Mesopotamia J. of Agric. ISSN:2224-9796(Online) مـجـلـة زراعـــة الـرافـــدين
Vol. (41) No. (2) 2013 ISSN: 1815-316x (Print) المجلد (41) العدد (2) 2013

تأثير نوع الألياف الخشبية وبعض عوامل التصنيع في الصفات الميكانيكية للألواح الليفية المتوسطة الكثافة

احمد سعيد عبدالله
قسم الغابات/ كلية الزراعة و الغابات
جامعة الموصل / العراق

ناصر عبد السلام داؤد السرحان
مديرية الغابات و المراعي/ دهوك
العراق

الخلاصة

تهدف هذه الدراسة إلى بيان إمكانية إنتاج ألواح ليفية متوسطة الكثافة من الألياف المعادة من الصناديق الكارتونية للتقليل من قطع الأشجار و استخدام أخشابها لهذه الصناعة. فضلا عن دراسة تأثير بعض العوامل التصنيعية مثل نسبة اللاصق و مدة الكبس و تداخلاتها على الصفات الميكانيكية لهذه الألواح. أظهرت النتائج إن الألواح المصنعة بالطريقة الرطبة من الألياف المعادة كانت أفضل من الألواح المصنعة من ألياف الخليط والألياف الخام في الصفات الميكانيكية لمعاملي الكسر والمرونة وقوة التماسك. كما كانت الألواح المصنعة بنسبة لاصق 10٪ أفضل من الألواح المصنعة بالنسب الأخرى لكل من معامل الكسر والمرونة وقوة التماسك. وكانت الألواح المنتجة بمدة الكبس (30 دقيقة) الأفضل من بقية المدد الأخرى في كل من معامل الكسر ومعامل المرونة وقوة التماسك.و أظهرت نتائج التداخلات الثلاثية لعوامل الدراسة الثلاث تفوق الألواح المصنعة من الألياف المعادة بنسبة لاصق 10٪ وبمدة كبس (20 و30 دقيقة) في كل من معامل الكسر ومعامل المرونة على بقية الألواح الأخرى، بينما كانت قوة التماسك الأفضل في ألواح الألياف المعادة بمختلف نسب اللاصق و مدد الكبس، وإن الألواح المنتجة بالمواصفات الميكانيكية المذكورة أعلاه تجاوزت المتطلبات القياسية للألواح الليفية المتوسطة الكثافة للاستخدامات الداخلية.

كلمات دالة: الألواح الليفية،الألياف المعادة، يوريا فورمالديهايد، المواصفات الميكانيكية.

تاريخ تسلم البحث: 29/1/ 2012 وقبوله: 2012/3/5.

المقدمة

يعرف اللوح الليفي من قبل منظمة الأغذية والزراعة الدولية بأنه عبارة عن صفيحة من المواد التي تصنع بكثافات مختلفة من ألياف خشبية مهذبة جزئياً أو بشكل كامل أو تصنع من ألياف سيقان المحاصيل. وقد تضاف لها مواد رابطة أو مواد أخرى في أثناء عملية التصنيع لرفع قواها، وزيادة مقاومتها للرطوبة وللفطريات والاحتراق أو لتحسين صفات معينة لها، بينما عرف اللوح الليفي من قبل المنظمة الدولية للمواصفات العالمية ISO بأنه: عبارة عن صفيحة من المواد يزيد سمكها على 1.5 ملم، تصنع من ألياف لكنوسليلوزية وترتبط مع بعضها البعض تلقائياً من دون استعمال أية مادة صمغية، وقد يضاف لها مواد رابطة أو مركبات أخرى (قصير، 1990) و تشكل أخشاب الأشجار المصدر الرئيس لصناعة الألواح الليفية المتوسطة الكثافة، ولتخفيف العبء عن الغابات والحد من الاستنزاف الكبير للأشجار، فقد اتجه الباحثون إلى التعويض عن استخدام الألياف الخام الناتجة من أخشاب الأشجار بألياف معادة تنتج من أنواع الورق والكارتون المستعمل (Hunt و Vick،1999 و Hunt و Supan، 2006 و Hunt وآخرون، 2008a). وبالنظر لزيادة أهمية المحافظة على البيئة والغابات عالمياً، مع ارتفاع كلف التخلص من النفايات الصلبة في كل مكان بسبب التلوث، فقد اتجهت المنظمات الدولية والحكومات إلى وضع قيود صارمة للمحافظة على البيئة والاستفادة من النفايات الصلبة. وهذا يشمل الاستفادة من الورق والكارتون المستخدم بإعادة تصنيعه، وكذلك الرواسب المطروحة في صناعة العجينة والورق التي تقدر بحوالي 4.3٪ من إجمالي الناتج النهائي للمعمل، وهذه تحتوي على ألياف خشبية يمكن الاستفادة منها في صناعة الألواح الخشبية المركبة (Davis وآخرون، 2003 وGeng وآخرون، 2006 وGeng وآخرون، 2007a و2007b وTaramian وآخرون، 2007). أن قوة الألواح الليفية المتوسطة الكثافة تعتمد بصورة رئيسة على أليافها واللاصق الذي يربط فيما بينها، لذلك فان اللواصق تحدد طبيعة ارتباط الألياف مع بعضها. ومعظم الألواح الليفية المتوسطة الكثافة المنتجة صناعياً تستعمل لواصق مبنية على أساس الفورمالديهايد مثل اليوريا فورمالديهايد، و الفينول فورمالديهايد، و الميلامين فورمالديهايد (Halvarsson وآخرون، 2008). وعادة يُستخدم لاصق اليوريا فورمالديهايد للاستخدامات الداخلية للألواح الليفية المتوسطة الكثافة، لكونهِ عالي المقاومة للماء وقليل

