

ویژگیهای تخته خرده چوب ساخته شده از چوب کلن‌های مختلف صنوبر
تولید شده در دوره بهره‌برداری دو ساله

عبدالرحمن حسین‌زاده^۱، امیر نوربخش^۱، ابوالفضل کارگرفرد^۱،
فرداد گلبابائی^۲ و مرتضی ناظریان^۱

چکیده:

در این تحقیق ویژگیهای تخته خرده چوب ساخته شده از چوبهای تولیدی ۱۷ کلن صنوبر در دوره بهره‌برداری کوتاه مدت دو ساله مورد بررسی قرار گرفته است. از هر کلن (تیمار) سه تخته (در مجموع ۵۱ تخته) با استفاده از چسب اوره- فرم‌آلدئید در شرایط یکسان ساخته شده، خصوصیات فیزیکی و مکانیکی آنها اندازه‌گیری و در قالب طرح آزمایشی فاکتوریل کاملاً تصادفی متعادل با یک متغیر و با استفاده از آزمون دانکن (DMRT) مورد مقایسه و تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفته است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که تخته‌های ساخته شده از چوب کلن‌های *Populus euramericana costanzo* و *Populus euramericana* 561.41 دارای بیشترین میانگین مقاومت خمشی و کلن‌های *Populus deltoides* 72.51 و *Populus euramericana* بیشترین میانگین مقاومت خمشی هستند. کلن‌های *populus ciliata* ، *Populus euramericana* 561.41 و *Populus deltoides* 77.51 بیشترین مدول الاستیسیته و کلن‌های *Populus deltoides* 72.51 و *Populus alba* 44.9 کمترین میانگین مدول الاستیسیته را داشته‌اند. همچنین کلن‌های *Populus euramericana*

۱- اعضاء هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع - hosseinzadeh@rifr-ac.ir

۲- کارشناس صنایع چوبی فارغ التحصیل دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

561.41 و 58.57 *Populus alba* دارای بیشترین میانگین چسبندگی داخلی و کلن‌های *Populus ciliata* و 72.51 *Populus deltoides* کمترین چسبندگی داخلی را دارند. کلن‌های *Populus ciliata* و *Populus deltoides* بیشترین مقدار جذب آب پس از ۲۴ ساعت و کلن‌های *Populus alba nivea* و *Populus euramericana* 561.41 کمترین مقدار جذب آب بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب را داشته‌اند. به علاوه کلن‌های *Populus deltoides* و *Populus ciliata* بیشترین واکنشیدگی ضخامت و کلن‌های *Populus euramericana* و *Populus nigra betulifolia* کمترین مقدار واکنشیدگی ضخامت بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب را از خود نشان داده‌اند.

واژه‌های کلیدی:

تخته خرده چوب، صنوبر، دوره بهره‌برداری کوتاه مدت دو ساله، چسب اوره فرم‌آلدئید، ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی

مقدمه:

هر چند در نیم قرن گذشته، صنعت تخته خرده چوب کشور از رشد نسبتاً قابل توجهی برخوردار بوده است. ولی به دلایل مختلف که عمده‌ترین آنها کمبود ماده اولیه چوبی است در سالهای اخیر، اکثر کارخانه‌های تولید تخته خرده چوب احداث شده با تولیدی کمتر از ظرفیت اسمی خود فعالیت می‌کنند. و این در حالی است که با افزایش چشمگیر جمعیت و در نتیجه گسترش ساختمان سازی به ویژه در کلان‌شهرها، تقاضا برای مصرف فرآورده‌های لیگنوسلولزی به ویژه تخته خرده چوب روز به روز افزایش می‌یابد. بنابراین، به نظر می‌رسد که استفاده از چوبهای تولیدی در دوره‌های بهره‌برداری کوتاه مدت (زراعت چوب) جهت تأمین ماده اولیه مورد نیاز صنایع فوق امری اجتناب

ناپذیر می‌نماید. در این راستا گونه‌های سریع‌الرشد مانند صنوبرها، اکالیپتوس‌ها و سوزنی برگان به لحاظ نشان دادن توان تولید حجم زیاد چوب در واحد سطح و در کمترین زمان ممکن مورد توجه محققان در اکثر نقاط جهان قرار گرفته است. در این زمینه در مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع نیز طرحهای تحقیقاتی مختلفی تصویب و به مورد اجرا در آمده و یا در حال اجرا است.

در ایران تولید محصولات مرکب از چوب صنوبرها از سالها پیش متداول بوده است، به طوری که صنعت تخته خرده چوب از ابتدا براساس چوب صنوبر در کشور پایه‌گذاری شده است. لیکن به تدریج چوبهای هیزمی و کم قطر جنگلی جایگزین چوب صنوبر شده و در حال حاضر فقط تعداد محدودی از کارخانه‌ها از چوب صنوبر استفاده می‌کنند. ولی تاکنون هیچ گونه کوششی در جهت تولید صنعتی محصولات مرکب چوبی شامل تخته خرده چوب، تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF) و یا کاغذ از چوبهای کم قطر تولیدی در دوره‌های بهره‌برداری کوتاه مدت بعمل نیامده است.

در زمینه مؤلفه‌های انتخاب گونه در صنعت تخته خرده چوب گزارشهای نسبتاً زیادی در خارج و داخل انتشار یافته است که در این مقاله فقط به ذکر چند مورد اکتفا می‌گردد. به طور کلی، تأثیر گونه بر خواص کیفی تخته خرده چوب به جرم ویژه نسبی چوب و میزان فشردگی آن بستگی دارد.

در مورد تأثیر جرم ویژه نسبی چوب گونه‌های مصرفی بر روی ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب تحقیقات زیادی صورت گرفته است. اغلب محققان معتقدند که چوبهای سبک‌تر به دلیل تحمل ضریب فشار بیشتر، تخته‌های با کیفیت بهتر تولید می‌کنند.

Lehmann و Heebink (۱۹۷۷) گزارش کردند که استفاده از چوبهای با جرم ویژه نسبی کمتر مقاومت خمشی تخته‌ها را در مقایسه با گونه‌های با جرم ویژه نسبی

بیشتر افزایش می‌دهد. بدین لحاظ آنها چوب گونه‌های صنوبر را برای ساخت تخته ویفر پیشنهاد کردند.

Moslemi (۱۹۷۴) رابطه بین جرم ویژه نسبی گونه‌ها و مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده از آنها را مورد مطالعه قرار داده و گزارش کرده است که افزایش جرم ویژه نسبی ماده اولیه سبب کاهش مقاومت خمشی تخته‌ها می‌شود. او همچنین معتقد است که چنانچه ذرات کوتاه و ضخیم برای ساخت تخته خرده چوب استفاده شود، در حالی که میزان چسب ثابت نگه داشته شود، مقاومت برشی تخته افزایش پیدا می‌کند.

