

ویژگی‌های تخته خرده چوب ساخته شده از چوب تولیدی صنوبر در دوره بهره‌برداری کوتاه‌مدت (چهارساله)

در کرج

نویسندگان:

عبدالرحمن حسین‌زاده، امیر نوربخش، فرداد گلبابایی

ابوالفضل کارگرفرد و همایون سلیمانی آشتیانی

مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع - بخش تحقیقات علوم چوب و کاغذ

صندوق پستی ۱۱۶-۱۳۱۸۵ تهران - ایران

Hosseinzadeh@rifr-ac.org

چکیده:

در ساخت تخته خرده چوب از کلن‌های مختلف صنوبر تولید شده در دوره بهره‌برداری چهارساله ۱۸ کلن از گونه‌های مختلف در ایستگاه البرز کرج انتخاب شده و نمونه شاهد از گونه راش (جمعاً ۱۹ ترکیب) و از هر تیمار ۳ تخته و در کل ۵۷ تخته خرده چوب آزمایشگاهی ساخته شده است. اثر کلن‌های مختلف صنوبر بر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتایج بررسی‌های بعمل آمده نشان می‌دهد که کلن‌های P.d. 77.51 و P.e. 561.41 در دوره بهره‌برداری چهارساله از حداکثر مقاومت خمشی بهره‌مند بوده است، همچنین کلن‌های P.e. 561.41 و P.e. *vernirubensis* نیز دارای مدول الاستیسیته بالایی هستند. بررسی‌های انجام شده بر مقاومت به چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده نشان داده است که کلن‌های P.n. 63.135 و P.d. 44 نسبت به سایر کلن‌ها دارای مقاومت بالایی بوده‌اند. با در نظر گرفتن میزان واکنشیدگی ضخامتی پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب مشاهده شده است که کلن‌های P.n. 42.78 و P.d. 77.51 صنوبر در دوره بهره‌برداری کوتاه‌مدت چهارساله از حداقل واکنشیدگی ضخامتی بهره‌مند هستند. همچنین کلن‌های صنوبر P.n. 63.135 و P.e. 42.78 نیز حداقل واکنشیدگی ضخامتی را پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب دارا بوده‌اند.

در مقایسه با ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی گونه شاهد (راش) مشخص شد که کلن‌های موفق صنوبر در دوره بهره‌برداری کوتاه‌مدت چهارساله دارای خواص کاربردی و مقاومتی بهتری نسبت به شاهد هستند. لذا برای تولید تخته خرده

چوب از کلن‌های مختلف صنوبر در دوره بهره‌برداری کوتاه‌مدت چهارساله به ترتیب کلن‌های P.d. 77.51، P.e. 561.41، P.n. 63.135، P.d. 44.9 و P.n. 42.78 که دارای ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی بهتری هستند توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: تخته خرده چوب، صنوبر، رشد چهارساله، دوره بهره‌برداری کوتاه‌مدت، اوره - فرم‌آلدئید

مقدمه:

کمبود منابع اولیه چوبی، افزایش رشد جمعیت، نیازهای جامعه به محصولات مختلف چوبی، محدودیت سطح جنگلها و لزوم حفاظت منابع طبیعی تجدید شونده استفاده از مواد اولیه در صنایع چوب را تحت تأثیر خود قرار داده است. همچنین افزایش تقاضا جهت تولید محصولات چوبی خصوصاً تخته خرده چوب (نئوپان) و تخته فیبر، MDF و سایر محصولات مرکب چوبی در حال فزونی می باشد. بدین لحاظ تلاش در جهت افزایش تولید چوب در هکتار در سالهای آتی امری اجتناب ناپذیر می باشد. در این مورد گونه های سریع الرشد همچون اکالیپتوس ها، صنوبرها، کاجها و ... توان تولید در این مورد را داشته و می توانند تولید در هکتار بالایی داشته باشند. استفاده از گونه های مختلف صنوبر در دوره های بهره برداری کوتاه مدت همیشه از ویژگیهای مطلوب چوبهای بالغ برخوردار نبوده و در اکثر موارد باعث محدودیت استفاده از این قبیل چوبها می شود، لذا جهت استفاده صنعتی و مناسب از این قبیل چوبها در مصارفی چون تخته خرده چوب و اوراق فشرده چوبی توجه و تحقیق در این امر را جدی تر و در اولویت های تحقیقاتی قرار داده است.

تولید انواع فرآورده های مرکب چوبی از مواد لیگنوسلولزی اعم از چوب، ضایعات کشاورزی و کارخانه های صنایع چوب امکان پذیر می باشد. وجود درصد قابل توجه مواد غیر چوبی نظیر پوست در مواد اولیه مصرفی ساخت این فرآورده ها را در مصارف صنعتی کاهش می دهد. بدین لحاظ توجه به استفاده از انواع ضایعات چوبی با میزان حداقل پوست مورد نظر می باشد. از طرف دیگر در تولید چوب در دوره های بهره برداری کوتاه مدت که اکثراً در روستاها و مناطق مساعد کشت این گونه ها انجام می گردد، تولید چوب حداکثر در کوتاه ترین مدت در واحد سطح امری اجتناب ناپذیر می باشد. چوب تولید شده در چنین شرایطی از درصد بالاتر پوست و چوب جوان برخوردار است. این دو عامل همیشه بر خواص تخته خرده چوب اثری منفی داشته است. لذا در این بررسی با هدف ساخت تخته خرده چوب از کلن های مختلف صنوبر در دوره بهره برداری کوتاه مدت چهار ساله پرداخته و ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی آنها مقایسه شده اند.

پیشینه تحقیق:

در این زمینه تحقیقات چندی در ایران و کشورهای پیشرفته صورت گرفته است که به ذکر خلاصه‌ای از این تحقیقات پرداخته می‌شود. تأثیر گونه چوبی بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب اصولاً به دانسیته چوب و میزان فشردگی آن بستگی دارد.