البحث مستل من رسالة الماجستير للباحث الثاني

التكاليف نسبياً مقابل اللواصق الأخرى، ويُتيح مدداً مختلفة لغرض التجميع قبل البدء بالتصلب. تؤثر نسبة اللاصق في مواصفات الألواح من خلال تأثيرها على قوة تماسك الألياف مع بعضها، إذ إن زيادة ما يصيب سطح الألياف من اللاصق يعني زيادة في قوة تماسك هذه الألياف مؤدية إلى زيادة مقاومة الألواح للمؤثرات الخارجية. كما إن لكثافة اللوح تأثير في هذا الجانب فعند زيادتها وثبوت كمية اللاصق تعني قلة مقدار ما يصيب الألياف الخشبية من اللاصق، ومن خلال هذا نرى مقدار التأثير المشترك لكمية اللاصق مع هذين العاملين في التأثير على خواص الألواح الليفية المتوسطة الكثافة (العلي، 1978). لقد أنتج Suchsland و Woodson (1976) ألواحا ليفية متوسطة الكثافة من ألياف (*sweetgum*) باستخدام لاصق اليوريا فورمالديهايد بنسبة (8 ٪ و10٪ و12٪) تحت كبس أولي بارد للحصيرة وبضغط مسلط مقداره 4.2 كغم/سم^2 ، ثم أعقبها كبس ساخن وبضغط مسلط مقداره 57.8 كغم/سم^2 وبزمن غلق تراوح بين (8-10 ثانية) لإنتاج ألواح بسمك 19ملم وبمدة كبس (9دقائق) وعلى درجة حرارة 168ْم، وألواح بسمك 19ملم وبمدة كبس (12دقيقة) وعلى درجة حرارة 121ْم، وكذلك ألواح بسمك 9.5 ملم وبمدة كبس (8 دقائق) وعلى درجة حرارة 121ْم. وقد وجدا أن كلاً من معامل المرونة وقوة التماسك تأثر بشكل معنوي بزيادة محتوى اللاصق في الألواح، إذ أدت نسب اللاصق 8٪ و10٪ و12٪ إلى زيادة قوة التماسك بنسبة 73٪ و77٪ و82٪ على التوالي. كما أستعمل Hunt و Vick (1999) لاصق الفينول فورمالديهايد في إنتاج الألواح الصلدة بمدة كبس (10 دقائق) على درجة حرارة (170 ْم) وبمعدل زمن غلق (120ملم/دقيقة) وضغط مسلط مقداره (17.5) كغم/سم^2 من ألياف الصناديق الكارتونية المعادة وألياف خام من خليط (90٪ أخشاب صلدة و10٪ أخشاب رخوة) بالطريقة الرطبة، و كانت نتائجهم تشير إلى أن ألواح الألياف المعادة من الصناديق الكارتونية كانت أقوى بثلاث مرات من الألواح المصنعة من الألياف الخام وأشد صلادة بمرتين، وعند مقارنتها مع الألواح الصلدة التجارية وجد أنّ ألواح الألياف المعادة أقوى مرتين ونصف من الألواح الصلدة التجارية ، أما بالنسبة للمقارنة مع الألواح الصلدة القياسية الأمريكية (ANSI/AHA A135.4-1995)، فكانت الألواح الصلدة التجارية من الألياف المعادة أقوى خمس مرات من الألواح الصلدة القياسية الأمريكية. أما Hunt و Supan (2006) فقد تمكنا من إنتاج ألواح ليفية بدون لاصق وبمدة كبس (10دقائق) وعلى درجة حرارة 163 ْم وبضغط مسلط مقداره 12 كغم/سم^2 وسمك ألواح 3.2 ملم وبكثافة 1000 كغم/م^3 من ألياف الصناديق الكارتونية المعادة وألياف خام من الصنوبر Lodgepole وبالطريقة الرطبة، وقد أظهرت النتائج بأن الألواح الليفية المصنوعة من الألياف المعادة من الصناديق الكارتونية وبمستويين للرطوبة النسبية (50٪ و90٪) كانت أقوى بنسب (10- 20٪) وأشد صلادة من الألواح الليفية المصنوعة من الألياف الخام للصنوبر Lodgepole Pine، كما وجد أن استطالة الألواح الليفية للألياف المعادة كانت أكبر من الألواح الليفية المنتجة من الألياف الخام بمقدار 200٪، والألواح في كلا النوعين حققت المتطلبات القياسية للألواح الصلدة التجارية، وبيّن بأن الألياف المعادة يمكن أن تكون أليافاً بديلة تستعمل لإنتاج ألواح ليفية قوية وذات صلادة عالية. وتهدف هذه الدراسة إلى بيان إمكانية التعويض عن ألياف أخشاب الأشجار المستخدمة في صناعة الألواح الليفية متوسطة الكثافة باستخدام ألياف الورق والكارتون المعاد (OCC) ومقارنة مواصفات الألواح الليفية متوسطة الكثافة المنتجة من ألياف الورق المعاد بالطريقة الرطبة بمواصفات الألواح المنتجة من الألياف الخام والتعرف على مدى مطابقة مواصفات هذه الألواح للمواصفات القياسية.

مواد العمل وطرائقه

تم الحصول على الألياف الخشبية الخام Virgin fiber غير المستعملة في صناعة الورق على شكل عجينة مكبوسة من معمل الورق في العمارة، وهي منتجة من أخشاب أبرية مطبوخة بطريقة كرافت، في حين تم الحصول على الألياف المعادة Recycle fiber من صناديق البيض التركي والتي تنتج من عجينة الأخشاب الإبرية من السوق المحلية في أربيل. كما تم الحصول على صمغ اليوريا فورمالديهايد Urea formaldehyde إنتاج 2009 من شركة Korfezkimya كورفيز كيميا في اسطنبول/ تركيا. تم فصل الألياف الخشبية المستخدمة في تصنيع الألواح الليفية المتوسطة الكثافة بالطريقة الرطبة، إذ تم تمزيق العجينة والصناديق الكارتونية للألياف الخام والمعادة إلى قطع صغيرة يدوياً ليسهل عجنها بالخلاط باستخدام ثخانة (consistency) 4٪ والتي تمثل النسبة المئوية لوزن الألياف الجافة إلى الوزن الكلي للعجينة الرطبة، ولكلا النوعين، فقد تم العجن بخلاط كهربائي عدد دوراته 1970 دورة/ دقيقة. وبعد إكمال عملية التفكيك المقررة لكل نوع بواسطة الخلاط الكهربائي وفصل الألياف، التي استغرقت بالنسبة للألياف الخام 20 دقيقة و للألياف المعادة 9 دقائق. تم القياس بطريقة Taylor (1975) لطول الألياف على المجهر الضوئي وكانت نتائج

أطوال الألياف لكلا النوعين كما في الجدول التالي:

الجدول (1): أطوال ألياف العجائن الخام والمعادة.

