تأثير حجم الرقائق الخشبية ونسب المواد المضافة في بعض الخصائص التكنولوجية للألواح المصنعة من الصفورا اليابانية *Sophora japonica L.*

حيدر حسن* **وفتحي بغدادي**** **وسلافا سلمان*****

الملخص

نُفذت هذه الدراسة بين عامي 2019 و2020 في مخابر كلية الهندسة الزراعية، ومخابر التقانات الحيوية في دمشق، واستخدمت نواتج تقليم الصفورا اليابانية Sophora japonica L. في تصنيع ثمانية نماذج من الألواح الخشبية المضغوطة التي اختلفت فيما بينها في حجم الرقائق الخشبية (كبيرة، صغيرة)، ونسبة المادة اللاصقة (8 و10% يوريا فورم الدهيد)، ونسبة المادة المقسية (1 و2 % سلفات الأمونيوم)، ودرست خاصية مقاومة الانحناء الساكن والانتباج العرضي (24 ساعة) للنماذج المصنعة مقارنة بالمجال القياسي الأوروبي EN، وأظهرت الدراسة:

- تفوق الأنموذج (رقائق كبيرة، 10 %لاصق و2% مقسي) في خاصية مقاومة الانحناء الساكن وخاصية الانتباج العرضي(24ساعة) على المجال القياسي الأوروبي بقيم بلغت5.25% و8.68% على التوالي.

* طالب ماجستير.

** أستاذ مساعد، قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة –كلية الهندسة الزراعية–جامعة دمشق.

*** دكتور مدرس، قسم الحراج والبيئة ـ كلية الهندسة الزراعية ـ جامعة تشرين.

- تناسبت خاصية مقاومة الانحناء الساكن طرداً مع تزايد كلٍ من حجم الرقائق الخشبية، كمية المواد الكيميائية المضافة (يوريا فورم الدهيد وسلفات الأمونيوم).
- تناسبت خاصية الانتباج العرضي في سماكة الألواح (24ساعة) عكساً مع تزايد كلٍ من حجم الرقائق الخشبية، كمية المواد الكيميائية المضافة (يوريا فورم الدهيد وسلفات الأمونيوم).

الكلمات المفتاحية: الصفورة اليابانية، ألواح خشب مضغوط، يوريا فورم ألدهيد، المادة المقسية، الرقائق الخشبية، الانتباج العرضي، مقاومة الانحناء الساكن.

Effect of wood sawdust size and proportions additives on some technological properties of Sophora japonica L. produced panels

Haidar Hasan* **Fathe Bagdagi**** **Solafa slman*****

ABSTRACT

The study was carried out between 2019-2020 in thee laboratories of the Faculty of Agricultural Engineering and laboratories of biotechnology in Damascus , pruning products Sophora japonica L. were used in the manufacture of eight models of particleboard Different in size of sawdust wood (large , Small) , ratio adhesive used [8 and 10%UF-resin] and ratio harder used [1and 2% $(NH_4)_2SO_4$], the Binding Strength and Cross-swilling properties of the manufactured models were studied in comparison with the European standard field EN , The study showed:

- Model [large sawdust,10%UF-resin, 2% $(NH_4)_2SO_4$] in terms of Binding Strength and Cross-swilling(24h) outperformed the European field with values of 5.25%and 8.68 % respectively.

*MSc. Student.
**Assistant professor in the Department of Renewable Natural Resources and the Environment,Faculty of Agriculture ,Damascus University.
***Doctor in the Department of Forestry and Environment, Faculty of Agriculture,Tishreen University.

- The Binding Strength property are directly proportional to the increase in wood chips size and the amount of chemicals added (UF-resin, Ammonium sulphate).
- Cross-swilling 24 h property are inversely proportional to the increase in wood chips size and the amount of chemicals added (UF-resin, Ammonium sulphate).

Key words: Sophora japonica L. , Particleboard, UF-resin, Appropriate harder, Sawdust Wood , Cross swilling , Binding Strength.