Hse (۱۹۷۵) فشردگی کیک خرده چوب را تا حدی که دانسیته آن بالاتر از ماده اولیه آن باشد موجب بوجود آمدن سطوح تماس بهتر بین خرده چوبها می‌داند. در نتیجه خرده چوبهای آغشته شده به چسب زیادتر، به جای تماس با فضاهای خالی یا خلل و فرج، با خرده چوبهای دیگر در تماس نزدیک قرار می‌گیرند، بنابراین، بین دانسیته تخته خرده چوب و فشردگی کیک در زیر پرس ارتباط مستقیم وجود دارد.

Heebink (۱۹۷۴) و Lehmann و Geimer (۱۹۷۴) در یک بررسی مقایسه‌ای ویژگیهای تخته خرده چوب لایه‌ای ناهمسان از دو گونه افرا (*Acer insign*) و صنوبر لرزان را (*P. teremula*) مورد مطالعه قرار داده و نتیجه‌گیری کرده‌اند که استفاده از چوب گونه‌های تولید شده در دوره‌های بهره‌برداری کوتاه مدت از لحاظ اقتصادی و داشتن خواص مقاومتی قابل قبول بوده و باید مورد توجه قرار گیرد.

حسین‌زاده و همکاران (۱۳۷۷) ویژگیهای تخته خرده چوبهای ساخته شده از چوب ۱۷ کلن صنوبر تولیدی را در دوره بهره‌برداری ۳ ساله مورد بررسی قرار داده‌اند. آنان به این نتیجه رسید که خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها با رعایت مسائل تکنولوژیکی به میزان قابل توجهی در مقایسه با تخته‌های ساخته شده از چوب جنگلی (راش) افزایش یافته است. نتایج این تحقیق همچنین نشان داده است که تخته‌های

ساخته شده از چوب کلن‌های صنوبر *P. nigra* 42.78، *P. alba nivea*، *P. alba* 44.9، *P. euramericana. cosanzo*، *P. eur.* 561.41 به ترتیب دارای حداکثر خواص کاربردی بوده‌اند. این محققان در تحقیقات مشابهی که در مورد تخته‌های ساخته شده با چوبهای تولید در دوره ۴ ساله انجام داده‌اند نتیجه گرفته‌اند که تخته‌های ساخته شده از کلن‌های *P. euramericana.* 561.41، *P. nigra* 63.135، *P. euramericana. vernirubensis*، *P. deltoides* 77.51 و *P. deltoides* 44.9 و *P. nigra* 42.78 به ترتیب دارای ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی بهتری بوده‌اند (حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۸۰).

Hua yukun و همکاران (۱۹۹۶) در بررسی خود چوب کلن‌های مختلف *Populus deltoides* Bartr. را برای ساخت فرآورده‌های مرکب چوبی شامل: تخته خرده چوب، تخته فیبر، تخته ویفر، تخته فلیک، LVL، PSL، VSL و ... پیشنهاد می‌کنند. آنان تأکید کردند که در ساخت تخته خرده چوب از شرایط ساخت ۱۲ درصد چسب اوره- فرم آلدئید، درجه حرارت پرس ۱۸۰ درجه سانتیگراد، مقدار پارافین ۱٪، زمان پرس ۵ دقیقه و جرم ویژه نسبی ۰/۷۷ استفاده شود. نتایج تحقیقات آنها همچنین نشان داد که مقاومت‌های خمشی، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی به ترتیب ۲۲/۴، ۲۳۶۰ و ۰/۷۱ مگا پاسکال بوده است که نسبت به تخته‌های مشابه ساخته شده از گونه‌های دیگر از افزایش مقاومت قابل توجهی برخوردار می‌باشد. Zsolt kovacs و همکاران (۱۹۹۶) ضمن مطالعه بر روی صنوبرهای کاشته شده در کشور مجارستان چوب گونه *Populus eur. I.214* را برای ساخت LVL پیشنهاد نمودند. Sandor Toth (۱۹۹۶) کاربرد چوب صنوبرهای سریع‌الرشد را در صنایع مختلف مورد ارزیابی قرار داده و به این نتیجه رسیده است که بهترین کاربردها برای چوبهای صنوبر صنایعی مانند تخته چند لایه، LVL و OSB به ویژه تخته خرده چوب می‌باشد.

جای هیچ‌گونه بحثی نیست که چوب جوان و پوست در مقایسه با چوب بالغ از کیفیت پایین‌تری برخوردار است. این دو عامل ممکن است بر ویژگیهای تخته خرده‌چوب، تخته فیبر و یا سایر محصولات مرکب تأثیر داشته باشند.

Roos و همکاران (۱۹۹۵) تأثیر چوب جوان را بر ویژگیهای تخته خرده چوب ساخته شده از صنوبر مورد مطالعه قرار داده‌اند.

Dix و *ROffael* (۱۹۹۴) براساس بررسیهای که در مورد تخته‌های ساخته شده از ۵ کلن صنوبر از مناطق مختلف آلمان و سنین متفاوت و چسب UF و PF انجام دادند گزارش کردند که کلن‌ها تأثیر اندکی روی خواص مقاومتی تخته‌ها داشته‌اند، ولی رویشگاه تأثیر نسبتاً زیادی بر مقاومتها داشته است. آنها اضافه کردند که لایه‌های میانی تخته‌های ساخته شده با UF تا بیش از ۱۵٪ پوست را تحمل می‌کنند، اما تخته‌های ساخته شده با PF حساسیت بیشتری نسبت به پوست داشتند. در تحقیق دیگری تحت عنوان بررسی امکان استفاده از چوب صنوبرها و اکالیپتوس‌ها در ساخت تخته‌های ترکیبی، *Dix* و همکاران (۱۹۹۹) به این نتیجه رسیدند که با استفاده از چوب صنوبر *Populus balsamifera* ۵ ساله حاوی ۱۵٪ پوست و چسب اوره- فرم آلدئید می‌توان تخته خرده چوب با کیفیت قابل قبول تولید کرد.

در این تحقیق هدف مقایسه ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوبهای ساخته شده با چوب ۱۷ کلن صنوبر تولید شده در دوره بهره‌برداری دو ساله به منظور انتخاب و معرفی بهترین کلن یا کلن‌های مناسب برای استفاده در صنعت تخته خرده چوب بوده است.