Table (1): Fiber length of virgin and recycled pulp.

النسبة المئوية للتكرارات ٪ Percentage	تكرارات أطوال الألياف المعادة Frequency of recycled fiber	النسبة المئوية للتكرارات ٪ Percentage	تكرارات أطوال الألياف الخام Frequency of virgin fiber	طول الليف /ملم Fiber length (mm)
56.7	67	26.3	50	≥ 1 ملم
18.6	22	29.5	56	1.1- 2 ملم
12.7	15	22.1	42	2.1 – 3 ملم
7.6	9	18.8	36	3.1 – 4 ملم
3.4	4	1.6	3	4.1 – 5 ملم
		1	2	5.1 – 6 ملم

تم إضافة الصمغ بالنسب الأربعة المقررة (صفر، 6٪ ، 8٪ ،10 ٪) على أساس الوزن الجاف للألياف في اللوح. وقد أضيف الصمغ إلى الألياف ولكلا النوعين أثناء التفكيك في نصف الفترة المقررة لكل نوع من الألياف. بعد إتمام فترة التفكيك المقررة لكل نوع من الألياف بالخلاط الكهربائي مع تجانس توزيع اللاصق، تمت تهيئة الحصيرة وذلك بصب العجينة الممزوجة باللاصق في إطار خشبي وبأبعاد (37×37×15 سم) مفتوح الطرفين العلوي والسفلي ومزود من الطرف الأسفل بسلك مشبك 100مش (المنخل) والموضوع على صفيحة ألمنيوم ذات فتحات كبيرة موضوعة على فتحة لتصريف المياه، وذلك لتوفير مجال لتصريف الماء من خلال المشبك وصفيحة الألمنيوم المثقبة، ثم كبست كبسا أوليا بواسطة الصندوق الأصغر الملحق بالصندوق الكبير ذو الأبعاد (36.5×36.5×16سم)، بعدها رفع الصندوق الملحق وأخرجت الحصيرة المتكونة وقيست الحصيرة لمعرفة المحتوى الرطوبي للحصيرة إذ كان بمعدل (70 ± 6)٪ على أساس الوزن الكلي، ونقلت بعدها إلى المكبس لإتمام عملية الكبس. وضع سلك مشبك (سيم) ذو طبقتين على امتداد المكبس ثم نقلت الحصيرة إلى داخل المكبس ووضعت الموقفات (Stoppers) التي هي عبارة عن إطار حديدي ووضع على حافتي الحصيرة لضمان ضبط سمك اللوح (1سم) و الأبعاد وعدم حدوث الفرش للحصيرة أثناء الكبس، وضع بعدها سلك مشبك أخر ذو طبقتين فوق الحصيرة، ثم كبست الحصيرة بضغط مقداره 102كغم/سم^2، وقد اعتمدت هذه الطريقة حسب الباحثين Steinmetz (1974) و Yao (1978) و Kruse (1995) و Hunt وVick (1999) و Hunt وSupan (2006) وHunt وآخرون (2008a)، والغرض من السلك المشبك هو لضمان توفير مجال جيد لخروج البخار من سطحي الحصيرة أثناء الكبس، وأستغرق المكبس (55 دقيقة)، من لحظة إغلاق المكبس لحين الوصول إلى الحرارة المطلوبة (160 ْم) وهذا يتطابق مع طريقة عمل الباحثين Winandy وKrzysik (2007)، وحُسبت بعدها مدة الكبس المقررة لكل معاملة لحين إزالة الضغط وإخراج اللوح حيث أصبح المحتوى الرطوبي للألواح ما بين (3-6٪). اتبعت المواصفات الأمريكية (ANSI A 208.2-2002) الخاصة باختبارات الألواح الليفية المتوسطة الكثافة حيث تم تهيئة النماذج للفحوصات الميكانيكية والفيزيائية بمحتوى رطوبي (4.0 ± 1.0٪) وبدرجة حرارة الغرفة (38 ْم) للألواح المصنعة .

التحليل الإحصائي Statistical Analysis

تمت دراسة تأثير عدة متغيرات تصنيعية في صفات الألواح الليفية الرطبة المتوسطة الكثافة وكانت المتغيرات :-

أ- مصدر الألياف الخشبية: بثلاثة مستويات (ألياف أصلية 100٪ ،ألياف معادة بنسبة 100٪، وخليط من الألياف الخام والمعادة بنسبة 50٪ لكل نوع منهما).

ب- نسب إضافة يوريا فورمالديهايد UF (٪): بأربعة مستويات هي (صفر، 6، 8، 10) نسبةً إلى الوزن الجاف للألياف.

ج- مدة الكبس: بثلاثة مستويات (20 و30 و 40 دقيقة).

ولدراسة تأثير هذه المتغيرات في صفات اللوح الميكانيكية استخدم التصميم العشوائي الكامل للتجارب العاملية (Factorial Experiment) 3× 4×3 فأعطى 36 معاملة وبعمل ثلاث مكررات لكل وحدة تجريبية فأصبح عدد الألواح (108) لوحا ليفيا متوسط الكثافة. وكانت الكثافة المخططة للألواح هي (0.62غم/سم^3) وذلك بتسليط ضغط مقداره (102 كغم/سم^2) ومعدل مدة غلق (20 ثانية) وأستغرق المكبس (55 دقيقة) ليصل إلى درجة حرارة 160°م. أما مدد الكبس فهي التي تبدأ بعد وصول المكبس إلى الحرارة المطلوبة باستخدام جهاز الكبس الحار. إن كثافة اللوح تؤثر تأثيرا مباشرا في الصفات الميكانيكية للوح الليفي، ولذلك فقد اعتُمد في هذه الدراسة على عامل الكثافة لتصحيح العوامل الميكانيكية المؤثرة في صفات اللوح وهي معامل المرونة، ومعامل الكسر وقوة التماسك (الشد) باستخدام تحليل التباين المشترك (الراوي،1980).