المقدمة:

ينتج عن التقليم الجائر لشجرة الصفورا اليابانية (سريعة النمو) مخلفات خشبية كثيرة يمكن استخدامها في صناعة الخشب المضغوط بدلاً من استخدامها كحطب وقيد، وذلك لسد الحاجة الكبيرة للمنتجات الخشبية المصنعة في المجالات المتعددة، فقد استوردت سورية عام 2017 حوالي 2000 م^{3}من الخشب المضغوط (2017,FAO)' وتركزت الأبحاث المحلية المُنفذة في مجال التصنيع الخشبي على تصنيع خشب مضغوط بمواصفات توافق المجال المعياري الأوروبي من نواتج تقليم وخف الأشجار وبقايا المحاصيل، إذ بحث نعمان (2014) تصنيع خشب مضغوط من مخلفات تقليم الكرمة وحققت الأنموذج (رقائق كبيرة، 10 % لاصق و2% مقسي) في اختبار الانتباج العرضي (24 ساعة) ومقاومة الانحناء الساكن قيم 15.8%، 20.75 نيوتن/ مم^2 على التوالي، بينما حقق نفس الأنموذج في اختبار الانتباج العرضي(24ساعة) ومقاومة الانحناء الساكن عند تصنيعه من خشب لسان الطير قيم 16.7%، 16.77 نيوتن/ مم^2 على التوالي (أبو سعيد، 2013). كذلك درست العبود(2012) إمكانية صناعة الخشب المضغوط قليل الكثافة من خشب الأوكاليبتوس ودراسة صفاته مواصفاته الفيزيائية والميكانيكية حيث حاز الأنموذج (رقائق كبيرة، 10% لاصق و2% مقسي) في اختبار الانتباج العرضي (24 ساعة) ومقاومة الانحناء الساكن على قيم قدرها 15.13 %، 24.13 نيوتن/ مم^2 على التوالي، كما بحث الموصللي (2016) مقارنة الصفات الفيزيائية للخشب المضغوط المصنع من حراشف مخاريط الصنوبر وبقايا تقليم أشجار الأزدرخت حيث حقق الأنموذج (رقائق كبيرة،10 %لاصق و2% مقسي) في اختبار الانتباج العرضي (24 ساعة) للألواح المصنعة من حراشف مخاريط الصنوبر ونواتج تقليم الأزدرخت قيم قدرها 15.13%،11.1% على التوالي.

هدف البحث:

يهدف البحث إلى دراسة تأثير حجم الرقائق الخشبية (كبيرة وصغيرة)، والنسب المضافة من المادة اللاصقة (يوريا فورم الدهيد)، والمادة المقسية (سلفات الأمونيوم) في خاصية مقاومة الانحناء الساكن والانتباج العرضي (24 ساعة نقع) للألواح المصنعة.

مواد وطرائق البحث:

مواد البحث:

- بقايا تقليم أشجارالصفورا اليابانية، منشار كهربائي للتقليم، غراء حراري (يوريا فورم الدهيد)، مادة مقسية (سلفات الأمنيوم)، ورق المنيوم، مكبس حراري (ضغط 200 بار)، خلاط مواد، مسدس بخ غراء مع ضاغط هواء(كومبريسر)، أفرول وقناع واقٍ من الإصدارات الكيميائية، قفازات عازلة للحرارة، خلاط غراء ميكانيكي، ميكرومتر ديجيتال، ميزان حساسة بدقة 0.001غ، مجففة هوائية، مقياس رطوبة جوية (هيغروميت)، ميزان حرارة عادي، أحواض قياس الامتصاص والانتباج بالماء، جهاز ماء مقطر، جهاز PH meter-SM 100، ميزان حرارة مدمج Sartorius AG Germany، مقياس رطوبة إلكتروني يدوي، قوالب تشكيل خشبية وديسيكاتور حجم كبير.

طرائق البحث:

- تم تقليم ثلاث أشجار من الصفورا اليابانية في مزرعة أبي جرش في دمشق وجففت نواتج التقليم في مكان ظليل لمدة ثلاثة أشهر للتخلص من الماء الحر، ثم فرمت بجهاز الرابوب، وفرزت الرقائق الخشبية الناتجة لحجمين كبيرة وصغيرة .