Hua Yukun و همکاران (۱۹۹۶) استفاده از چوب صنوبرهای سریع‌الرشد در ساخت محصولات و فرآورده‌های چوبی را مورد بررسی قرار داده‌اند. آنان پیشنهاد کردند که در ساخت تخته خرده چوب از شرایط ساخت ۱۲ درصد رزین اوره فرم‌آلدئید، ضخامت ۱۰ میلیمتر، درجه حرارت پرس ۱۸۰ درجه سانتیگراد، مقدار پارافین ۱ درصد، زمان پرس ۵ دقیقه و دانسیته تخته ۰/۷۷ گرم بر سانتیمتر مکعب استفاده گردد. بنابر تحقیقات آنان ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب ساخته شده به شرح زیر بوده است:

مقاومت خمشی (MOR) ۳۵/۵ مگاپاسکال، چسبندگی داخلی (IB) ۰/۶ مگاپاسکال، واکنشیدگی ضخامتی ۵/۱ درصد می‌باشد. همچنین آنان ساخت تخته خرده چوب سه لایه از ضایعات روکش صنوبر را نیز مورد توجه و بررسی قرار داده‌اند. شرایط مورد بررسی در ضخامت تخته ۱۹ میلیمتر، میانگین مصرف رزین ۱۰ درصد (۱۴ درصد سطوح و ۸ درصد مغز تخته)، درجه حرارت پرس ۱۴۰ درجه سانتیگراد، زمان پرس ۷ دقیقه و در دانسیته تخته ۰/۷۶ گرم بر سانتیمتر مکعب بوده است. نتایج آزمایشها نشان داده است که مقاومتهای خمشی، مدول الاستیسیته، چسبندگی داخلی به ترتیب ۲۲/۴، ۲۳۶۰ و ۰/۷۱ مگاپاسکال می‌باشد که نسبت به تخته‌های مشابه از گونه‌های دیگر دارای افزایش مقاومتی قابل توجهی می‌باشد.

Malone (۱۹۷۷) در بررسی خود جهت تولید تخته خرده چوب استفاده از گونه‌های مختلفی را پیشنهاد می‌کند. در اروپای غربی ترجیح داده شده که از گونه‌های سوزنی‌برگ مانند نوئل و کاجها و پهن‌برگانی چون صنوبر استفاده گردد. از گونه‌های راش و غان نیز با توجه به ملاحظات اقتصادی و قابلیت دسترسی استفاده می‌گردد. از نقطه نظر اقتصادی و نیز هزینه‌های حمل و نقل و جابجایی و عملیات تنک کردن، گرده بینه‌های کم قطر مورد توجه قرار دارند.

Woodson و Suksland (۱۹۶۷) استفاده از گونه‌های مختلف را در ساخت تخته فیبر مورد بررسی قرار داده‌اند. آنان گونه‌های صنوبر لرزان را به عنوان بهترین چوبهای مورد مصرف در صنعت تخته فیبر سخت با کیفیت عالی می‌دانند. این گونه‌ها به دلیل یکنواختی در خواص تخته مستحکم‌تر شده و خصوصاً در تخته‌های S₂S در فرآیند ترکه از آنها در هنگام انتقال کیک شکستگی بوجود می‌آید حائز اهمیت است. صنوبر دلتوئیدس نیز از لحاظ شرایط پخت و خواص تقریباً شبیه صنوبرهای لرزان بوده و در ساخت تخته فیبر به‌طور مخلوط از آنها استفاده می‌گردد. محققان فوق تأثیر میزان پوست بر تغییرات مقاومتی تخته فیبر ساخته شده از چوب صنوبر را نیز بررسی کرده‌اند. آنان عنوان می‌کنند که میانگین پوست موجود در گرده‌بینه‌های صنوبر در حدود ۱۳ درصد می‌باشد که باعث افت در میزان مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده می‌شوند.

حسین‌زاده و همکاران (۱۳۷۷) بررسی ویژگی‌های تخته خرده چوب ساخته شده از چوب تولیدی صنوبر در دوره بهره‌برداری کوتاه‌مدت ۳ ساله را مورد بررسی قرار داده‌اند. در این تحقیق مشخص شد که کلن‌های P.a. ،P.n. 41.78 و *nivea* و P. a. 44.9 و P. e. 561.41 ،P. e. *costanzo* ،P. d. 69.55 و دارای حداکثر خواص کاربردی مناسبی بوده‌اند.

Dost (۱۹۷۱) در بررسی خود امکان استفاده از پوست را در صنایع تخته خرده چوب مطرح ساخته است. وی در بررسی خود نشان داده است که با افزایش مقدار پوست از ۵ به ۳۰ درصد وزن اولیه ماده چوبی کاهش قابل توجهی در میزان MOR ، MOE و چسبندگی داخلی IB پدید می‌آید. از سوی دیگر مقدار جذب آب پس از ۲۴ ساعت کاهش یافته که نشان‌دهنده خواص آبدوستی کمتر پوست نسبت به چوب می‌باشد.

Lamore (۱۹۵۹) عنوان کرده است که مدول گسیختگی (MOR) برای تخته خرده چوب با دانسیته ۰/۷۳ گرم بر سانتیمتر مکعب ساخته شده از گونه صنوبر که دارای جرم ویژه ۰/۳۷ گرم بر سانتیمتر مکعب نسبت به تخته خرده چوب ساخته شده از گونه توس با جرم ویژه ۰/۶۵ گرم بر سانتیمتر مکعب بهتر بوده است. پس وی چنین استنباط می‌کند که فشرده شدن خرده چوب تا حدی که خواص تخته خرده چوب بهبود یابد را تایید می‌کند.

Hse (۱۹۷۵) فشرده شدن یک خرده چوب را تا حدی که دانسیته آن بالاتر از ماده اولیه آن باشد موجب به وجود آمدن سطوح تماس بهتر میان خرده چوبها می‌داند. همچنین Buschbeck (۱۹۶۵) در تهیه تخته خرده چوب از شاخه‌های با پوست و بدون پوست به این نتیجه رسیده است که به‌طور کلی خواص تخته‌های ساخته شده با پوست کمتر از شاخه‌های بدون پوست می‌باشند و به خصوص این نامرغوبی در مورد خواص چسبندگی داخلی (IB) بیشتر بوده است. ولی برای جبران آن ساخت تخته خرده چوب با وزن مخصوص بالاتر و درصد چسب بیشتر را پیشنهاد می‌کنند.

مواد و روشها:

در این تحقیق کلن‌های مختلف صنوبر در دوره بهره‌برداری کوتاه‌مدت (چهار ساله) متغیر در نظر گرفته شده است. عوامل مختلفی نیز به‌طور ثابت در نظر گرفته شده‌اند که عبارتند از:

- وزن مخصوص تخته به میزان ۰/۷ گرم بر سانتیمتر مکعب
- فشار پرس معادل ۳۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع
- رزین مورد استفاده از نوع اوره - فرم‌آلدئید (UF)
- میزان مصرف رزین ۱۰ درصد وزن خشک خرده چوب
- سخت کننده از نوع کلرور آمونیوم (NH_4Cl)
- میزان مصرف سخت کننده ۱ درصد بر مبنای وزن خشک چسب
- درجه حرارت پرس معادل ۱۶۰ درجه سانتیگراد
- زمان پرس ثابت و معادل ۵ دقیقه بوده است.