النتائج والمناقشة

معامل الكسر: يعد معامل الكسر (MOR) من أهم الصفات الميكانيكية للألواح عامةً ولاسيما عند استعمالها واحداً من عناصر الاستخدامات الإنشائية، وهي تتأثر بعوامل دورة الكبس Press cycle (الضغط، والحرارة، والزمن) والمحتوى الرطوبي للحصيرة ، فضلاً عن نوع اللاصق المستخدم وكميته وكثافة اللوح، وهي مقياس لمقاومة اللوح للجهد ودالة لمتانته (Maloney، 1989). أظهر تحليل التباين لنتائج فحص الألواح الليفية المتوسطة الكثافة الموضحة في الجدول (2) التأثير المعنوي العالي لمصدر الألياف ومدة الكبس عند مستوى احتمال 0.01، في حين لم تؤثر نسبة اللاصق معنويا على معامل الكسر للألواح المصنعة. وكان معامل الارتباط لكل من مصدر الألياف ونسبة اللاصق ومدة الكبس مع معامل الكسر هو (0.52 و 0.18 و -0.24) على التوالي، وهذا يبين أن أعلى تأثير إيجابي كان لمصدر الألياف. وبيّن اختبار دنكن للمتوسطات (جدول 3) التفوق المعنوي لمعامل الكسر في الألواح المصنعة من الألياف المعادة على معامل الكسر لكل من الألواح المصنعة من ألياف الخليط والألياف الخام، إذ بلغت متوسطاته (176.8 و 152.7 و 142.5 كغم/سم^2) على التوالي، وقد بلغ مقدار الزيادة لمعامل الكسر في الألواح المصنعة من الألياف المعادة بنسبة 24٪ عن الألواح المصنعة من الألياف الخام، ويعود السبب في ذلك إلى الاختلاف في مورفولوجية الألياف المعادة عن الألياف الخام، إذ إن الألياف المعادة هي ألياف مطروقة أثناء صناعة الورق ومساحتها السطحية اكبر، وذلك يعزز من ارتباط الليف مع الليف وتشكل شبكة ارتباط قوي وبشكل كثيف داخل اللوح وينعكس ذلك على قوة معامل الكسر، على عكس الألياف الخام غير المطروقة المجوفة حيث تتماسك الألياف بالالتقاء المماسي للأسطح الاسطوانية وهذا يتفق مع نتائج كل من الباحثين Steinmetz (1974) و Yao (1978) وKruse (1995) وSuchsland وآخرين (1998) وHunt و Vick (1999) وHunt وآخرين (2008b)، كما أن وجود النواعم في ألواح الألياف المعادة مقابل الألياف الخام ساهمت في ملء الفراغات ما بين الألياف وأعطت أواصر وجسور ربط إضافية بين الألياف الطويلة وهذا يتفق مع ما وجده Moss وRetulainen (1995) وHunt وآخرون (2008b). وأعطت نسبة اللاصق (10٪) أعلى معامل كسر (164.2 كغم/سم^2) (جدول 3) والتي زادت قيمته بنسبة (8.7٪) عن معامل الكسر للألواح المصنعة بدون لاصق. ويرجع السبب إلى أن زيادة نسبة اللاصق أدت إلى زيادة كمية أواصر الارتباط مابين الألياف، وانعكست على معامل الكسر وهذا يتفق مع ما وجده Xing وآخرون (2007) وCopur وآخرون (2007) وYe وآخرون (2007) و Hunt وآخرون (2008b) في أن زيادة محتوى اللوح من اللاصق يؤدي إلى تحسين قواه. كما ظهر أن الألواح المصنعة بمدة كبس (20 و30 دقيقة) دقيقة كانت أفضل من مدة الكبس 40 دقيقة وبلغ معامل الكسر لهما (163.4 و 161.4 كغم/سم^2) على التوالي (جدول 3) ويرجع السبب إلى أن المحتوى الرطوبي للحصيرة ساعد على الانتقال الحراري من سطحي اللوح إلى داخله، ولاسيما عند وصول درجة الحرارة إلى (160°م) وخلال مدة الكبس (20 و30 دقيقة) مما أدى إلى تصلب اللاصق على أسطح الألياف جميعها ضمن السمك وانعكس على معامل الكسر بشكل إيجابي وهذا يتفق مع Maloney (1989) وCai وآخرين (2006). وانخفضت قيم معامل الكسر عند مدة الكبس (40 دقيقة)، وقد يعود السبب في ذلك إلى أن التراكم الحراري لمدة الكبس الطويلة أدى إلى تغير في تركيبة اللاصق وتحلله وانعكس على معامل الكسر، وهذا ما يتفق مع ما وجده كل من Poblete و Roffael (1985). وقد أضاف كل من وWinandy وRowell (2005) و Mohebby و llbeighi (2007) و Winandy و Krzysik(2007) أن التراكم الحراري لمدة الكبس الطويلة أدى إلى تغير في تركيبة الألياف، وقصر السلاسل السليلوزية الطويلة إلى سلاسل قصيرة مما أدى إلى التقليل من قيم معامل الكسر.

الجدول (2): تحليل التباين للصفات الميكانيكية للألواح المصنعة.

Table (2): Analyses of variance for MDF mechanical properties.