مواد و روشها:

در این بررسی ۱۷ کلن صنوبر (جدول شماره ۱) که بیشترین تولید چوب در واحد سطح در یک دوره ۲ ساله را داشتند، از ایستگاه تحقیقاتی البرز کرج به عنوان عامل متغیر انتخاب و از هر کلن به تعداد مورد نیاز از صنوبرهای ۲ ساله قطع و به آزمایشگاه منتقل گردید. در ضمن از چوب راش نیز تحت شرایط یکسان، اقدام به ساخت تخته خرده چوب شده و به عنوان شاهد مورد استفاده قرار گرفته است.

جدول شماره ۱- اسامی ۱۷ کلن صنوبر که در این بررسی مورد استفاده قرار گرفت.

- | | |
|-----|---|
| 1- | <i>Populus euramericana costanzo</i> |
| 2- | <i>Populus euramericana 561.41</i> |
| 3- | <i>Populus nigra 42.78</i> |
| 4- | <i>Populus deltoides 69.55</i> |
| 5- | <i>Populus deltoides 77.51</i> |
| 6- | <i>Populus euramericana I-214</i> |
| 7- | <i>Populus alba 44.9</i> |
| 8- | <i>Populus alba 58.57</i> |
| 9- | <i>Populus ciliata</i> |
| 10- | <i>Populus nigra 63.135</i> |
| 11- | <i>Populus euramericana vernirubensis</i> |
| 12- | <i>Populus euramericana marilandica</i> |
| 13- | <i>Populus deltoides 72.51</i> |
| 14- | <i>Populus trichocarpa</i> |
| 15- | <i>Populus alba nivea</i> |
| 16- | <i>Populus euramericana triplo</i> |
| 17- | <i>Populus nigra betulifolia</i> |

در این بررسی از حرارت پرس ۱۶۰ درجه سانتیگراد، جرم مخصوص تخته‌ها در حد ۰/۷ گرم بر سانتیمتر مکعب، فشار پرس ۳۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و مصرف چسب ۱۰ درصد (براساس وزن خشک خرده چوب مصرفی) به طور ثابت برای تمام تیمارها استفاده شد.

مراحل ساخت تخته‌های آزمایشگاهی: برای تهیه خرده چوب مناسب، چوب تهیه شده از ۱۷ کلن صنوبر پس از انتقال به آزمایشگاه با استفاده از یک خرد کن غلطکی از نوع Pallmann 430×120PHT به خرده چوبهای درشت و سپس به وسیله یک آسیاب حلقوی از نوع pallmann pz8 به خرده چوبهای قابل استفاده در ساخت تخته خرده چوب تبدیل شدند. پس از حذف خرده چوبهای بسیار ریز و بسیار درشت که مناسب ساخت تخته خرده چوب نبودند، رطوبت خرده چوبها به وسیله یک خشک کن

خرده‌چوب آزمایشگاهی تا رسیدن به سطح ۱ درصد کاهش داده شد. سپس خرده چوبهای خشک شده در کیسه‌های پلاستیکی مقاوم به نفوذ رطوبت، بسته‌بندی و برای ساخت تخته‌های آزمایشگاهی نگهداری شدند.

برای چسب زنی خرده چوبها از یک دستگاه چسب زن آزمایشگاهی استفاده شده است. محلول چسب همراه با کاتالیزور (NH_4Cl) به مقدار ۱ درصد براساس وزن خشک چسب مصرفی به عنوان سخت کننده استفاده شده است) به وسیله یک نازل و با استفاده از هوای فشرده بر روی خرده چوبها که در داخل مخلوط کن خرده چوب و چسب در حال چرخش قرار داشتند، پاشیده شده و با آنها به طور کامل مخلوط گردید. به منظور تشکیل کیک خرده چوب از یک قالب چوبی به ابعاد 40^*40 سانتیمتر استفاده شده است. خرده‌چوبهای چسب زنی شده به وسیله ترازوی آزمایشگاهی توزین و به صورت لایه‌های یکنواخت در داخل قالب پاشیده شدند.

پس از تشکیل کیک خرده چوب، با استفاده از یک پرس آزمایشگاهی از نوع Burkle L-100 در فشار 25 kp/cm^2 و سرعت بسته شدن $4/5$ میلیمتر در ثانیه اقدام به فشردن کیک خرده چوب و ساخت تخته‌های آزمایشگاهی گردید. در این بررسی ۱۷ تیمار حاصل شد که برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد که در مجموع ۵۱ تخته آزمایشگاهی ساخته شد. بعد از پایان مرحله پرس، به منظور مشروط سازی و یکنواخت سازی رطوبت تخته‌ها و همچنین متعادل سازی تنش‌های داخلی، تخته‌های ساخته شده به مدت ۱۵ روز در شرایط آزمایشگاهی نگهداری گردیدند.

تهیه نمونه های آزمونى برای تعیین ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها با استفاده از یک دستگاه اره گرد انجام گرفته است. تخته‌ها ابتدا کناره بری شده و بعد مطابق استاندارد DIN- 68763 برش نمونه های تعیین مقاومت خمشی (MOR) و مدول الاستیسیته (MOE)، مقاومت به چسبندگی داخلی (IB)، واکشیدگی ضخامت بعد از ۲

و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌ها و جذب آب پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌ها انجام گرفته است.

بعد از انجام آزمایشهای فیزیکی و مکانیکی بر روی نمونه‌های تهیه شده، نتایج بدست آمده در قالب طرح آزمایش فاکتوریل کامل تصادفی متعادل با یک متغیر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و در صورت وجود اختلاف معنی‌دار میان تیمارها، میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن (DMRT) طبقه‌بندی و تأثیر عامل متغیر بر خواص مورد مطالعه در سطح اعتماد ۹۹ و ۹۵ درصد مورد بحث قرار گرفت.

نتایج:

نتایج طبقه‌بندی خرده چوبها از نظر درصد ریزی و درشتی، میانگین ابعاد خرده‌چوبها (طول، عرض و ضخامت) و میانگین نازکی خرده چوبها به ترتیب در جداول شماره ۲ و ۳ گزارش شده است. ارقام ثبت شده در این جداول میانگین چهار تکرار آزمایش برای هر کلن یا گونه می‌باشد.

به طور کلی در فرآیند ساخت تخته خرده چوب و یا به عبارت دقیق‌تر در فرآیند تشکیل اتصالات بین خرده چوب و چسب عوامل متعددی دخالت دارند. برخی از این عوامل به بهبود مقاومت و کیفیت اتصالات کمک می‌کنند و تعدادی ممکن است اثر تخریبی داشته باشند. با توجه به تعدد این عوامل و تأثیر اختصاصی و متمایز آنها بر ویژگیهای فیزیکی، مکانیکی و تغییرات ابعادی در این مقاله فقط تأثیر کلن‌ها هر یک از ویژگیهای مقاومتی و فیزیکی تخته خرده چوبها مورد بررسی قرار گرفته است.