عوامل متغیر شامل ۱۸ کلن موفق صنوبر بهره‌برداری شده در دوره چهارساله به شرح زیر می‌باشد. نمونه شاهد در این بررسی چوب راش انتخاب شده است.

کلن	تولید در هکتار ماده خشک (تن)	اتصال سطح تخته
Populus euramericana costanzo		
Populus euramericana 561.41		
Populus nigra 42.78		
Populus deltoides 69.55		
Populus deltoides 77.51		
Populuseuramericana I-214		
Populus alba 44.9		
Populus 58.57		
Populus ciliata		
Populus nigra 63.135		
Populus euramericana vernirubensis		
Populus euramericana marilandica		
Populus deltoides 72.51		
Populus trichocarpa		
Populus alba nivea		
Populus euramericana triplo		
Populus nigra betulifolia		
Populus populus simoni		
شاهد Fagus orientalis		

طرح آزمایش:

در این بررسی از طرح فاکتوریل با بلوکهای کامل تصادفی استفاده گردید. سطوح عوامل و نحوه ترکیب آنها و تیمارهای حاصله در جدول شماره مربوطه آورده شده است.

مراحل تهیه نمونه‌های آزمایشی:

جهت آماده کردن خرده چوب مورد نیاز برای ساخت تخته خرده چوب ابتدا گونه‌های مختلف صنوبر در دوره بهره‌برداری کوتاه مدت چهار ساله از ایستگاه تحقیقاتی البرز کرج به طور جداگانه قطع و نمونه‌گیری شدند. سپس نمونه‌ها در محوطه آزمایشگاه قرار داده تا جهت مراحل بعدی نمونه‌ها به شرایط رطوبتی محیط برسند. تهیه خرده چوب استحصالی از کلن‌های مختلف صنوبر با استفاده از خردکن استوانه‌ای از نوع Pallmann PHT 120 x 430 به خرده چوب تبدیل شده و سپس به وسیله پوشال‌کن حلقوی از نوع Ring-Flaker Pz8 به پوشال مناسب تبدیل شدند. جهت آماده کردن خرده‌چوب‌های با ابعاد مناسب لازم است خرده‌چوب‌های حاصله، الک گردد. بدین لحاظ از دو الک با منافذ ریز و درشت جهت جدا کردن خرده‌چوب‌های بسیار درشت و خرده‌چوب‌های بسیار ریز به ترتیب برای جدا کردن خرده‌چوب‌های بسیار درشت و ریز که خارج از درجه‌بندی مناسب ساخت تخته خرده چوب می‌باشند استفاده گردید.

رطوبت خرده‌چوب بعد از پوشال کردن در حدود ۳۰ الی ۵۰ درصد بود که با یک خشک‌کن گردان با سرعت ۳ دور در دقیقه خشک گردید. کلیه خرده‌چوب‌ها در درجه حرارت بین ۱۴۰ الی ۱۴۵ درجه سانتیگراد و با توجه به رطوبت کلن‌های مختلف صنوبر در حدود ۳۰ الی ۳۵ دقیقه خشک گردیدند. پس از خشک شدن خرده‌چوب‌ها در کیسه‌های پلاستیکی مقاوم و غیرقابل نفوذ بسته‌بندی و جهت مرحله بعدی آماده شدند.

رطوبت نهایی خرده‌چوب‌ها قبل از چسب‌زنی تا زیر ۳ درصد کاهش یافته بود.

چسب مورد استفاده و چسب‌زنی خرده‌چوبها:

در این بررسی از چسب اوره - فرم‌آلدئید (UF) مایع مقدار مواد جامد ۶۲ درصد ساخت کارخانه سوبرانکو اصفهان استفاده شد. مقدار مواد جامد چسب قبل از مصرف به ۵۰ درصد کاهش داده شده است. شرایط چسب در زمان استفاده به شرح جدول شماره (۱) می‌باشد.

جدول شماره ۱- ویژگیهای چسب مایع مورد مصرف در ساخت تخته خرده چوب

ویسکوزیته (S) (Viscosity)	pH	مواد جامد چسب (%) (Concentration)	دانسیته (gr. /cm ³) (Density)	نوع چسب (Resin)
۶۸	۸	۶۳	۱/۲۶۰	اوره - فرم‌آلدئید (UF)

جهت چسب‌زنی خرده‌چوبها از یک دستگاه چسب‌زن آزمایشگاهی استفاده گردید. مشخصات این دستگاه شامل یک استوانه به قطر یک متر و به طول ۵۰ سانتیمتر که در قسمت داخل روی بدنه استوانه پره‌های چوبی به اندازه طول بدنه (۵۰ سانتیمتر) و ارتفاع ۶ سانتیمتر نصب شده است. عمل چسب‌زنی در استوانه با حالت افقی با سرعت چرخش در حدود ۲۰ دور در دقیقه انجام گردید. محلول چسب همراه با کاتالیزور (NH₄Cl) به وسیله یک نازل با استفاده از هوای فشرده (۳-۴ اتمسفر) در داخل استوانه پاشیده شده و با خرده‌چوبهای داخل آن مخلوط می‌گردند.

شکل دادن خرده‌چوب (تشکیل کیک): برای شکل دادن کیک خرده چوب، از یک قالب چوبی به ابعاد ۴۰×۴۰×۲۵ سانتیمتر استفاده گردید. برای تشکیل کیک بعد از چسب‌زنی خرده‌چوبها، ابتدا به وسیله ترازویی با دقت ۰/۱ گرم مقدار خرده چوب چسب‌زده شده مورد نیاز برای هر تخته توزین و آنگاه به صورت لایه‌های یکنواخت در داخل قالب پاشیده شدند. قابل ذکر است که بعد از هر چسب‌زنی و قبل از تشکیل کیک خرده چوب یک نمونه رطوبتی جهت تعیین رطوبت کیک خرده چوب، توزین و در داخل اتو قرار داده شدند.