خضعت الرقائق للتجفيف بمجففة هواء ساخن على درجة حرارة 40 مئوية لمدة 24 ساعة حتى درجة رطوبة 5%، وكان طول الرقائق الكبيرة والصغيرة بعد التجفيف (1< _2 ≤)، (0.5 < _1 ≤) على التوالي، بينما بلغت سماكة الرقائق كافة 0.65 مم، ثم حُضِرَ محلول الغراء الحراري ومحلول المادة المقسية بتراكيز مختلفة بوساطة الخلاط الميكانيكي، وتم بخ المحاليل الكيميائية بشكل رذاذي على الرقائق

الموجودة ضمن خلاط العينات فنتجت فرشة الرقائق الخشبية المغراة وضبطت رطوبتها على 11% بواسطة التجفيف الشمسي، ثم عوملت بالمكبس الحراري على درجة حرارة 180 مئوية لمدة 10 دقائق، وبُردت الألواح بعد الكبس مباشرة لزيادة فعالية المادة اللاصقة، وتبعاً للطريقة السابقة تم تصنيع ثمانية نماذج من الألواح المضغوطة (أبعاد الأنموذج 41×41×2 سم) بنسب مختلفة من المادة اللاصقة(8 و10%) والمادة المقسية (1 و2%) وحجم الرقائق الخشبية الأشكال (1،2،3،4) (1999,DIN) .

الشكل(1) تجفيف الرقائق الخشبية في المجففة الهوائية

الشكل (2) تغرية الرقائق الخشبيةضمن خلاط المواد

الشكل (3) معاملة فرشة الرقائق بالمكبس الحراري

الشكل(4) النماذج الخشبية المصنعة

دراسة خاصية مقاومة الانحناء الساكن والانتباج العرضي (24 سا) للنماذج الخشبية المصنعة وفق المعيار القياسي الأوروبي EN (1999,DIN).

-اختبار تقدير مقاومة الانحناء الساكن للألواح الخشبية المصنعة (Binding Strength)، حسب المعيار الاوروبي (EN 310):

يتلخص مبدء الاختبار بقياس مقاومة الخشب للقوة المطبقة تدريجياً باتجاه يعامد سطح العينة، بحيث تطبق القوة في منتصف العينة الخشبية حتى انكسارها (سرعة زيادة الحمولة المطبقة 20 إلى30نيوتن /مم^2 /د)، وتحسب مقاومة الخشب للانحناء الساكن (نيوتن /مم^2).

تم تحضير 9 عينات من مكررات الأنموذج الخشبي وقيست أبعادها باستخدام جهاز الميكرومتر الالكتروني كما يلي:

طول العينة = سماكة العينة (مم)×100+10مم، وعرض العينة 50 مم .

توضع العينة على ركيزتين ثابتتين في آلة قياس مقاومة الانحناء ويكون البعد بينهما يساوي سماكة العينة × 10، وتطبق قوة متزايدة في منتصف العينة بشكل يعامد سطح العينة حتى بداية انكسارها، من ثم تقرأ قيمة القوة على شاشة الآلة، وتحسب مقاومة الخشب للانحناء من العلاقة:

$$B = \frac{3 \times l \times F_{max}}{2 \times b \times h^2}$$

حيث B: مقاومة الانحناء الساكن (نيوتن/مم^2).

F_{max} : القوة العظمى للانكسار (نيوتن).

L: البعد بين ركيزتي جهاز (260 ملم).

b: عرض العينة الخشبية (مم).

h: سماكة العينة الخشبية أو اللوح الخشبي (مم) (1999,DIN).

-اختبار تقدير الانتباج العرضي في سماكة الألواح الخشبية المصنعة (24 ساعة) (Cross-swilling) حسب المعيار الأوروبي (EN317):