به منظور تعیین تأثیر کلن‌های مختلف بر مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، چسبندگی داخلی، واکشیدگی ضخامت (پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری) و میزان جذب آب (پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب)، میزان اختلاف با استفاده از

روش تجزیه واریانس محاسبه شده است. این تأثیر به جز در یک مورد (اثر کلن بر IB)، در سایر موارد در سطح یک درصد معنی دار بوده است. به علاوه برای هر یک از ویژگیهای مورد بررسی به کمک آزمون دانکن گروه‌بندی میانگین‌ها انجام شده و نتایج در جداول شماره ۴ الی ۱۰ ارائه شده است.

اثر کلن بر مقاومت خمشی (MOR): کمترین مقاومت خمشی مربوط به کلن *P. deltooides* 77.51 (۱۱/۷۸ مگا پاسکال) و بیشترین مقاومت خمشی مربوط به کلن *P. euramericana costanzo* (۱۸/۷۶ مگا پاسکال) بوده است (جدول شماره ۴). نتایج تجزیه واریانس نشان داده است که این اختلاف در سطح یک درصد معنی دار است (CV = ۵/۴۰%).

اثر کلن بر مدول الاستیسیته (MOE): تجزیه واریانس میانگین MOE تخته‌ها نشان داده است که اثر کلن‌های مختلف بر مدول الاستیسیته در سطح ۱٪ معنی دار بوده است. گروه بندی میانگین MOE تخته‌های ساخته شده از ۱۷ کلن مختلف در جدول شماره ۵ ارائه شده است. با توجه به گروه بندی دانکن مشاهده می‌شود که مدول الاستیسیته تخته خرده چوبهای ساخته شده از ۱۷ کلن صنوبر در ۸ گروه قرار گرفته‌اند و این ۸ گروه دارای تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد می‌باشند. تخته‌های ساخته شده از کلن *P. euramericana*. 561.41 در گروه (A)، کلن *P. euramericana*. 561.41 در گروه (AB) و کلن‌های *P. ciliata* و *P. deltooides* 77.51 در گروه (ABC) قرار دارند و تخته‌های حاصل از کلن‌های *P. euramericana. triplo* و *P. alba* 44.9 و *P. deltooides* 77.51 که به ترتیب دارای کمترین مقدار MOE هستند در گروه‌های EF و F قرار گرفته‌اند.

اثر کلن بر چسبندگی داخلی (IB): جدول شماره ۶ و نتیجه تجزیه واریانس نشان می‌دهد که کلن‌ها تأثیر معنی‌داری بر روی چسبندگی داخلی تخته‌های حاصل از آنها نداشته‌اند. در عین حال، مشخص است که تخته‌های ساخته شده از چوب کلن *P. euramericana costanzo* دارای بیشترین و تخته‌های حاصل از چوب کلن‌های *P. ciliata* و *P. deltoides* 72.51 دارای کمترین چسبندگی داخلی بوده‌اند.

اثر کلن بر واکنشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب: نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس نشان داده است که اثر کلن‌های صنوبر در دوره دو ساله بر روی واکنشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب در سطح ۱٪ معنی‌دار بوده است ($CV=14/7\%$). گروه‌بندی میانگین‌ها (جدول شماره ۷) نشان می‌دهد که تیمارهای *P. ciliata* و *p. deltoides* 72.51 پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب از واکنشیدگی ضخامت نسبتاً بالایی برخوردار بوده و در گروه (A) قرار می‌گیرند و کلن‌های *P. nigra betfulifolia* و *P. alba nivea* به ترتیب در گروه‌های (EF) و (F) قرار می‌گیرند.

اثر کلن بر واکنشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب: نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس نشان داد که اثر کلن‌های مختلف صنوبر بر واکنشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب در سطح ۱٪ معنی‌دار بوده است ($CV=10/1\%$). با توجه به گروه بندی میانگین‌ها تخته‌های ساخته شده از کلن‌های *P. ciliata* و *P. deltoides* 72.51 پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب از بیشترین واکنشیدگی ضخامت برخوردار بوده و در گروه (A) قرار دارند و تخته‌های ساخته شده از چوب

کلن *P. alba nivea* که دارای کمترین میزان واکشیدگی ضخامت بوده در گروه (G) قرار گرفته است (جدول شماره ۸) این جدول نشان می‌دهد که تخته‌های حاصل از کلن‌های مختلف از نظر واکشیدگی در ۱۰ گروه مجزا گروه بندی شده‌اند.

اثر کلن بر میزان جذب آب بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب: نتایج تجزیه واریانس حاکی است که اختلاف در میزان جذب آب پس از ۲ ساعت غوطه‌وری میان کلن‌های مختلف در سطح ۱٪ معنی‌دار می‌باشد ($CV=10/1\%$). با توجه به گروه‌بندی میانگین‌ها (جدول شماره ۹) ملاحظه می‌شود که تخته‌های ساخته شده از کلن *P. deltooides* 72.51 دارای بیشترین درصد جذب آب بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب بوده و در گروه (A) و تخته‌های ساخته شده از کلن *P. alba nivea* نیز به عنوان بهترین کلن از جهت دارا بودن کمترین میزان جذب آب در گروه (D) قرار گرفته است.

اثر کلن بر جذب آب بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب: میان میانگین جذب آب تخته‌های ساخته شده از کلن‌های مختلف اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد مشاهده شده است ($CV=1/1\%$). نتایج گروه‌بندی میانگین‌ها در جدول شماره ۱۰ خلاصه شده است. به طوری که در این جدول ملاحظه می‌شود، حداقل میزان جذب آب بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری متعلق به تخته‌های ساخته شده از کلن *P. alba nivea* (گروه G) و حداکثر جذب آب مربوط به کلن *P. ciliata* بوده که در گروه (A)

قرار دارد. در رابطه با جذب آب پس از ۲۴ ساعت، تخته‌های کلن‌های مختلف در ۱۱ گروه مجزا قرار دارند.