پرس کردن: کیک خرده چوب تشکیل شده در یک پرس گرم آزمایشگاهی از نوع Buerkle L100 در فشار ۳۰kp/cm² و سرعت بسته شدن ۴/۵ میلیمتر در ثانیه پرس شده و به تخته مورد نیاز تبدیل شدند. جهت تنظیم ضخامت تخته‌ها از شابلون ۱۵ میلیمتری استفاده گردید.

تهیه نمونه‌های آزمونی: پس از اینکه تخته‌ها در آزمایشگاه به رطوبت یکنواخت رسیدند، آنها کناره‌بری و طبق استاندارد DIN-68763 به نمونه‌های آزمونی برای اندازه‌گیری مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، چسبندگی داخلی و

واکسیدگی ضخامتی برش داده شدند. نمونه‌های جرم مخصوص و درصد رطوبت تخته‌ها بعد از اندازه‌گیری مقاومت خمشی از نمونه‌های شکسته شده تهیه شدند. جدول شماره (۲) ابعاد و تعداد نمونه در تکرار و تیمار آورده شده است.

جدول شماره ۲- ابعاد و تعداد نمونه‌های آزمونی در هر تکرار و تیمار آزمایش

تعداد نمونه در تیمار No. in each treatment	تعداد نمونه در تکرار No. in each replica	ابعاد (میلیمتر) Dimension (mm)			نوع آزمایش Test
		ضخامت Thickness	پهنا Width	طول length	
۱۶	۴	۱۵	۵۰	۲۵۰	مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته MOR, MOE
۱۶	۴	۱۵	۵۰	۵۰	چسبندگی داخلی IB
۱۶	۴	۱۵	۲۵	۲۵	جذب آب (W.A)
۱۶	۴	۱۵	۲۵	۲۵	واکشیدگی ضخامتی (T.S)
۱۶	۴	۱۵	۵۰	۵۰	رطوبت و جرم مخصوص moisture & specific gravity

نتایج و بحث :

جهت بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌های ساخته شده از ۱۸ کلن صنوبر و نمونه شاهد جمعاً ۱۹ ترکیب و از هر کدام ۳ تخته ساخته شده و میانگین خواص مقاومتی و فیزیکی تخته‌های هر ترکیب مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. تجزیه و تحلیل آماری نتایج در قالب طرح آزمایش فاکتوریل با بلوکهای کامل تصادفی بررسی شدند. اثرات مستقل و متقابل عوامل متغیر بر ویژگیهای تخته خرده چوب تعیین گردیدند. سپس به کمک گروه‌بندی میانگین‌ها به روش دانکن (DMRT) انجام گرفت.

مقاومت خمشی (MOR) : یکی از ویژگیهای مهم و کاربردی تخته خرده چوب است. علاوه بر این که توانایی تحمل نیروی تخته خرده چوب می‌باشد بلکه در واقع بر ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب ساخته شده نیز موثر است. میانگین مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده از ۱۸ کلن صنوبر و نمونه شاهد راش در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

نتایج بدست آمده از جدول شماره تجزیه واریانس نشان داده است که اثر کلن‌های مختلف صنوبر در دوره چهارساله در ساخت تخته خرده چوب بر مقاومت خمشی در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است. این عامل دارای ضریب تغییرات معادل ۱۱/۳۶ درصد می‌باشد که در حد قابل قبولی است. با در نظر گرفتن گروه‌بندی میانگین‌ها به روش دانکن مشخص گردیده است که تخته‌های ساخته شده از کلن P.d. 77.51 از مقاومت خمشی بالایی برخوردار می‌باشد و در گروه برتر (a) قرار گرفته است. تخته ساخته شده از کلن *P. trichocarpa* دارای حداقل مقاومت خمشی در گروه‌بندی میانگین‌ها بوده است. با توجه به اینکه تخته‌های ساخته شده از گونه راش به عنوان شاهد دارای مقاومت خمشی ۱۳/۳۱ مگاپاسکال می‌باشد نسبت به تخته ساخته شده از کلن P.d. 77.51 که دارای مقاومت خمشی ۱۶/۷۱ مگاپاسکال است از مقاومت خمشی بالاتری برخوردار بوده است. این علت می‌تواند به دلیل داشتن دانسیته کمتر چوب صنوبر نسبت به چوب راش و در نتیجه فشردگی بالاتر و اتصالات مناسب‌تر و نهایتاً افزایش میزان مقاومت خمشی در گونه صنوبر چهارساله باشد. نتایج تحقیقات Burrows (۱۹۶۹) نشان داده است که در حالت استفاده از چوبهای با جرم ویژه کم برای ساخت تخته‌هایی با دانسیته ثابت، به دلیل فشردگی شدن بهتر کیک و در نتیجه تماس داخلی بیشتر و موثر بودن تماس میان ذرات خرده چوب مقاومت خمشی بهبود می‌یابد. از طرف دیگر نتایج تحقیقات Hann و همکاران (۱۹۶۲)، Lehmann (۱۹۷۰)، Shuler (۱۹۷۴) و Hse (۱۹۷۵) نیز موید مطالب فوق می‌باشد.

همانطوری که از جدول شماره ۳ مشخص است تیمارهای برتر کلن‌های صنوبر در دوره‌های کوتاه‌مدت چهارساله به ترتیب دارای حداکثر مقاومت خمشی می‌باشند و در سه گروه مجزا قرار می‌گیرند.

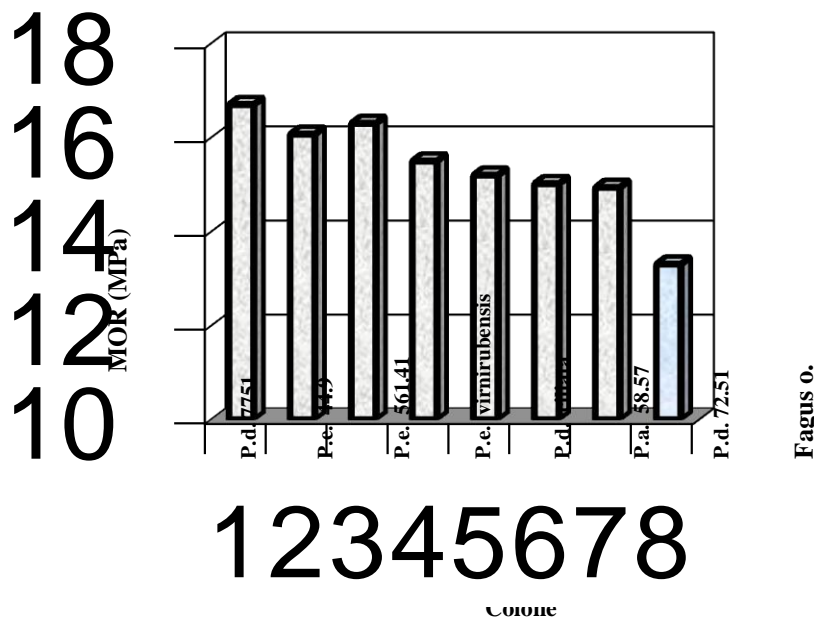
جدول شماره ۳- گروه‌بندی میانگین‌ها به روش دانکن برای مقاومت خمشی در کلن‌های مختلف صنوبر در دوره چهارساله و نمونه