تعتمد فكرة الاختبار على حساب النسبة المئوية للزيادة في سماكة العينات الخشبية بعد غمرها بالماء، إذ تم تحضير 9 عينات بأبعاد (5×5×2 سم^3)، ثم ترميزها وقياس سماكتها بوساطة جهاز الميكرومتر الإلكتروني، وبعد ذلك وضعت العينات في المربعات المخصصة لها في حوض النقع، ووضع فوقها صفيحة معدنية مثقبة لمنع العينات من الطفو، بعد ذلك تم ملء الحوض بالماء (حرارة الماء $\pm$ 20 م$^\circ$ ورقم حموضته1 7$\pm$=PH) بحيث يعلو الماء الصفيحة بمقدار لا يقل عن 2,5 سم، وبعد 24 ساعة من النقع تسحب العينات من الماء ويصرف الماء الزائد منها، ثم تقاس سماكتها بوساطة الميكرومتر، وبعد ذلك تحسب النسبة المئوية للانتباج في السماكة من العلاقة التالية:

$$G_t\ (\%)=\frac{t2_t1}{t1}\times 100$$

حيث أن: G% النسبة المئوية لإنتباج العينات.

t1: سماكة العينة قبل النقع (مم).

t2: سماكة العينة بعد النقع (مم)(1999,DIN) .

التحليل الإحصائي:

بعد تطبيق طريقة العمل تم الحصول على نتائج اختبار مقاومة الانحناء الساكن واختبار الانتباج العرضي (24 ساعة)، إذ شملت الدراسة الإحصائية المعاملات الموضحة في الجدول التالي:

الجدول(1) المعاملات الخاضعة لاختبار مقاومة الانحناء الساكن والانتباج العرضي

المعاملة	رمز المعاملة
رقائق كبيرة– 8% لاصق –1% مقسى	م1
رقائق كبيرة – 8%لاصق–2%مقسى	م2
رقائق كبيرة–10%لاصق–1%مقسى	م3
رقائق كبيرة–10%لاصق–2%مقسى	م4
رقائق صغيرة–8%لاصق–1%مقسى	م5
رقائق صغيرة– 8%لاصق–2%مقسى	م6
رقائق صغيرة –10%لاصق–1%مقسى	م7
رقائق صغيرة –10%لاصق–2%مقسى	م8

سيتم تحليل نتائج الاختبارات بطريقة التباين ثنائي الاتجاه Two sample T-test، وسيتم حساب قيمة أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية 5% باستخدام البرنامج XLSTAT15.

النتائج والمناقشة:

– مؤشر مقاومة الانحناء الساكن مع اختلاف حجم الرقائق الخشبية ونسبة المادة اللاصقة ونسبة المادة المقسية.

الجدول (2) قيم مقاومة الانحناء الساكن لنماذج الألواح المصنعة

النماذج المصنعة		مقاومة الانحناء الساكن نيوتن/ مم^2	المجال المعياري الأوروبي نيوتن/مم^2 (EN-310)
حجم الرقائق	نسب المواد المضافة (%)		
رقائق كبيرة	8%لاصق–1%مقسى(م1)	22.713 ^{d}	20 –16
	8%لاصق–2%مقسى(م2)	23.823 ^{c}	
	10%لاصق–1%مقسى(م3)	24.200 ^{b}	
	10%لاصق–2%مقسى(م4)	25.250 ^{a}	
رقائق صغيرة	8%لاصق–1%مقسى(م5)	19.083 ^{h}	
	8%لاصق–2%مقسى(م6)	20.220 ^{g}	
	10%لاصق–1%مقسى(م7)	20.320 ^{f}	
	10%لاصق–2%مقسى(م8)	21.527 ^{e}	
0.05 LSD		0.089	

– الأحرف المختلفة ضمن العمود الواحد تدل على وجود فروق معنوية عند مستوى دلالة 0.05

أظهرت النتائج (الجدول 2) أن أغلب قيم المعاملات في اختبار تقدير مقاومة الانحناء الساكن لنماذج الألواح المصنعة تقع ضمن المجال المعياري الأوروبيEN:310 للقيم المقبولة (16–20%) المُعتمد في مراكز أبحاث الأخشاب في أوروبا (1999,DIN)، وقد حققت أغلب المعاملات قيم مقاومة للانحناء الساكن أعلى من المؤشر القياسي الأوروبي وبذلك تعد متفوقة عليه، إذ تفوقت المعاملة م3 (رقائق كبيرة،10 %لاصق،1% مقسي) والمعاملة م 4 (رقائق كبيرة،10 %لاصق،2% مقسي) على المؤشر الأوروبي بمقدار 4.2 و5.25% على التوالي، ولوحظ وجود فروق معنوية عند مستوى دلالة 0.05 بين معاملات الرقائق الصغيرة (م5 وَم6 وَم7 وَم8)، كذلك لوحظت فروق معنوية بين معاملات الرقائق الكبيرة (م1 وَم2 وَم3 وَم4).