مصادر التباين Source of variance	درجات الحرية d. f.	متوسطات المربعات		
		معامل الكسر (كغم/سم^2) MOR	معامل المرونة (كغم/سم^2) MOE	قوة التماسك (كغم/سم^2) IB
مصدر الألياف (أ) Fiber source(A)	2	**11118.22	** 229662502.5	**13.403
نسبة اللاصق (ب) Resin content(B)	3	غ 865.467 (n)	** 37672825.6	**1.2876
مدة الكبس (ج) Pressing time(C)	2	** 2810.377	غ12963359.4 (n)	غ0.11116 (n)
(أ× ب) (A*B)	6	**1158.646	م7437026.2غ	غ0.0562 (n)
(أ×ج) (A*C)	4	**1509.657	**28387293.0	غ0.06447 (n)
(ب× ج) (B*C)	6	**1410.502	*14014880.6	غ0.10982 (n)
(أ×ب×ج) (A*B*C)	12	غ285.8752 (n)	غ4716880.0 (n)	غ0.03773 (n)
الخطأ التجريبي Exp. error	72	334.41592	4960600	0.12609857

** معنوي عند مستوى احتمال 0.01 / * معنوي عند مستوى احتمال 0.05 / غ غير معنوي
** significant at 0.01 level, * significant at 0.05 level, (n) not significant

في حين اظهر اختبار دنكن لتأثير التداخل ما بين العوامل الثلاث المدروسة (مصدر الألياف، نسبة اللاصق، مدة الكبس)(جدول 3) تفوق قيمة معامل الكسر في الألواح المصنعة من الألياف المعادة بنسبة لاصق10٪ وبمدة كبس(20 و30 دقيقة)، إذ بلغت (212.4 و220 كغم /سم^2) على التوالي على جميع المعاملات الأخرى. وان الألواح بالمواصفات المذكورة حققت المواصفات القياسية الأمريكية للاستخدامات الداخلية ANSI A 208.2-2002 التي هي (142.7 كغم/سم^2).

معامل المرونة: ان نتائج تحليل التباين الموضحة في (جدول 2) أظهرت فروقات معنوية عالية عند مستوى احتمال 0.01 لتأثير عوامل (مصدر الألياف ونسبة اللاصق) على معامل المرونة في حين كان تأثير عامل (مدة الكبس) غير معنوي على معامل المرونة، وكان معامل الارتباط لكل من مصدر الألياف ونسبة اللاصق ومدة الكبس مع معامل المرونة هو (0.60 و 0.29 و0.05) على التوالي. وهذا يؤكد الارتباط العالي لمعامل المرونة مع مصدر الألياف وكذلك التأثير الواضح لنسبة اللاصق. وبيّن اختبار دنكن للمتوسطات(جدول 4) التفوق المعنوي العالي لمعامل المرونة في الألواح المصنعة من الألياف المعادة على معامل المرونة من الألواح المصنعة من ألياف الخليط والألياف الخام إذ بلغت متوسطاتها (19009.9 و 16689.2 و 13963.8 كغم/سم^2) على التوالي. وكان مقدار الزيادة لقيمة معامل المرونة من الألياف المعادة بنسبة 36٪ عن الألياف الخام، ويعود السبب إلى الأسباب نفسها التي تم ذكرها في تأثير مصدر الألياف على صفة معامل الكسر. كما أظهر اختبار دنكن للمتوسطات تفوق الألواح المصنعة بنسبة لاصق 10٪ على بقية النسب الأخرى، إذ بلغت قيمة معامل المرونة (17659.8 كغم/سم^2) والتي زادت بنسبة (18.4٪) على معامل المرونة للألواح المصنعة بدون لاصق، ويرجع السبب إلى الأسباب نفسها التي تم ذكرها في تأثير نسبة اللاصق على معامل الكسر. كما ظهر إن الألواح المصنعة بمدة كبس (30) دقيقة كانت أفضل من المعاملات الأخرى، وبلغ معامل المرونة لها (17199.8 كغم/سم^2) (جدول 4) وهذا يؤكد نتائج معامل الكسر إذ تم التصلب الكامل للاصق في داخل اللوح خلال فترة كبس (30 دقيقة) وبدرجة حرارة مكبس 160°م. وانخفضت قيم معامل المرونة عند مدة الكبس 40 دقيقة ولم يظهر تحليل التباين فرقاً معنوياً لتأثير التداخل ما بين العوامل الثلاث المدروسة (مصدر الألياف، نسبة اللاصق، مدة الكبس) على معامل المرونة (جدول 2)، في حين اظهر

اختبار دنكن للمتوسطات (جدول 4) تفوق قيمة معامل المرونة في الألواح المصنعة من الألياف المعادة بنسبة لاصق10٪ وبمدة كبس(30دقيقة) إذ بلغت (24193.6كغم/سم^2) على جميع المعاملات الأخرى. وان الألواح بالمواصفات المذكورة حققت المواصفات القياسية الأمريكية للاستخدامات الداخلية (ANSI A208.2-2002) التي هي (14279.3 كغم/سم^2)، باستثناء كل من الألواح المصنعة من الألياف الخام بدون لاصق وبمختلف مدد الكبس وألواح الألياف الخام بنسبة لاصق 6٪ وبمدة كبس (20 و30دقيقة) وألواح الألياف الخام بنسبة لاصق 8٪ و10٪ وبمدة كبس (30 و40 دقيقة) وألواح ألياف الخليط بنسبة لاصق 6٪ و8٪ وبمدة كبس (20 دقيقة).