شاهد

میانگین MOR (mpa)	گروه Group	گونه Species
16.71	A	p.d. 77.51
16.30	AB	p.e. 561.41
16.07	AB	p.a. 44.9
15.50	ABC	p.e. vernirubensis

15.20	ABCD	p.ciliata
15.02	ABCD	p.a. 58.57
14.94	ABCD	p.d. 72.51
13.90	BCD	Fagus orientalis

حسین‌زاده و همکاران (۱۳۷۷) در بررسی استفاده از کلن‌های مختلف صنوبر در دوره بهره‌برداری کوتاه‌مدت سه ساله نیز به نتایج مشابهی دست یافته‌اند. مطابق با بررسی‌های انجام شده کلن‌هایی که دارای ویژگی‌های مقاومت خمشی بالا هستند دارای میزان ماده خشک چوبی بالاتری در هکتار می‌باشند.



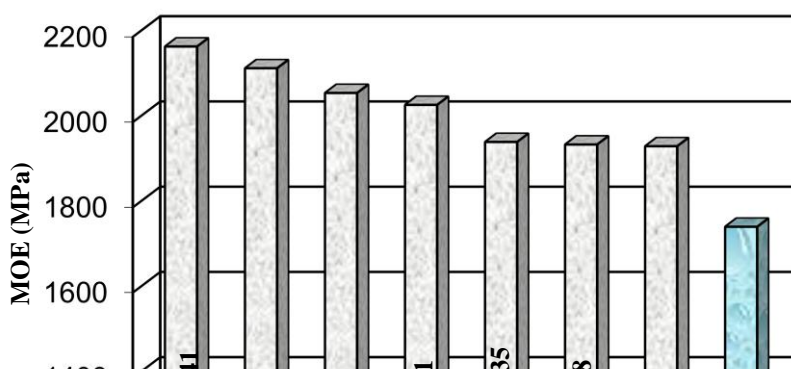
شکل شماره ۱- میانگین مقاومت خمشی (MOR) تخته‌های ساخته شده از صنوبر در دوره کوتاه مدت چهار ساله

همچنین در این تحقیق مشخص شده بود که کلن P.a. 44.9، P.e. 561.41 و P.e. vernirubensis به ترتیب دارای بالاترین مقاومت خمشی در دوره بهره‌برداری کوتاه‌مدت سه ساله هستند، که این سه کلن در دوره چهارساله نیز دارای مقاومت خمشی بالای ساخت تخته‌های با جرم مخصوص بالاتر گونه‌های با جرم ویژه کمتر توصیه می‌گردد.

مدول الاستیسیته (MOE): نتایج بدست آمده از جدول شماره تجزیه واریانس برای مدول الاستیسیته نشان داده است که اثر کلن‌های مختلف صنوبر در دوره بهره‌برداری کوتاه‌مدت چهارساله در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است. این عامل دارای ضریب تغییرات ۶/۷۵ درصد می‌باشد که در حد قابل قبولی می‌باشد. با در نظر گرفتن گروه‌بندی میانگین‌ها به روش دانکن مشخص شده است که تخته‌های ساخته شده از کلن‌های **P.e. 561.41** و **P.e. vernirubensis** دارای بالاترین میزان مدول الاستیسیته که به ترتیب ۲۱۶۳ و ۲۱۱۲ مگا پاسکال می‌باشند. همچنین کلن **P.a. nivea** دارای کمترین میزان مدول الاستیسیته ۱۵۵۴ مگا پاسکال می‌باشد که از کلن‌های موفق ذکر شده در جدول شماره (۴) به مراتب کمتر می‌باشد. همانگونه که قبلاً نیز ذکر گردید استفاده از کلن‌های مختلف صنوبر با داشتن قطر کم و افزایش پوست نسبت به چوبهای قطورتر از معایب استفاده از کلن‌های صنوبر در دوره‌های بهره‌بردار، کوتاه مدت می‌باشد. لذا با در نظر گرفتن حجم تولیدی در هکتار انتخاب کلن‌های مناسب با توجه به ویژگیهای مقاومتی آنها صورت می‌گیرد. بنابراین همانگونه که از جدول شماره (۴) مشخص است. کلن‌های موفق که دارای میزان مدول الاستیسیته بالا هستند عمدتاً از میزان حجم چوب بیشتری نسبت به پوست بهره‌مند بوده‌اند. **Dost** (۱۹۷۱) معتقد است که با افزایش مقدار پوست از ۵ به ۳۰ درصد وزن اولیه ماده چوبی کاهش قابل توجهی در میزان مقاومتها پیدا می‌شود. همچنین در تحقیقات قبلی حسین‌زاده و همکاران (۱۳۷۷) در مورد استفاده از کلن‌های مختلف صنوبر در دوره بهره‌برداری کوتاه مدت سه ساله مشخص شده بود که کلن‌های **P.n. 42.78** و **P.e. P.e. vernirubensis 561.41, P.d 77.51** و **P.a. 44.9** نیز از مدول الاستیسیته بالائی برخوردار هستند که در دوره چهارساله نیز جزو کلن‌های موفق می‌باشند.

جدول شماره ۴- گروه‌بندی میانگین‌ها به روش دانکن برای مدول الاستیسیته در کلن‌های مختلف صنوبر در دوره چهار ساله و نمونه شاهد.