بحث

با توجه به اینکه پوست اثری منفی بر روی مقاومت خمشی دارد، به نظر می‌رسد که پوست عامل مؤثری برای ایجاد اختلاف میان کلن‌های مختلف باشد. زیرا پوست هنگام خرد شدن تولید درصد زیادی ذرات ریز و نامناسب می‌کند. براساس گزارش FAO (۱۹۵۹) درصد زیاد ذرات ریز پوست در ترکیب تخته خرده چوب بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته اثر نامطلوب دارد. بنابراین شاید بتوان گفت که کلن‌هایی نظیر *P. ciliata* و *P. deltoides* 77.51 به دلیل دارا بودن پوست بیشتر در واحد وزن، دارای کمترین مقاومت خمشی هستند. افزایش مقدار پوست در بعضی از کلن‌ها نسبت به کلن‌های دیگر به قطر درخت بستگی دارد (پارسا پژوه، ۱۳۶۷). با توجه به اینکه نسبت L:T (ضریب نازکی) خرده چوبها میان کلن‌های مختلف صنوبر متفاوت است. هر چه این ضریب افزایش یابد مقاومت به خمش زیادتر می‌شود. شاید یکی از عوامل در متغیر بودن میانگین ضریب نازکی میان کلن‌های مختلف مقدار پوست هر کلن باشد، افزایش مقدار پوست باعث کاهش میانگین ضریب نازکی و بالعکس می‌شود. زیرا تهیه خرده چوبهای مطلوب از پوست به دلیل ساختار خاص آن مشکل بوده و معمولاً خرده چوبهای تولید شده به صورت نرمه خواهد بود که ضخامت آنها نیز بیشتر است. به همین دلیل می‌توان گفت که تخته‌های ساخته شده از کلن‌های *P. euramericana* 561.41 و *P. euramericana costanzo* چون دارای ضریب نازکی بیشتری هستند، از بیشترین مقاومت خمشی برخوردار بوده‌اند.

از سوی دیگر، با افزایش مقدار پوست و به پیروی از آن، مقدار مواد استخراجی نیز افزایش می‌یابد. در کلن‌های *P. deltoides* 72.51 و *P. ciliata* شاید زیاد بودن مواد استخراجی آنها یکی از عوامل مؤثر در کاهش مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده از آنها باشد.

در این مورد Roffael و Raush (۱۹۷۴) براساس تحقیق درباره اختلاف PH جوان چوب و بالغ چوب بلوط و اثرات آن بر مقاومت خمشی به این نتیجه رسیدند که خروج مواد استخراجی از خرده چوبها با آب گرم قبل از ساخت تخته خرده چوب، باعث افزایش چسبندگی داخلی و مقاومت خمشی تخته‌ها شده است. در این تحقیق تخته‌های ساخته شده از چوب کلن‌های *P. euramericana costanzo* 561.41 دارای بیشترین PH (نزدیک به خنثی) بوده و احتمالاً باعث شده است که اتصالات بین چسب و چوب به طور کامل‌تر صورت گیرد.

براساس یافته‌های مدیر رحمتی (۱۳۷۵) کلن‌های *P. euramericana* 561.41 و *P. euramericana costanzo* دارای بیشترین ماده خشک (تن / سال / هکتار) بوده است و میزان تولید آنها به ترتیب ۳۰ و ۲۱ تن بوده است. کلن *P. ciliata* نیز دارای کمترین مقدار تولید بوده و کلن *P. deltoides* 72.51 دارای تولید نسبتاً متوسطی است که می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش تولید در هکتار به نسبت معکوس از مقدار پوست کاسته و همچنین با کاهش قطر یا به عبارت دیگر مقدار تولید در هکتار، مقدار پوست در واحد حجم افزایش یافته است. به نظر می‌رسد که این موضوع یکی از عوامل موثر در تغییر ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها باشد. در این تحقیق تخته خرده چوب ساخته شده از کلن *P. euramericana costanzo* برترین گونه از لحاظ MOE بوده و احتمالاً با افزایش پوست در کلن‌های *P. deltoides* 72.51 و *P. euramericana triplo* 44.9 باعث کاهش MOE و MOR تخته‌های ساخته شده از آنها شده است. Dost (۱۹۷۱) در مورد تأثیر پوست در بررسی امکان استفاده از درصد پوست بیشتر در ساخت تخته خرده چوب گزارش کرد که افزایش مقدار پوست به کاهش قابل توجهی در مقاومت‌های MOE، MOR، IB و همچنین پایداری ابعادی تخته‌خرده چوب می‌انجامد.

گرچه چسبندگی داخلی تخته‌های حاصل از کلن‌های مختلف صنوبر دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشد، اما در جدول مقایسه آزمون دانکن، تخته‌های دارای حداقل IB از کلن‌هایی هستند که دارای مقدار ماده چوب در هکتار (مدیر رحمتی، ۱۳۷۵) کمتری هستند.

از نظر Anderson و همکاران (۱۹۷۴) افزایش چسبندگی با استفاده از مواد استخراجی پوست دارای تأثیر مثبت معنی‌داری بر خواص مکانیکی تخته خرده چوب می‌باشد، و این افزایش تا حدی مجاز می‌باشد. و با افزایش بیش از حد مجاز، مقاومت تخته‌ها رو به کاهش می‌گذارد، بر این مبنا می‌توان گفت که کلن‌های *P. deltoides* 72.51 و *P. ciliata* و سایر کلن‌های مشابه دارای پوست بیشتر از مجاز می‌باشند که Anderson به آن اشاره کرده است.

از دیگر عوامل موثر بر چسبندگی داخلی ضریب نازکی می‌باشد. به طور کلی با افزایش ضخامت یا به عبارت دیگر با کاهش ضریب نازکی میزان مصرف چسب افزایش می‌یابد که این موضوع باعث افزایش چسبندگی داخلی خواهد شد. اما در شرایطی که مصرف چسب ثابت است (۱۰٪)، با افزایش ضخامت به طور طبیعی به دلیل کاهش سطح ویژه، اتصال به نحو بهتری برقرار شده و باعث افزایش چسبندگی داخلی می‌شود. برای اثبات این مطلب Moslemi (۱۹۷۵) عقیده دارد که با مقدار مصرف چسب مساوی نسبت به وزن، چنانچه از ذرات کوتاه و ضخیم برای ساخت تخته خرده چوب استفاده کنیم، در تخته‌های بدست آمده چسبندگی داخلی اضافه می‌گردد. کلن *P. deltoides* 72.51 با توجه به اینکه دارای ضریب نازکی پایین بوده است (جدول شماره ۳) در گروه بندی دانکن بر اساس قاعده باید چسبندگی بهتری داشته باشد، اما این گونه نیست، علت این موضوع احتمالاً مربوط به افزایش پوست است که گرچه باعث افزایش میانگین ضخامت خرده چوبها می‌شود، اما این افزایش

بیشتر به پوست مربوط بوده و پوست اصولاً باعث کاهش مقاومت‌ها به ویژه IB می‌شود.