قوة التماسك: تعد صفة قوة التماسك من الصفات الميكانيكية المهمة للألواح وتعبر عن متانة اللوح وتماثل الكثافة العمودية ضمن سمك اللوح وتتأثر بالعوامل التصنيعية (المفتي، 2006). أظهر تحليل التباين لنتائج فحص الألواح الليفية المتوسطة الكثافة الموضحة في الجدول (2) التأثير المعنوي العالي لمصدر الألياف ونسبة اللاصق عند مستوى احتمال 0.01، في حين لم يكن تأثير مدة الكبس معنويا على قوة التماسك للألواح المصنعة، وكان عامل الارتباط لكل من مصدر الألياف ونسبة اللاصق ومدة الكبس مع قوة التماسك هو (0.74 و0.27 و0.06) على التوالي. وهذا يبين الارتباط المعنوي العالي لقوة التماسك مع مصدر الألياف ونسبة اللاصق، إذ انه من المعروف بان الألياف المعادة قد تعرضت للطرق أثناء المراحل التصنيعية السابقة وهذا الطرق يزيد من قوة التماسك. وبيّن اختبار دنكن للمتوسطات (جدول 5) التفوق المعنوي لقوة التماسك في الألواح المصنعة من الألياف المعادة على قوة التماسك لكل من الألواح المصنعة من ألياف الخليط والألياف الخام، إذ بلغت متوسطاتها (5.16 و 4.19 و 4.03 كغم/ سم^2) على التوالي، وقد بلغ مقدار الزيادة لقوة التماسك من الألياف المعادة بنسبة 28٪ عن الألياف الخام، ويعود السبب في ذلك إلى نفس الأسباب التي تم ذكرها في تأثير مصدر الألياف على معامل الكسر. كما بين اختبار دنكن للمتوسطات (جدول 5) إن أفضل نسب اللاصق كانت للألواح المصنعة بنسبة لاصق (10٪)، إذ أعطت قوة تماسك (4.66كغم/سم^2)، التي زادت من قوة تماسك الألواح بنسبة (12.3٪) على قوة التماسك للألواح المصنعة بدون لاصق، ويرجع السبب في ذلك إلى الأسباب نفسها التي تم ذكرها في تأثير نسبة اللاصق على معامل الكسر. في حين لم يظهر تباين معنوي في قيم قوة التماسك للألواح المصنعة بزيادة مدة الكبس مابين (20 و30 و40 دقيقة) إذ بلغت متوسطاتها (4.4 و 4.5 و 4.49 كغم/سم^2) على التوالي (جدول 5)، ويرجع السبب إلى أن مدد الكبس المناسب (20و30 و40دقيقة) وبدرجة الحرارة 160ْم أدى إلى تصلب اللاصق، وهذا يتفق مع Maloney (1989) و Cai وآخرين (2006)، وكذلك يتفق مع ما وجده Mohebby وLlbeighi (2007) بان زيادة الفترات الزمنية للكبس عن فترة محدده لم تؤثر بشكل معنوي على قيم قوة التماسك. ولم يظهر تحليل التباين فرقاً معنوياً لتأثير التداخل ما بين العوامل الثلاث المدروسة (مصدر الألياف، نسبة اللاصق، مدة الكبس) على قوة التماسك (جدول 2). في حين اظهر اختبار دنكن للمتوسطات (جدول 5) تفوق قيم قوة التماسك في الألواح المصنعة من الألياف المعادة بمختلف نسب اللاصق وبمختلف مدد الكبس، إذ تراوحت مابين (4.9 ولغاية 5.14 كغم/سم^2) على جميع المعاملات الأخرى. وان الألواح بالمواصفات المذكورة حققت المواصفات القياسية الأمريكية للاستخدامات الداخلية (ANSI A 208.2-2002) التي هي (3.1 كغم/سم^2).

الجدول (3): اختبار دنكن لتأثير العوامل المدروسة (مصدر الألياف، نسبة اللاصق، مدة الكبس) وتداخلاتها الثنائية والثلاثية في معامل الكسر (كغم/سم^2) للألواح المصنعة

Table (3): Duncan test of the MOR means of the MDF.

مصدر الألياف Fiber source (A)	تداخل مصدر الألياف * نسبة اللاصق (A*B)	مدة الكبس Pressing time (C)			نسبة اللاصق % Resin content (B)	مصدر الألياف Fiber source (A)
		40 دقيقة	30 دقيقة	20 دقيقة		
142.53c	121.24f	121.24f	121.24f	121.24f	صفر	ألياف خام Virgin fiber
	149.64de	156.29c-f	136.39def	156.24c-f	6	
	149.75de	145.38c-f	145.56c-f	158.31cde	8	

	149.50de	132.92ef	153.02c-f	162.56cde	10	
152.71b	161.98b-e	161.98cde	161.98cde	161.98cde	صفر	ألياف الخليط Mixed fiber
	147.20e	152.03c-f	153.05c-f	136.52def	6	
	149.36de	143.33def	163.41cde	141.34def	8	
	152.31cde	131.60ef	173.29cd	152.03c-f	10	
176.76a	170.00bc	170.00cd	170.00cd	170.00cd	صفر	ألياف المعادة Recycled fiber
	167.58bcd	156.20c-f	166.21cde	180.32bc	6	
	178.74ab	155.84c-f	172.14cd	208.24ab	8	
	190.71a	139.60def	220.14a	212.40a	10	
نسبة اللاصق ٪ Resin content (B)		147.20b	161.37a	163.43a	مدة الكبس/ دقيقة Pressing time (C)	
		138.96c	139.05c	149.59b c	ألياف خام Virgin f.	تداخل مصدر الألياف *مدة الكبس (A*C)
		147.24b c	162.93b	147.97b c	ألياف الخليط Mixed f.	
		155.41b c	182.12a	192.74a	ألياف المعادة Recycled f.	
151.07b		151.07cde	151.07cde	151.07cde	صفر	تداخل نسبة اللاصق *مدة الكبس (B*C)
154.81ab		154.84cd	151.89cde	157.69bcd	6	
159.82ab		148.18de	160.37bcd	169.30abc	8	
164.2a		134.71e	182.15a	175.66ab	10	

Means have the same article don't differ significantly المعدلات التي تحمل الحروف نفسها لا تختلف معنوياً

الجـدول (4): اختبـار دنكـن لتـأثير العوامـل المدروسـة (مصـدر الأليـاف ، نسـبة اللاصـق ، مـدة الكـبس) وتداخلاتها الثنائية والثلاثية في معامل المرونة (كغم/سم^2) للألواح المصنعة.

Table (4): Duncan test of the MOE means of the MDF.