میانگین مدول الاستیسیته (Mpa) MOE	گروه بندی Group	گونه Species
۲۱۶۳	A	P.e. 561.41
۲۱۲۲	A	P.e. vernirubensis
۲۰۵۴	Ab	P.ciliata
۲۰۲۶	Ab	P.d. 44.51
۱۹۳۹	Abc	P.n. 63.135
۱۹۳۳	Abc	P.n. 42.78
۱۹۲۹	Abc	P.n. 44.9
۱۷۴۰	Bcde	Fagus orientalis



P.e. vernirubensis

P.n. 44.9

Fagus orientalis

Colone

شکل شماره ۲- میانگین مدول الاستیسیته (MOE) تخته‌های ساخته شده از صنوبر در دوره کوتاه مدت بهره‌برداری چهارساله

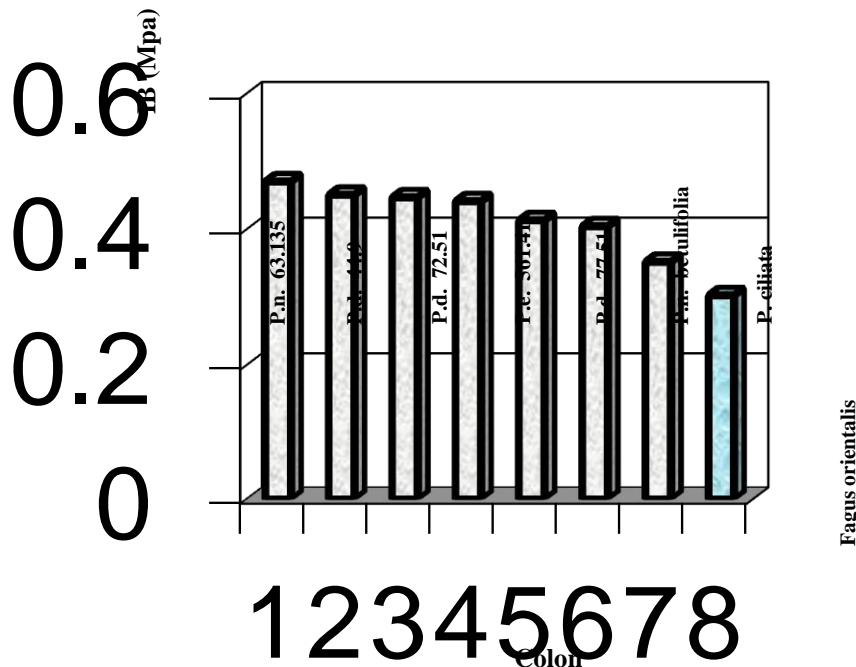
چسبندگی داخلی (IB): نتایج بدست آمده از جدول شماره تجزیه و واریانس برای چسبندگی داخلی نشان می‌دهد که اثر کلن‌های مختلف صنوبر در دوره کوتاه مدت چهارساله در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. ضریب تغییرات برای این ویژگی در حد ۱۸/۵۷ درصد بدست آمده است. با توجه به گروه‌بندی میانگین‌ها به روش دانکن مشخص شده است که تخته ساخته شده از کلن P.n. 63.135 دارای بالاترین میزان مقاومت به چسبندگی داخلی و تخته ساخته شده از کلن P.e. vernirubensis کمترین میزان را بدست آورده است. همچنین مشاهده شده است که کلن‌های دیگر صنوبر در دوره رویش چهارساله همانند P.e. 561.41, P.d.72.51 و P.d.44.9 از مقاومت به چسبندگی داخلی بالایی برخوردار می‌باشند. جدول شماره ۵- گروه‌بندی میانگین‌ها به روش دانکن برای چسبندگی داخلی در کلن‌های مختلف صنوبر در دوره چهارساله

و نمونه شاهد

میانگین IB (Mpa)	گروه Group	گونه Species
۰/۴۷۰۲	a	P.n 63.135
۰/۴۵۰۵	ab	P.d 44.9
۰/۴۴۶۷	ab	P.d 72.51
۰/۴۴۱۰	ab	P.e 561.41
۰/۴۱۳۰	abc	P.d 77.51
۰/۴۰۴۲	abcd	P.n betulifolia
۰/۳۵۱۸	abcde	P. ciliata
۰/۳۰۲۵	cde	Fagus orientalis

مطابق با جدول شماره ۵ مشاهده می‌گردد که کلن‌های موفق صنوبر در دوره بهره‌برداری کوتاه مدت چهارساله از مقاومت به چسبندگی داخلی بالایی بهره‌مند هستند. با توجه به اینکه گونه‌هایی که از چسبندگی داخلی بالایی

برخوردارند دارای حجم بیشتری چوب نسبت به پوست هستند، می‌توان افزایشهای مقاومتها را در دلیل مهمی بر این مطلب دانست. این نتایج با تحقیقات Buschbeck (۱۹۶۵) مطابقت دارد. وی عنوان کرده است که تهیه تخته خرده چوب با استفاده از شاخه‌های با پوست نسبت به شاخه‌های بدون پوست کاهش در میزان استحکام اتصالات داخلی مشاهده شده است. همانگونه که از شکل شماره ۳ مشخص است کلن‌های موفق در دوره کوتاه مدت بهره‌برداری چهارساله نسبت به گونه شاهد راش دارای مقاومت IB بالاتری می‌باشند و می‌توان از این کلن‌ها در ساخت تخته خرده چوب با توجه به خواص مقاومتی بالا استفاده نمود.



شکل شماره ۳ - میانگین مقاومت چسبندگی داخلی (IB) تخته‌های ساخته شده از صنوبر در دوره کوتاه مدت بهره‌برداری چهارساله

همچنین حسین‌زاده و همکاران (۱۳۷۷) در تحقیقی که در مورد استفاده از کلن‌های مختلف صنوبر در دوره سه ساله انجام داده‌اند به این نتیجه رسیده‌اند که کلن‌های P.n. 42.78، P. trichocarpa، P.n. 44.9 و P.a. nivea دارای حداکثر مقاومت به چسبندگی داخلی بوده است که هم‌چنین در کلن‌های صنوبر تولیدی در دوره چهارساله نیز کلن P.n. 44.9 از مقاومت به چسبندگی بالایی برخوردار بوده است.