به طور کلی می‌توان گفت که مصرف ذرات با ضریب نازکی بالا همواره موجب افزایش تحمل تخته در برابر نیروی خمش و تثبیت ابعاد آن در برابر رطوبت می‌شود. در حالی که مصرف ذرات ضخیم، نیروی چسبندگی داخلی بهتری در تخته ایجاد می‌کند. این مطلب وقتی کاملاً مصداق پیدا می‌کند که میزان پوست از حد متعارفی (۱۰ درصد خرده چوبها) که باعث صدمه زدن به خواص تخته به دلیل ویژگیهای خاص خود می‌شود، افزایش نیابد.

چنین به نظر می‌رسد که عمده ترین دلیل افزایش واکشیدگی ضخامت، افزایش درصد پوست نسبت به حجم چوب باشد. همان گونه که اشاره شد، کلن‌های *P. euramericana 561.41* و *P. euramericana costanzo* دارای بیشترین مقدار تولید بوده و کلن‌های *P. deltoide 72.51* و *P. ciliata* دارای کمترین ماده خشک در هکتار می‌باشند. از این رو، با کاهش قطر تنه یا جستها به همان نسبت به میزان پوست افزوده شده است که ممکن است به افزایش واکشیدگی ضخامت منجر شود.

یکی دیگر از عوامل تأثیر گذار بر واکشیدگی ضخامت تأثیر گونه است که بیشتر به حضور یا عدم حضور چوب جوان نسبت داده شده است. Hizirzlu و Suchsland (۱۹۹۳) تأثیر دو گونه صنوبر *P. tremuloides* و کاج قرمز *Pinus resinosa* را بر میزان واکشیدگی و کیفیت سطح تخته مورد ارزیابی قرار داده و به این نتیجه رسیده‌اند که مقدار واکشیدگی ضخامت تخته‌های ساخته شده از چوب کاج قرمز زمانی که از چوب جوان ساخته شده افزایش غیر طبیعی داشته، ولی در مورد صنوبر، چوب جوان تأثیر چندانی نداشته است.

در این تحقیق مشاهده شد که ارتباط مستقیمی بین واکشیدگی ضخامت و چسبندگی داخلی وجود دارد، بدین ترتیب که با افزایش چسبندگی داخلی میزان

واکسیدگی کمتر شده است. کلن *P. deltoides* 72.51 و *P. ciliata* که دارای کمترین چسبندگی داخلی بودند دارای بیشترین واکسیدگی ضخامت می‌باشند. نتایج این بررسی با نتایج تحقیقات انجام شده توسط Hua yaum و همکاران (۱۹۹۶) بر روی صنوبر مطابقت دارد. به پیروی از چسبندگی داخلی، ضریب نازکی نیز بر میزان جذب آب ممکن است تأثیر گذار باشد، بدین ترتیب که مصرف معینی چسب (در این تحقیق ۱۰٪) با افزایش ضریب نازکی میزان پوشش سطوح ذرات با چسب بیشتر خواهد بود. زیرا در مرحله نخست سطوح جانبی و مقاطع وقتی که خرده چوب ضخیم تر است در تماس با چسب دارای نقشی اساسی است. دوم اینکه بین ذرات ضخیم برای آنکه خواص تخته ثابت بماند باید اتصالات محکمتری در مقایسه با ذرات ریز ایجاد کرد و در نتیجه مستلزم چسب بیشتری است. سوم اینکه ذراتی که دارای ضریب نازکی بزرگتر هستند می‌توانند حتی با قطرات خیلی ریز چسب تماس حاصل کرده و محکم به ذرات ریز دیگر بچسبند.

جدول شماره ۲- تعیین ریزی و درشتی خرده چوبهای کلن‌های مورد بررسی (درصد وزنی).

کلن	منافذالک (mm)	</۴	۰/۴-۱	۱-۲	۲-۴	>۴
	<i>P. euramericana costanzo</i>	۴/۲	۲۵/۰	۲۶/۸	۳۵/۳	۸/۷
	<i>P. euramericana 561.41</i>	۴/۳	۲۰/۴	۲۳/۳	۳۶/۴	۱۵/۶
	<i>P. nigra 42.78</i>	۴/۱	۲۱/۲	۲۵/۷	۳۱/۷	۱۷/۳
	<i>P. deltoides 64.55</i>	۳/۵	۲۹/۸	۲۳/۸	۳۰/۱	۱۲/۴
	<i>P. deltoides 77.51</i>	۴/۶	۳۲/۲	۲۸/۲	۳۰/۲	۴/۸
	<i>P. euramericana I-214</i>	۴/۵	۲۴/۴	۲۵/۱	۳۵/۵	۱۰/۵
	<i>P. alba 44.9</i>	۴/۱	۳۲/۲	۲۴/۷	۲۸/۸	۱۰/۲
	<i>P. alba 58.57</i>	۳/۹	۲۰/۵	۵۱/۶	۳۷/۷	۱۶/۳
	<i>P. ciliata</i>	۱/۹	۲۰/۸	۳۰/۳	۳۴/۴	۹/۶
	<i>P. nigra 63.135</i>	۵/۱	۲۶/۶	۳۱/۳	۲۹/۹	۷/۱
	<i>P. euramericana vernirubensis</i>	۸/۹	۲۰	۲۳/۲۱	۳۸/۸	۹/۲
	<i>P. euramericana marilandica</i>	۶/۱	۳۱/۱	۳۳/۸	۲۴/۴	۴/۶
	<i>P. deltoides 72.51</i>	۷/۵	۳۰/۸	۳۰/۸	۵۱/۵	۹/۴
	<i>p. trichocarpa</i>	۵/۵	۲۲/۲	۲۴/۳	۳۹/۹	۸/۱
	<i>P. alba nivea</i>	۶	۲۸/۸	۳۱/۶	۲۵/۶	۸/۱
	<i>P. euramericana triplo</i>	۷/۵	۳۱/۱	۳۴/۴	۲۱/۱	۵/۹
	<i>P. nigra betulifolia</i>	۶/۶	۲۷/۷	۲۹/۷	۲۷/۷	۸/۵

