم$^2$) | ١١٩١ | ١٠٥٢ | ٢١٠٠ | ١٧٤٧ |
| **ثانيا : نتائج إختبار الضغط** | | | | |
| أقصى حمل (نيوتن) | ٩٧٠,٢ | ٦٦٦,٤ | ١٣٩١,٦ | ١٢٣٤,٨ |
| أقصى إنضغاط (مم) | ٥,٠ | ٤,٥ | ٦,٢ | ٥,٩ |
| أقصى إجهاد (نيوتن/مم$^2$) | ٨,٣٣ | ٧,٣٥ | ١٥,٤٣ | ١٤,٢١ |
| **ثالثا : نتائج إختبار الإنحناء الإستاتيكى** | | | | |
| أقصى حمل (نيوتن) | ١٤٧ | ٣٩ | ١١٥ | ٤٣ |
| أقصى إنحناء (مم) | ١٣ | ١٥ | ١٥ | ١٣ |
| أقصى إجهاد (نيوتن/مم$^2$) | ٥٣,٢٥ | ١٥,٨٩ | ١٤,٥٥ | ٢٧,٠٤ |

٢- مرحلة التجفيف : تجفف النشارة والقشور أما باستخدام التجفيف الطبيعى أو باستخدام فرن كهربى وذلك بفردها على لوح من القصدير داخل الفرن وتزاد درجة الحرارة تدريجيا مع تقليب النشارة كل فترة. وتتراوح فترة التجفيف من ٣-٤ ساعات عند درجة حرارة ٦٠ درجة مئوية.

٣- مرحلة الخلط بالمواد الكيميائية اللاصقة : تخلط النشارة أو القشور أو خليط بينهما بنسبة معلومة مع مادة الغراء الصناعى بنسبة تمثل ٢٠٪ من وزن النشارة الجافة للحصول على خواص ميكانيكية عالية للمنتج. وتتم عملية الخلط بالغراء يدويا أو باستخدام آداة تقليب أو عجان كهربى.

٤- مرحلة الكبس : لإجراء عملية الكبس للنشارة أو القشور الغراء فإنها توضع داخل قالب من القصدير مماثل لأبعاد اللوح المراد إنتاجه وتغطى بلوح من القصدير متعدد الثقوب لتهوية اللوح أثناء الكبس. وقد أستخدم فى هذا البحث طريقة الكبس على البارد بقوة كبس ٣٠ طن لمدة ١٢ ساعة حتى يجف الغراء. ويعتمد سمك اللوح المراد إنتاجه على مقدار قوة الكبس وكمية النشارة والقشور فى القالب مما يتيح إنتاج سماكات مختلفة تبدأ من ٤ مم الى ١٢ مم كما هو مبين فى شكل ٨. كما أنه بالتحكم فى نسبة النشارة الى القشور يمكن الحصول على حبيبى خشن ومتوسط وناعم الحبيبات كما يظهر فى شكل ٩. الأشكال ١٠ و١١ و١٢ تظهر السطوح الناعمة والمتوسطة والخشنة الحبيبات لألواح الحبيبى المنتج من جريد النخيل. كما تم تصنيع حبيبى من كمر جريد النخيل جيد المظهر ومتماسك يصلح لأعمال الديكور كما فى شكل ١٣.

٥- مرحلة التنفرة والدهان : رغم أن سطوح الحبيبى الناتجة من مرحلة الكبس تكون مستوية وناعمة ولكن قد يظهر بعض الغراء الفائض على سطح وأجناب اللوح مما يستلزم أجراء تنعيم بواسطة سنفرة ناعمة وقد يستخدم الورنيش الشفاف أو طلاء السيليلوز لدهان السطح للمحافظة عليه من الأتربة والأوساخ وتقليل نسبة تأثره بالرطوبة الجوية ومنع مهاجمة الفطريات والحشرات.

## ٣. الإختبارات الميكانيكية والفيزيقية لمنتجات جريد النخيل ومثيلاتها من الأخشاب

تم إجراء الإختبارات الميكانيكية والفيزيقية التالية على عينات من المنتجات المصنعة من جريد النخيل ومثيلاتها المصنعة من الأخشاب المستوردة والمتوفرة فى السوق المحلى حسب المواصفات العالمية الأمريكية للأبلاكاج: إختبار الشد [٦] كما فى شكل ١٤- إختبار الضغط [٧] كما فى شكل١٥- إختبار الإنحناء الإستاتيكى [٨] كما فى شكل ١٦- إختبار الصلادة السطحية [١]- إختبار درجة إمتصاص الماء [٩] والإنتفاخ [١٠] وتغير الأبعاد والوزن - إختبار الحريق. ونظرا لإختلاف الخواص الميكانيكية تبعا لإتجاه الألياف فقد أجريت الإختبارات فى أتجاه الألياف وفى أتجاه متعامد عليها بالنسبة لمنتجات الأبلكاج. وقد تم تجهيز عينات الإختبار حسب المواصفات القياسية العالمية. وقد أستخدمت أيضا المواصفات القياسية لإختبارات الحبيبى [١١] وروعى فى إختيار العينات أن تكون منتظمة ومتجانسة وخالية من العيوب الظاهرية وعند مستوى رطوبى ثابت. وقد أستخدمت ماكينة الشد والضغط "Universal Testing Machine" لإجراء إختبارات الشد والضغط والإنحناء عند سرعة مقدارها ٠,٥ مم/دقيقة للفك المتحرك وتم ملاحظة آلية وطبيعة الأنهيار والكسر وأماكن حدوثه فى العينات. يوضح جدول ١ متوسط قيم نتائج الإختبار الميكانيكية للأبلاكاج وذلك لعدد أربع عينات من كل منتج بينما يوضح شكل ١٧ العلاقة بين

5- Soeyrilae, P. and Halonen, A.;"Infra-red Drying of Veneer"; Published by Espoo "In-House Publishing", Helsinki, 1988, pp. 1-58
6- American Society for Testing and Materials; "Standard Methods of Testing Plywood in Tension"; ASTM D 3500-76, USA, 1976, pp. 968-975
7- American Society for Testing and Materials; "Standard Methods of Testing Plywood in Compression"; ASTM D 3501-76, USA, 1976, pp. 976-983
8- American Society for Testing and Materials; "Standard Methods of Testing Plywood in Flexure"; ASTM D 3043-76, USA, 1976, pp. 863-879
9- American Society for Testing and Materials; "Standard Test Method for Moisture Absorption of Compressed Wood Products"; ASTM D 3503-76, USA, 1976, pp. 984-985
10- American Society for Testing and Materials; "Standard Test Method for Swelling and Recovery of Compressed Wood Products due to Moisture Absorption"; ASTM D 3503-76, USA, 1976, pp. 986-987
11- American Society for Testing and Materials; "Standard Methods of Evaluating The Properties of Wood-base Fiber and Particle Panel Materials"; ASTM D 1037-89, USA, 1989.