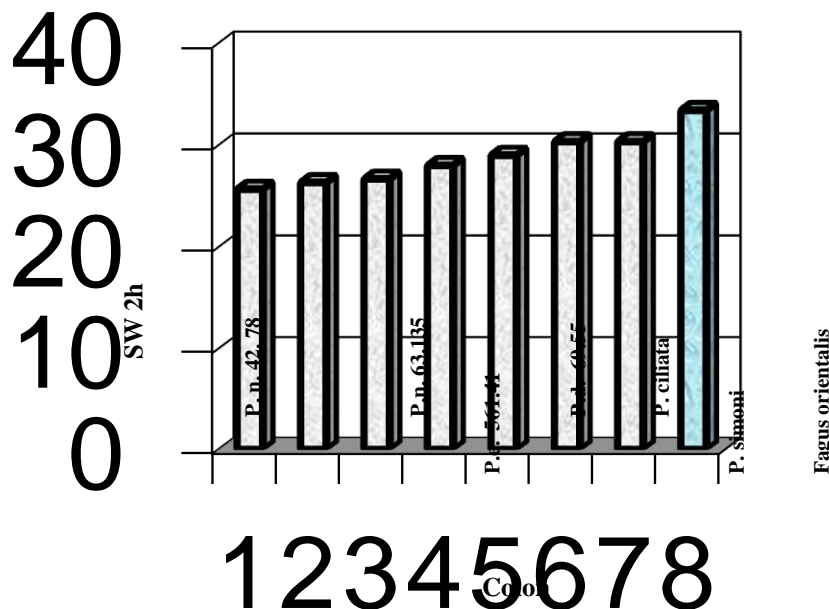
واکشیدگی ضخامتی پس از ۲ ساعت: مطابق با نتایج بدست آمده میان سطوح مختلف کلن‌های صنوبر در دوره بهره‌برداری چهارساله در ساخت تخته خرده چوب بر واکشیدگی ضخامتی پس از ۲ ساعت غوطه‌وری، در آب در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. ضریب تغییرات مربوط به این ویژگی برابر ۱۰/۸۲ درصد بدست آمده است که در حد قابل قبولی می‌باشد.

با توجه به گروه بندی میانگین‌ها به روش دانکن ملاحظه می‌گردد که کلن‌های P.n. *betulifolia*, P.a. *nivea* دارای بیشترین میزان واكشیدگی ضخامتی بوده‌اند و کمترین میزان واكشیدگی ضخامتی پس از ۲ ساعت غوطه‌وری، در آب مربوط به

جدول شماره ۶- گروه‌بندی میانگین‌ها به روش دانکن برای واكشیدگی ضخامتی پس از ۲ ساعت غوطه‌ور در آب در کلن‌های مختلف صنوبر در دوره رویش چهارساله

میانگین SW (%)	گروه Group	گونه Species
۲۵/۶۷	F	P.n 42.78
۲۶/۳۳	Ef	P.d 77.51
۲۶/۶۷	Ef	P.n. 63.135.n 63.135
۲۸	Def	P.e 561.41
۲۹	Def	P.d 69.55
۳۰/۳۳	Cdef	P. ciliata
۳۰/۳۳	Cdef	P. simoni
۳۷/۴۹	A	Fagus Orientalis

کلن‌های P.n. 42.78 و P.d. 77.51، P.n. 63.13 می‌باشد که به ترتیب برابر ۲۵/۶۷ درصد و ۲۶/۳۳ و ۲۶/۶۷ درصد می‌باشند. بررسی مقایسه‌ای کلن‌های مختلف صنوبر نسبت به گونه شاهد (راش) بیانگر این مطلب بوده است که میزان آن در کلن‌های مختلف صنوبر تقریباً بسیار پایین‌تر بوده و دارای اختلاف زیادی نسبت به گونه شاهد می‌باشد.



شکل شماره ۴- میانگین واکشیدگی ضخامتی پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌های ساخته شده از صنوبر در دوره کوتاه مدت بهره‌برداری چهارساله

نتایج بدست آمده با تحقیقات حسین‌زاده و همکاران (۱۳۷۷) نیز مؤید این مطلب می‌باشد. در تحقیقات قبلی کلن‌های

P.d. 72.51 و P.d. 77.51 ، P.e. 561.41 ، P.n. 42.78

از کلن‌های موفق جهت واکشیدگی ضخامتی پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب بوده‌اند.

واکشیدگی ضخامتی پس از ۲۴ ساعت- نتایج بدست آمده میان سطوح مختلف کلن‌های صنوبر تولید شده در دوره بهره‌برداری کوتاه مدت چهارساله در ساخت تخته خرده چوب بر واکشیدگی ضخامتی پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. ضریب تغییرات مربوط به این ویژگی برابر ۹/۴۹ درصد بدست آمده است که در حد قابل قبولی می‌باشد.

با توجه به گروه‌بندی میانگین‌ها به روش دانکن مشخص گردیده است که کلن‌ها

کمتری برخوردار هستند که به ترتیب برابر با ۳۰/۶۷، ۳۱، ۳۲/۳۳ و ۳۲/۶۷ درصد می‌باشند و در گروه‌های (DE, E) قرار

گرفته‌اند. با در نظر گرفتن میزان واکشیدگی ضخامتی پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری گونه شاهد (راش) ملاحظه می‌گردد که از کلن‌های ذکر شده فوق دارای واکشیدگی ضخامتی پس از ۲۴ ساعت بیشتری می‌باشند.

Hua, Yukue و همکاران (۱۹۹۶) در بررسی خود با استفاده از صنوبرهای سریع‌الرشد در ساخت تخته خرده چوب به

نتایج مشابهی دست یافته‌اند. آنان میزان واکشیدگی ضخامتی را در تخته‌های فوق مورد بررسی قرار داده‌اند که از میزان

قابل قبول برخوردار بوده است. شرایط ساخت تخته‌های فوق شامل ۱۲ درصد،

رزین اوره - فرم آلدئید ضخامت ۱۰ میلیمتر، درجه حرارت پرس ۱۸۰ درجه سانتیگراد و زمان پرس ۵ دقیقه بوده است.

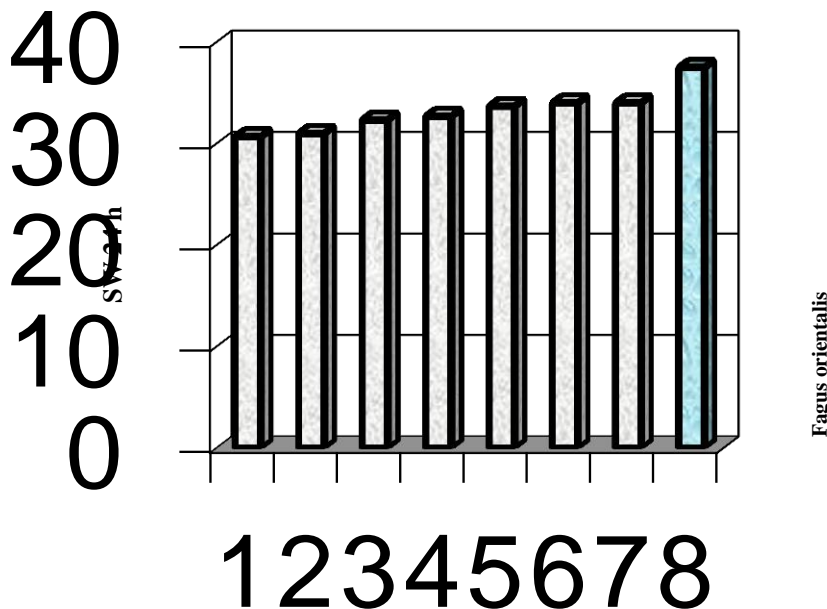
P.d. 77.51

Colon

جدول شماره ۷- گروه‌بندی میانگین‌ها به روش دانکن برای واکنشیدگی ضخامتی پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب در کلن‌های مختلف صنوبر در دوره چهار ساله