جدول شماره ۳ - میانگین طول، عرض، ضخامت و ضریب نازکی خرده چوب کلن‌های مورد بررسی

ضریب نازکی L/d	ضخامت (mm)	عرض (mm)	طول (mm)	میانگین کلن
۵۲/۸۹	۰/۳۲۵	۳/۶۰	۱۷/۱۹	<i>P. euramericana costanzo</i>
۵۱/۴۱	۰/۳۲۷	۳/۷۳	۱۶/۸۱	<i>P. euramericana 561.41</i>
۵۱/۸	۰/۳۱۳	۳/۱۲	۱۶/۲۲	<i>P. nigra 42.78</i>
۵۲/۶	۰/۳۱۶	۳/۴۵	۱۶/۶۳	<i>P. deltoides 64.55</i>
۴۵/۶۸	۰/۳۵۰	۳/۵۱	۱۵/۹۹	<i>P. deltoides 77.51</i>
۴۶/۸۴	۰/۳۴۵	۳/۴۹	۱۵/۱۶	<i>P. euramericana I-214</i>
۴۳/۶۵	۰/۳۵۶	۳/۶۴	۱۵/۵۴	<i>P. alba 44.9</i>
۴۸/۵۵	۰/۳۳۲	۳/۳۵	۱۶/۱۲	<i>P. alba 58.57</i>
۴۵/۲	۰/۳۳۲	۳/۴۹	۱۵/۴۶	<i>P. ciliata</i>
۴۶/۲	۰/۳۵۰	۳/۷۷	۱۶/۱۷	<i>P. nigra 63.135</i>
۴۵/۵	۰/۳۶۰	۳/۴۶	۱۶/۳۸	<i>P. euramericana vernirubensis</i>
۴۳/۷	۰/۳۶۴	۳/۵۸	۱۵/۹۱	<i>P. euramericana marilandica</i>
۳۸/۴۴	۰/۳۴۱	۳/۳۴	۱۳/۱۱	<i>P. deltoides 72.51</i>
۵۲/۶	۰/۳۱۵	۳/۴۵	۱۶/۵۷	<i>p. trichocarpa</i>
۵۰/۵	۰/۳۱۶	۳/۵۱	۱۵/۹۵	<i>P. alba nivea</i>
۴۶/۵	۰/۳۴۹	۳/۵۳	۱۶/۲۳	<i>P. euramericana triplo</i>
۴۳/۷۹	۰/۳۴۵	۳/۴۷	۱۵/۱۱	<i>P. nigra betulifolia</i>

جدول شماره ۴- گروه‌بندی آزمون دانکن برای MOR

کلن	MOR(Mpa)	گروه بندی دانکن
<i>P. euramericana costanzo</i>	۱۸/۹	A
<i>P. euramericana 561.41</i>	۱۸/۷	A
<i>P. ciliata</i>	۱۷/۱	AB
<i>P. nigra 42.78</i>	۱۶/۶	AB
<i>P. deltoides 72.51</i>	۱۶	B
<i>P. euramericana marilandica</i>	۱۵/۹	B
<i>P. alba 44.9</i>	۱۵/۹	B
<i>P. nigra 63.135</i>	۱۵/۸	B
<i>P. alba nivea</i>	۱۵/۸	B
<i>P. euramericana vernirubensis</i>	۱۵/۸	B
<i>P. alba 58.57</i>	۱۵/۵	B
<i>P. trichocarpa</i>	۱۵/۳	B
<i>P. euramericana betulifolia</i>	۱۵/۲	B
<i>P. euramericana 214</i>	۱۵/۱	B
<i>P. deltoides 6955</i>	۱۴/۹	B
<i>P. euramericana triplo</i>	۱۱/۹۵	C
<i>P. deltoides 77.51</i>	۱۱/۷۵	C

جدول شماره ۵- گروه‌بندی آزمون دانکن برای MOE

کلن	MOE(Mpa)	گروه بندی دانکن
<i>P. euramericana costanzo</i>	۲۲۴۶	A
<i>P. euramericana 561.41</i>	۲۱۶۹	AB
<i>P. ciliata</i>	۲۱۰۵	ABC
<i>p. deltoides 77.51</i>	۲۰۹۹	ABC
<i>P. alba nivea</i>	۱۹۷۸	BCD
<i>P. nigra 42.78</i>	۱۹۲۶	BCD
<i>P. euramericana I- 214</i>	۱۸۹۴	CDE
<i>P. deltoides 69.55</i>	۱۸۷۸	CDE
<i>P. nigra 63.135</i>	۱۸۶۳	CDE
<i>P. euramericana</i>	۱۸۶۰	CDE
<i>P. euramericana bernirubensis</i>	۱۸۴۰	DE
<i>P. trichocarpa</i>	۱۸۱۳	DE
<i>P. alba 58.78</i>	۱۷۹۵	DE
<i>P. euramericana betulifolia</i>	۱۷۹۵	DE
<i>P. eurmericana triplo</i>	۱۶۴۹	EF
<i>P. alba 44.9</i>	۱۶۴۳	EF
<i>P. deltoides 72.51</i>	۱۵۳۳	F

جدول شماره ۶- گروه‌بندی آزمون دانکن برای IB

گروه بندی دانکن	MOR	کلن
A	۰/۵۱۵	P. euramericana 561.41
AB	۰/۴۵۹	P. alba 58.78
AB	۰/۴۵۹	P. trichocarpa
AB	۰/۴۳۶	P. alba nivea
AB	۰/۴۲۷	P. euramericana costanzo
AB	۰/۴۱	P. euramericana betulifolia
AB	۰/۳۸۰	P. euramericana vernirub.
AB	۰/۳۷۰	P. euramericana marilandica
AB	۰/۳۷۰	P. alba 44.9
AB	۰/۳۶۰	P. euramericana I- 214
AB	۰/۳۴۸	P. deltoides 77.51
B	۰/۳۴۷	P. deltoides 69.55
B	۰/۳۲۸	P. nigra 42.78
B	۰/۳۲۶	P. euramericana triplo
B	۰/۳۲۴	P. nigra 63.135
B	۰/۳۲۲	P. deltoides 72.51
B	۰/۳۱۶	P. ciliata

جدول شماره ۷- گروه بندی آزمون دانکن برای واکنشیدگی ضخامت بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب (TS₂)

گروه بندی	(%)T.S2	کلن
A	۷۳/۴	<i>P. detoides 77.51</i>
A	۵۴	<i>P. ciliata</i>
B	۴۴	<i>P. deltoides 77.51</i>
BC	۴۲/۶	<i>P. nigra 63.135</i>
BCD	۴۰/۱	<i>P. euramericana vernirubensis</i>
BCD	۳۹/۲	<i>P. euramericana marilandica</i>
BCD	۳۸/۱	<i>P. euramericana triplo</i>
BCD	۳۷/۹	<i>P. deltoides 64.55</i>
CDE	۳۵	<i>P. nigra 42.78</i>
DE	۳۵	<i>P. euramericana I- 214</i>
DEF	۳۳	<i>P. euramericana costanzo</i>
DEF	۳۱	<i>P. trichocarpa</i>
DEF	۳۱	<i>P. alba58.57</i>
DEF	۳۰/۵	<i>P. alba 44.9</i>
EF	۲۶/۱	<i>P. euramericana 561.41</i>
EF	۲۵/۷	<i>P. alba nivea</i>
F	۲۳/۴	<i>P. nigra betulifolia</i>