- كما أظهرت النتائج أن حجم الرقائق الخشبية (كبيرة وصغيرة) أثر في مقاومة الانحناء الساكن للنماذج الخشبية المصنعة، إذ سجلت معاملات الرقائق الكبيرة(2 و6) قيم مقاومة انحناء ساكن أعلى (تجاوب إيجابي أعلى) من معاملات الرقائق الصغيرة، كما في المعاملة (2 وَ6)؛ ويعلل ذلك بكفاءة التغرية وتجانسها للرقائق الكبيرة (زيادة عدد سطوح التماس المستمرة مع المادة اللاصقة) مقارنة بالرقائق الصغيرة وتتفق هذه النتيجة مع النتائج التي توصل إليها كل منDeep وErnst (1992) وَJohn وآخرون (2003).
- كما يلاحظ من الجدول 2 أن نسبة المادة اللاصقة يوريا فورم الدهيد (8–10%) أثرت في مقاومة الانحناء الساكن للنماذج الخشبية المصنعة، فحازت المعاملات الحاوية على نسبة 10% مادة لاصقة (يوريا فورم الدهيد) على قيم مقاومة انحناء ساكن أعلى (تجاوب إيجابي أعلى) من المعاملات الحاوية على نسبة 8%مادة لاصقة (يوريا فورم الدهيد)، كما في المعاملة (2 وَ4)؛ ويعلل ذلك بزيادة تفاعل الغراء الحراري مع الرقائق الخشبية وتغدقها به مع زيادة نسبة محلول الغراء المضاف، وتتفق هذه النتيجة مع Hameed (2000).

- يلاحظ أن نسبة المادة المقسية سلفات الأمونيوم (2%-1) أثرت في مقاومة الانحناء الساكن للنماذج الخشبية المصنعة، فسجلت المعاملات الحاوية على نسبة 2% مادة مقسية (سلفات الأمونيوم) قيم انحناء ساكن أقل (تجاوب إيجابي أعلى) من المعاملات الحاوية على نسبة 1% مادة مقسية (سلفات الأمونيوم)، كما في المعاملة (5 وَ6)؛ ويعلل ذلك بزيادة تبلور المادة اللاصقة وكفاءة اللصق مع زيادة تركيز المادة المقسية للغراء الصغيرة، وتتفق هذه النتيجة مع نتائج كل من Deep وErnst (1992) وَJohn وآخرون (2003).

تفوقت المعاملة (رقائق كبيرة،10 %لاصق و2% مقسي) المصنعة من الصفورا اليابانية على كافة المعاملات المماثلة لها والمصنعة من خشب لسان الطير، الكرمة، الأوكاليبتوس بنسب قدرها 8.48 و4.5 و1.12 نيوتن/ مم2 على التوالي، وهذا يؤكد على كفاءة المنتج المصنع من الصفورا اليابانية مقارنة بالخشب المضغوط المصنع من الأنواع الأخرى.

- مؤشر الانتباج العرضي في سماكة الألواح (24 ساعة) مع اختلاف حجم الرقائق الخشبية ونسبة المادة اللاصقة ونسبة المادة المقسية.