میانگین SW (%)	گروه Group	گونه Species
۳۰/۶۷	e	P.n 63.135
۳۱	e	P.e 72.78
۳۲/۳۳	de	P.d 69.55
۳۲/۶۷	de	P.d 77.51
۳۳/۴۱	cde	Fagus orientalis
۳۳/۶۷	cde	P. simoni
۳۴	cde	P.e 561.41
۳۴	cde	P. Trichocarpa

حسین زاده و همکاران (۱۳۷۷) نیز در بررسی ساخت تخته خرده چوب از کلن‌های مختلف صنوبر در دوره بهره‌برداری کوتاه مدت سه ساله به نتایج مشابهی دست یافتند. مطابق با بررسی‌های بعمل آمده مشخص شده است که کلن‌های P.d. 77.51 و P.n. 42.78, P.e. 561.41, P. trichocarpa نیز از واکنشیدگی ضخامتی کمتری پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب کمتری برخوردار می‌باشند.



شکل شماره ۵- میانگین واکشیدگی ضخامتی پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در تخته‌های ساخته شده از صنوبر در دوره کوتاه مدت بهره‌برداری چهارساله

P.n. 63.135

Colon

نتیجه گیری :

این بررسی به اثر کلن‌های مختلف صنوبر در دوره بهره‌برداری کوتاه مدت چهارساله بر خواص کاربردی تخته خرده چوب پرداخته است. ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب ساخته شده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند. مقاومت خمشی (MOR)، مدول الاستیسیته (MOE)، چسبندگی داخلی (IB) و واکنش پذیری ضخامتی پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب مورد آزمون قرار گرفتند. اثر کلن‌های مختلف صنوبر در دوره چهارساله در ساخت تخته خرده چوب بر مقاومت خمشی (MOR) در سطح ۵ درصد معنی‌دار شده است. با توجه به گروه‌بندی میانگین‌ها به روش دانکن (DMRT) مشخص شده است که کلن‌های P.e. 561.41 و P.d.77.51 با داشتن مقاومت خمشی ۱۶۷۱ و ۱۶۳۰ مگاپاسکال به ترتیب دارای بالاترین میزان مقاومت خمشی می‌باشند. همچنین نتایج بدست آمده برای مدول الاستیته نشان داده است که دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد بوده‌اند با مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن مشخص شده که کلن‌های *P.e. vernirubenis* و P.e. 561.41 با داشتن مدول الاستیسیته ۲۱۶۳ و ۲۱۱۲ مگاپاسکال به ترتیب دارای بیشترین میزان مدول الاستیته بوده‌اند. همچنین اثر کلن‌های مختلف صنوبر در دوره کوتاه مدت بهره‌برداری چهارساله بر چسبندگی داخلی (IB) نشان داده است که دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشته‌اند، که کلن‌های P.d. 44.9 و P.n. 63.135 دارای بالاترین میزان مقاومت در برابر کشش عمود بر سطح (چسبندگی داخلی) بوده‌اند.

با توجه به میزان چسبندگی داخلی بالا در کلن‌های فوق ملاحظه شده است که اثر؟؟؟ بر مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌های یاد شده داشته‌اند و میزان مقاومت؟؟؟ کلن‌های فوق دارای مقاومت کمتری هستند. با در نظر گرفتن نمونه شاهد نیز ملاحظه می‌گردد که تمام مقاومت‌های خمشی، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی کلن‌های موفق دارای خواص مقاومتی بالاتری نسبت به گونه شاهد (راش) هستند.

منابع مورد استفاده:

- ۱- حسین‌زاده، ع. نوریخس، ا. گلبابائی، ف. ۱۳۷۷. بررسی ویژگیهای تخته خرده چوب ساخته شده از چوب تولیدی صنوبر در دوره بهره‌برداری کوتاه مدت (سه ساله). تحقیقات چوب کاغذ ایران، شماره ۷ (۱۹۹)، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع
- 2- Burrows -----1969
- 3- Buschbeck ,L., Scherfke, and Jensen, U. 1965. Investigation on the suitability of various wood species and assortments for chipboard manufacture. Part 1: Red beech and pine .USDA . FPL-626
- 4- DIN standard, 1990. Flat pressed particleboard for use in building construction No. 68763
- 5- Dost , W. A. 1974. Redwood bark fiber in particleboard. For. Prod. Jour. 21(10): 34-43.
- 6- Hann, R. A. , Black, J. M., and Blomquist,R. F., 1962. How durable is particleboard. For. Prod. J. 12(12): 577-584.
- 7- Hse, 1975. Properties of flakeboards from Hard woods growing on southern pine site . For . Prod. J. 25(3): 48-55.
- 8- Hua yukan zhou, Dingguo, Lu. Xiaoning, 1996. ??????????????????Najing Forestry University, 210037. D.R. china 20th session of the International poplar commission, Budapest 1-4, oct. 1996. Proceeding Volumn (1)
- 9- Lamore, F. D. 1959. Influence of specific gravity and resin content on properties of particleboard. For. Prod. Jour. 9(4): 131-134.
- 10- Lehman, W. F. 1970. Resin efficiency in particleboard as Influenced by density, atomization and resin content. For. Prod. Jour. 20(11): 48-54.
- 11- Maloney, T.A. 1977. Modern particleboard and dry – process fiberboard manufacturing. Miller Freeman publication INC, Sanfrancisco. Cdi. USA.
- 12- Shuler????????????????????1974
- 13- Woodson, suksland, .1967. Fiberboard manufacturing particleboards in the united state. For. Prod. Jour. 20(2): 11-25 .