مصدر الألياف Fiber source (A)	تداخل مصدر الألياف * نسبة اللاصق (A*B)	مدة الكبس Pressing time (C)			نسبة اللاصق Resin content (B)	مصدر الألياف Fiber source (A)
		40 دقيقة	30 دقيقة	20 دقيقة		
c13963.7	13125.00f	13125.00ij	13125.00ij	13125.00ij	صفر	ألياف خام Virgin fiber
	13935.60ef	15164.29f-j	12811.77j	13830.73ij	6	
	14343.73ef	13846.12ij	13336.24ij	15848.81f-j	8	

	14450.79ef	13054.83ij	14268.41h ij	16029.13d-j	10	
16689.2b	15480.53de	15480.53f-j	15480.53f-j	15480.53f-j	صفر	ألياف الخليط Mixed fiber
	16976.75cd	19688.62b-e	17528.19c-i	13713.44ij	6	
	17152.93c d	18486.04c-g	18993.78b-g	13978.97ij	8	
	17146.49cd	17275.86c-j	19533.78b-f	14629.82g-j	10	
19009.9a	16141.48d e	16141.48d-j	16141.48d-j	16141.48d-j	صفر	ألياف المعادة Recycled fiber
	18766.41bc	19091.30b-f	20590.22abc	16617.70c-j	6	
	19749.58ab	18883.33b-g	20394.81a-d	19970.60b-e	8	
	21382.19a	17158.05c-j	24193.57a	22794.95ab	10	
نسبة اللاصق ٪ Resin content (B)		16449.62ab	17199.81a	16013.43b	مدة الكبس/ دقيقة Pressing time (C)	
		13797.56c	13385.35c	14708.42c	ألياف خام Virgin f.	تداخل مصدر الألياف *مدة الكبس
		17732.76b	17884.07b	14450.69c	ألياف الخليط Mixed f.	
		17818.54b	20330.02a	18881.18ab	ألياف معادة Recycled f.	
14915.67b		14915.67c	14915.67c	14915.67c	صفر	تداخل نسبة اللاصق *مدة الكبس (B*C)
16559.59a		17981.40ab	16976.73abc	14720.63c	6	
17082.08a		17071.83abc	17574.94a b	16599.46bc	8	
17659.82a		15829.58bc	19331.92a	17817.97ab	10	

Means have the same article don't differ significantly المعدلات التي تحمل الحروف نفسها لا تختلف معنوياً

الجـدول (5): اختبـار دنكـن لتـأثير العوامـل المدروسـة (مصـدر الأليـاف ، نسـبة اللاصـق ، مـدة الكـبس) وتداخلاتها الثنائية والثلاثية في قوة التماسك (كغم/سم^2) للألواح المصنعة.

Table (5): Duncan test of the IB means of the MDF.

مصدر الألياف Fiber source (A)	تداخل مصدر الألياف * نسبة اللاصق (A*B)	مدة الكبس Pressing time (C)			نسبة اللاصق ٪ Resin content (B)	مصدر الألياف Fiber source (A)
		40 دقيقة	30 دقيقة	20 دقيقة		
4.03b	3.66d	3.66f	3.66f	3.66f	صفر	ألياف خام Virgin fiber
	4.06bc	4.27def	4.12def	3.80def	6	
	4.08bc	4.12def	4.22ef	3.88def	8	

	4.32b	4.10Def	4.47b-e	4.39de	10	
4.19b	3.84c d	3.84def	3.84def	3.84def	صفر	ألياف الخليط Mixed fiber
	4.24b	4.26def	4.38de	4.08def	6	
	4.28b	4.34def	4.39de	4.11def	8	
	4.39b	4.42cde	4.45cde	4.30def	10	
5.16a	4.94a	4.94a -d	4.94a -d	4.94a -d	صفر	ألياف المعادة Recycled fiber
	5.25a	5.56a	5.07abc	5.12ab	6	
	5.19a	5.17a	5.13ab	5.25a	8	
	5.25a	5.14ab	5.27a	5.36a	10	
نسبة اللاصق ٪ Resin content (B)		4.49a	4.50a	4.40a	مدة الكبس (Pressing time C)	
		4.04b c	4.12b c	3.93c	ألياف خام Virgin fiber	تداخل مصدر الألياف *مدة الكبس (A*C)
		4.22b c	4.27b	4.09b c	ألياف الخليط Mixed fiber	
		5.20a	5.10a	5.17a	ألياف المعادة Recycled f.	
4.15b		4.15c	4.15c	4.15c	صفر	تداخل نسبة اللاصق *مدة الكبس (B*C)
4.52a		4.70a b	4.52a b	4.33b c	6	
4.51a		4.54a b	4.58a b	4.42a b c	8	
4.66a		4.55a b	4.73a	4.68a b	10	

Means have the same article don't differ significantly المعدلات التي تحمل الحروف نفسها لا تختلف معنوياً

أثبتت الدراسة بأن الألواح الليفية المتوسطة الكثافة المنتجة من الألياف المعادة ذات مواصفات ميكانيكية أفضل من الألواح المنتجة من الألياف الأصلية. كما تبين تحسن كافة المواصفات الميكانيكية بزيادة نسبة اللاصق لغاية 10%. أعطت مدة الكبس 30 دقيقة بدرجة حرارة 160 م أفضل المواصفات الميكانيكية وقد أدت زيادة مدة الكبس إلى انخفاض قيم معاملي الكسر و المرونة.

EFFECT OF FIBERS SOURCE AND SOME PROCESSING VARIABLES ON MECHANICAL PROPERTIES OF MEDIUM DENSITY FIBERBOARDS.

Abdullah, Ahmed Saieed
Forestry Dept. College of Agric. & Forestry, Mosul University / Iraq

AL Serhan, Nasir Abdul Salam
Directory Of Forestry And Range Land
Duhok / Iraq

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the possibility of producing of medium density fiberboard (MDF) panel from recycled wood fiber from old corrugated container (OCC) to reduce tree cutting and using of wood timber in this industry. Furthermore, the effects of the fiber source and the process variables like resin content and press time and their interactions on the mechanical properties of MDF panels were studied. The results showed that the panels made by wet process from recycled fiber were better than panels made from fiber mixture and virgin fiber in the mechanical properties for Modulus of rupture (MOR), Modulus of elasticity (MOE) and Internal bond **(**IB). The panels made with resin content 10% were better than panels made with other levels of resin contents for each of MOR, MOE and IB. The panels made by pressing 30 minute were better than all other press periods for each of MOR, MOE. The results of the interaction of fiber source ,resin content , and pressing time showed the superiority of the panels made from recycled fiber with 10% resin content and pressing time 20 and 30 minute for each of MOR and MOE over the rest of panels , whereas the IB was the best in the panels of the recycled fiber with different resin content and various pressing time. The panels with the above mechanical properties had passed the standard requirements for interior application.
Keywords: MDF, recycled fiber, urea formaldehyde, mechanical properties.

Received: 29/1/2012 Accepted: 3/29/2012.