الجدول (3) قيم الانتباج العرضي (24ساعة) لنماذج الألواح الخشبية المصنعة

النماذج المصنعة		الانتباج العرضي %(24 سا)	المجال المعياري الأوروبي % (EN-317)
حجم الرقائق	نسب المواد المضافة(%)		
رقائق كبيرة	8%لاصق-1%مقسى(م1)	11.043 ^{ed}	16-14
	8%لاصق-2%مقسى(م2)	9.577 ^{cb}	
	10%لاصق-1%مقسى(م3)	9^{cb}	
	10%لاصق-2%مقسي(م4)	7.323 ^{a}	
رقائق صغيرة	8%لاصق-1%مقسى(م5)	12.413 ^{e}	
	8%لاصق-2%مقسى(م6)	10.187 ^{dc}	
	10%لاصق-1%مقسى(م7)	9.3^{cb}	
	10%لاصق-2%مقسي(م8)	8.327 ^{ba}	
0.05 LSD		1.383	

-الأحرف المختلفة ضمن العمود الواحد تدل على وجود فروق معنوية عند مستوى دلالة 0.05

أظهرت النتائج (الجدول3) أن جميع قيم المعاملات في اختبار تقدير الانتباج العرضي في سماكة الألواح (24 سا) لنماذج الألواح المصنعة تقع ضمن المجال المعياري الأوروبي EN-317 للقيم المقبولة (14 إلى16%) المُعتمد في مراكز أبحاث الأخشاب في أوروبا (DIN, 1999)، وسجلت أغلب المعاملات نسب انتباج عرضي أقل من المؤشر القياسي الأوروبي، وبذلك تكون متفوقة عليه، إذ تفوقت المعاملة م4 (رقائق كبيرة، 10 %لاصق، 2% مقسي) وَالمعاملة رقم م8 (رقائق صغيرة، 10 %لاصق، 2% مقسي)على المؤشر الأوروبي بمقدار 8.68 %، 7.68 % على التوالي، ولوحظ وجود فروق معنوية عند مستوى دلالة 0.05 بين معاملات الرقائق الصغيرة (5 و6 و7 و8)، كذلك لوحظت فروق معنوية بين معاملات الرقائق الكبيرة (1 و2 و3 و4).

– كما لوحظ أن حجم الرقائق الخشبية (كبيرة وصغيرة) أثر في الانتباج العرضي في سماكة الألواح (24سا) للنماذج الخشبية المصنعة، إذ سجلت معاملات الرقائق الكبيرة قيم انتباج عرضي أقل (تجاوب سلبي أعلى) من معاملات الرقائق الصغيرة، كما في المعاملة (3) وَ(7)؛ ويعلل ذلك بكفاءة التغرية وتجانسها للرقائق الكبيرة (زيادة عدد سطوح التماس المستمرة مع المادة اللاصقة) مقارنة بالرقائق الصغيرة، وتتفق هذه النتيجة مع نتائج Deep وErnst (1992) وَJohn وآخرون (2003).

كما أظهرت النتائج في الجدول نفسه أن نسبة المادة اللاصقة يوريا فورم الدهيد (8 إلى 10%) أثرت في الانتباج العرضي في سماكة الألواح (24سا) للنماذج الخشبية المصنعة، إذ سجلت المعاملات الحاوية على نسبة 10% مادة لاصقة (يوريا فورم الدهيد) قيم انتباج عرضي أقل (تجاوب سلبي أعلى) من المعاملات الحاوية على نسبة 8%مادة لاصقة (يوريا فورم الدهيد)، كما في المعاملة (5 و7)؛ ويعلل ذلك بزيادة تفاعل الغراء الحراري مع الرقائق الخشبية وتغدقها به مع زيادة نسبة محلول الغراء المضاف، وتتفق هذه النتيجة مع ما وجده Hameed (2000).

– ويلاحظ أن نسبة المادة المقسية سلفات الأمونيوم (1 إلى 2%) أثرت في الانتباج العرضي في سماكة الألواح (24 سا) للنماذج الخشبية المصنعة، إذ سجلت المعاملات

الحاوية على نسبة 2% مادة مقسية (سلفات الأمونيوم) على قيم انتباج عرضي أقل (تجاوب سلبي أعلى) من المعاملات الحاوية على نسبة 1% مادة مقسية (سلفات الأمونيوم)، كما في المعاملة (1و2)؛ ويعلل ذلك بزيادة تبلور المادة اللاصقة وكفاءة اللصق مع زيادة تركيز المادة المقسية للغراء، وتتفق هذه النتيجة مع نتائج Deep وErnst (1992) وَJohn وآخرون (2003).