المصادر

الـراوي، خاشـع محمـود (1980). تصـميم وتحليـل التجـارب الزراعيـة. دار الكتـب للطباعـة والنشـر. جامعـة الموصل، الموصل، العراق.

العلي، باسم عباس عبد (1978). دراسات عن تـأثير نـوع الخشب، كثافـة اللـوح ونسبة الصـمغ علـى صـفات ألواح الخشب المضغوط. رسالة ماجستير. جامعة الموصل. كلية الزراعة والغابات.

قصير، وليد عبودي (1990). الصناعات الخشبية. دار الكتب للطباعـة والنشـر. جامعـة الموصـل، الموصـل، العراق

Anonymous, (1995). American Hardboard Association. (AHA). Basic hardboard. ANSI Standard. Palatine, IL.

Anonymous, (2002). Medium Density Fiberboard (MDF) For Interior Applications.. American National Standards Institute, Composite Panel Association, Gai- Thersburg, MD.

Cai, Z., J. H. Muehl and J. E. Winandy. (2006). Effects of panel density and mat moisture content on processing medium density fiberboard, *Forest Prod. J.* 56(10):20-25.

Copur, Y., C. Gular., M. Akgul and C.Tascioglu. (2007). Some chemical properties of hazelnut husk and its suitability for particleboard production. *Building and Environment 42: 2568–2572.*

Davis, E., S.M. Shaler and B. Goodell. (2003). The incorporation of paper deinking sludge into fiberboard. *Forest Prod* J *53(11/12):46-54.*

Geng, X., J. Deng and S.Y. Zhang. (2006). Effects of hot-pressing parameters and wax content on the properties of fiber board made from pulp and paper sludge. *Wood Fiber Science, 38 (4):736-741.*

Geng, X., J. Deng and S.Y. Zhang. (2007a) Characteristics of pulp and paper sludge and its utilization for the manufacture of medium density fiberboard. *Wood Fiber Science, 39 (2):345-351.*

Geng, X., J. Deng and S.Y. Zhang. (2007b) Pulp and paper sludge as a component of wood adhesive formulation. *Holz forschung 61(6):688-692.*

Halvarsson, S., H. Edlund. and M. Norgren. (2008). Properties of medium-density fiberboard (MDF) based on wheat straw and melamine modified urea formaldehyde (UMF) resin. *Industrial Crops And Products 2 (8): 37–46.*

Hunt, J.F. and C. Vick. (1999). Strength and processing properties of wet-formed hardboards from recycled corrugated containers and commercial hardboard fibers. *Forest Prodect Journal, 49:69–74.*

Hunt, J.F., and K. Supan. (2006). Binder less fiberboard: comparison of fiber from recycled corrugated containers and refined small-diameter whole treetops. *Forest Prodect Journal, 56:69–74.*

Hunt, J.F., A. Ahmed. and K. Friedrich. (2008a). Effects of fiber processing on properties of fiber and fiberboard made from lodgepole pine treetops. *Forest Prodect Journal, 58(6):82-87.*

Hunt, J.F, J. O'Dell. and C. Turk. (2008b). Fiberboard bending properties as a function of density, thickness, resin, and moisture content. *Holzforschung, 62: 569-576.*

Kruse, K.V. (1995). Recycling old corrugated containers as furnish for wet process hardboard. *Forest Prodect Journal, 45:82–84.*

Maloney, T. M. (1989). Modern Particleboard And Dry – Process Fiberboard Manufacturing . Miller Freeman Publications, Inc. Third edition.

Mohebby, B. and F. Ilbeighi. (2007). Physical and mechanical properties of hydro thermally modified medium density fiberboard (MDF). Proceedings of the International Panel Products Symposium 2007. Cardiff, Wales, UK 17–19 October 2007, pp 341–348.

Moss, P.A., and E. Retulainen. (1995). The effect of fines on fiber bonding: cross-sectional dimension of TMP fibers at potential bonding sites. In: Proc, of the Int'1.Paper physical Conf. Niagara-on-the lake, Ontario. *TAPPI Journal, :97-101.*

Poblete, H. and E. Roffael. (1985). On chemical change in wood particles during press with urea formaldehyde resins as binder. *Holz Roh-Werkst. 43(1):57-62.*

Steinmetz, P.E. (1974) Hardboard: a potential outlet for waxed container waste. *Tappi Journal, 57:74–77.*

Suchsland, O. and G.E. Woodson. (1976). Properties Of Medium-Density Fiberboard Produced In An Oil-Heated, laboratory press. Southern Forest Experiment Station, Forest. Service- USDA, Pineville, Louisiana.

Suchsland,O., S. Hiziroglu., T. Sean. and G. Iyengar. (1998). Laboratory experiments on the use of recycled newsprint in wood composites, *Forest Prodect Journal, 48: 55-64.*

Taramian, A., K. Doosthoseini., M. A. Sayyed and M. Faezipour. (2007) Particleboard manufacturing: An innovative way to recycle paper sludge. *Waste Manag. 27:1739-1746.*

Taylor, F.W. (1975) Fiber length measurement- an accurate inexpensive technique, *Tappi Journal*, *58 (12): 126-7.*

Winandy, J.E. and R.M. Rowell. (2005) Chemistry of wood strength, In: Rowell R.M. (Ed.): Handbook Of Wood Chemistry And Wood Composites, CRC Press, London: *303-347.*

Winandy, J.E. and A. Krzysik (2007).Thermal degradation of wood fibers during hot-pressing of MDF composites: Part I. Relative effects and benefits of thermal exposure. *Wood Fiber Science, 39(3):450–461.*

Xing, Ch., S. Y. Zhang., J. Deng. and S.Wang. (2007). Investigation of the effects of bark fiber as core material and its resin content on three-layer MDF performance by response surface methodology. *Wood Science Technology, (41):585–595.*

Yao, J. (1978) Hardboard from municipal solid waste using phenolic resin or black liquor as a binder. *Forest Prodect Journal, 28:77–82.*

Ye, X. Philip., J. Julson., M. Kuo., Al. Womac. and D.Myers. (2007). Properties of medium density fiberboards made from renewable biomass. *Bioresource Technology 98:1077–1084.*