وبمقارنة المعاملة (رقائق كبيرة،10 %لاصق و2% مقسي) المصنعة من خشب الصفورا اليابانية مع مثيلاتها المصنعة من خشب لسان الطير، الكرمة، الأوكاليبتوس، حراشف مخاريط الصنوبر، الأزدرخت في اختبار الانتباج العرضي(24 ساعة) فهي تتفوق عليها بنسب قدرها 9.38 و8.48 و7.81 و7.98 و3.78% على التوالي؛ مما يعكس قدرة الألواح الخشبية المضغوطة المصنعة من الصفورا اليابانية على مقاومة الرطوبة ويزيد من قيمتها الاقتصادية.

الاستنتاجات والتوصيات:

أظهرت نتائج الدراسة:

وجود علاقة تناسب عكسي بين صفة الانتباج العرضي وكلٍ من حجم الرقائق الخشبية(م2=9.58% أقل انتباجاً من م6=10.12%) ونسبة المادة اللاصقة (م4=7.32 % أقل انتباجاً من م5= 12.41%) والمادة المقسية (م2=9.58 % أقل انتباجاً من م1= 11.04%).

وجود علاقة تناسب طردي بين صفة مقاومة الانحناء الساكن وكلٍ من حجم الرقائق الخشبية (م1=22.713 نيوتن/ مم2 > م5=19.083 نيوتن/ مم2) ونسبة المادة اللاصقة (م4=25.250نيوتن/ مم2 >م2=23.82 نيوتن/ مم2) والمادة المقسية (م6=20.220 نيوتن/ مم2 > م5= 19.083 نيوتن/ مم2).

حقق الأنموذج (رقائق كبيرة، 10 %لاصق،2% مقسي) أفضل النتائج في اختباري الانتباج العرضي(7.32%) والانحناء الساكن(25.25 نيوتن/ مم2).

وعليه توصي الدراسة بإعتماد الأنموذج اللوحي (رقائق كبيرة،10 %لاصق،2% مقسي) في تصنيع الموبيليا، وفي الإنشاءات الهندسية الداخلية وانشاءالمدرجات نظراً لمقاومته الممتازة للانتباج العرضي وللانحناء الساكن علماً أن كافة النماذج محققة للمواصفات التصنيعية الخاصة بالمعيار الأوروبيEN.

المراجع

أبو سعيد ربا، 2103، إمكانية صناعة الخشب المضغوط من خشب لسان الطير ودراسة مواصفاته الفيزيائية والميكانيكية، أطروحة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

-العبود، نسرين.2012. امكانية صناعة الخشب المضغوط قليل الكثافة من خشب الأوكاليبتوس ودراسة مواصفاته الفيزيائية والميكانيكية، أطروحة ماجستير، جامعة دمشق، عدد الصفحات 93.

–الموصللي، احسان.2016.دراسة مقارنة للخواص الفيزيائية للخشب المضغوط المصنع من حراشف مخاريط الصنوبر وبقايا تقليم أشجار الأزدرخت، مجلة جامعة البعث، 38 (12): 108–93.

– نعمان، أحمد.2014. إمكانية تصنيع المادة اللاصقة تانين فورم ألدهيد من مستخلص قشور الرمان واستخدامها في صناعة الخشب المضغوط من مخلفات تقليم الكرمة كمنتج صديق للبيئة، أطروحة دكتوراه، جامعة دمشق عدد الصفحات108.

- Deppe, H. J. Ernst، K. 1992. Tachenbuch der Spanplattentechnik. DRW-Verlag. Leinfelden-Echterdingen. 4.Auflage.Deutschland.

- DIN-Tachenbuch 60. 1999.Holzfaserplatten. Spanplatten und Sperrholz. Beuth Verlag.

- FAO.2017.Year book. Forest Products version 71.

- Hameed, M. 2000. zum verhalten von spaenen ans splint-und kernholz obligatorisch verkernter baumarten gegenueber synthetischen bindemitteln.Dissertationder Georg-August universitaet Goettingen.

– John G. Haygreen and Jim L. Bowyer and Rubin Shmulsky. (2003). Forest products and wood science.An introduction. Fourth Edition. The iowa state university press– Ames U.S.A.

تاريخ الموافقة 2021/5/30