جدول شماره ۸ - گروه بندی آزمون دانکن برای واکنشیدگی ضخامت تخته‌ها بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب

گروه بندی	T.S.24 (%)	کلن
A	۷۶/۶	<i>P. ciliata</i>
B	۷۵/۳	<i>P., deltoides 72.51</i>
BC	۷۴/۸	<i>P. euramericana triplo</i>
BCD	۶۰/۷	<i>P. nigra 63.135</i>
BCD	۵۷/۷	<i>P. deltoides 77.51</i>
CDE	۵۷/۹	<i>P. euramericana marilandica</i>
CDE	۵۰/۸	<i>P. deltoides 64.55</i>
CDE	۴۹/۵	<i>P. alba 44.9</i>
DEF	۴۶	<i>P. euramericana I-214</i>
EFG	۴۴/۶	<i>P. trichocarpa</i>
FGH	۴۳/۴	<i>P. euramericana costanzo</i>
FGH	۴۳/۴	<i>P. euramericana vernirubensis</i>
FGH	۴۳/۴	<i>P. euramericana 561.41</i>
FGH	۴۱/۸	<i>P. nigra betulifolia</i>
FG	۴۰/۹	<i>P. alba 58.57</i>
	۳۹/۷۰	<i>P. nigra 42.78</i>
G	۳۸/۲	<i>P. alba nivea</i>

جدول شماره ۹- گروه‌بندی آزمون دانکن برای جذب آب تخته‌های غوطه‌ور شده در آب به مدت ۲ ساعت (SW2)

گروه‌بندی دانکن	W.A.(%)	کلن
A	۶۹/۵	<i>P. deltoides</i> 72.51
A	۶۳/۴	<i>P. ciliata</i>
B	۵۰/۸	<i>P. euramericana triplo</i>
B	۵۰/۶	<i>P. alba</i> 44.9
B	۵۰	<i>P. deltoides</i> 64.55
B	۴۹/۷	<i>P. deltoides</i> 77.51
BC	۴۴/۸	<i>P. nigra</i> 63.135
BC	۴۴	<i>P. nigra</i> 42.78
BC	۴۳/۳	<i>P. euramericana marilandica</i>
BC	۴۳	<i>P. euramericana I-214</i>
BC	۴۰/۷	<i>P. euramericana costanzo</i>
C	۳۸/۳	<i>P. trichocarpa</i>
C	۳۸	<i>P. euramericana</i> 561.41
C	۳۶/۸	<i>P. euramericana vernirubensis</i>
C	۳۶/۳	<i>P. nigra betulifolia</i>
C	۳۵/۶	<i>P. alba</i> 58.57
D	۲۵/۷	<i>P. alba nivea</i>

جدول شماره ۱۰- گروه‌بندی آزمون دانکن برای جذب آب بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب (SW24)

گروه‌بندی دانکن	W.A.(%)	کلن
A	۸۴	<i>P. ciliata</i>
A	۸۲	<i>P. deltoides 72.51</i>
B	۶۷	<i>P. euramericana triplo</i>
BC	۶۵/۶	<i>P. alba 44.9</i>
BCD	۶۳/۶	<i>P. deltoides 69.55</i>
BCD	۶۲/۹	<i>P. deltoides 77.51</i>
BCD	۶۱/۳	<i>P. nigra 63.135</i>
BCDE	۶۰/۶	<i>P. euramericana marilandica</i>
BCDEF	۵۶/۷	<i>P. euramericana I-214</i>
CDEF	۵۵/۵	<i>P. nigra 42.78</i>
CDEF	۵۴/۹	<i>P. trichocarpa</i>
DEF	۵۴/۲	<i>P. euramericana vernirubensis</i>
EFG	۵۱/۴	<i>P. euramericana betulifolia</i>
EFG	۵۱/۱	<i>P. euramericana costanzo</i>
EFG	۵۱/۱	<i>P. alba 58.57</i>
FG	۴۹/۴	<i>P. euramericana 561.41</i>
G	۴۳	<i>P. alba nivea</i>

منابع:

- ۱- پارسا پژوه، د.، ۱۳۶۳. تکنولوژی چوب، انتشارات دانشگاه تهران. شماره ۲۰۱۳.
- ۲- حسین‌زاده، ع.، نوربخش ا.، گلبابائی، ف.، کارگر فردا. و ه. سلیمانی آشتیانی، ۱۳۸۰. ویژگیهای تخته خرده چوب ساخته شده از چوب تولیدی صنوبر در دوره بهره‌برداری کوتاه مدت (چهارساله) در کرج، تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران شماره ۱۴.
- ۳- حسین‌زاده، ع.، نوربخش، ا. و گلبابائی، ف.، ۱۳۷۷. بررسی ویژگیهای تخته خرده چوب ساخته شده از چوب تولیدی صنوبر در دوره بهره‌برداری کوتاه مدت (سه ساله)، تحقیقات چوب و کاغذ، شماره ۷، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.
- ۴- مدیر رحمتی، ع.، ۱۳۷۵. تعیین ارقام مناسب صنوبر در دوره‌های کوتاه مدت، نشریه شماره ۱۵۸، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.
- 5- American Society of Testing and Materials. 1984. D-1037-72a standard methods of evaluating the properties of wood- base fiber and panel materials. ASTM, Philadelphia pa.
- 6- Anderson, L., 1974. Utilization of white-fir- bark and its extract in particleboard. Forest Products Journal vol. 24.No. 7.
- 7- Din Standard, 1990. Flat pressed particleboard for use in building construction no 68763.
- 8- Dix, B., Thole, V., and R. Marutzky, 1999. Poplar and Eucalyptus wood as raw material for wood- based panels. Industrial and uses of fast-grown species. Eurowood Technical Workshop proceedings, Florence, Italy, 31st May- 1st June, 1999, PP.43-102, 14 ref.
- 9- Dost, w. A., 1974. Redwood bark fiber in particleboard For. Prod. Jour. 21 (10): 34-43.
- 10-FAO. 1959. Panneaux de fiber et panneaux de particules, Rome.
- 11- Heebink, B. G;W. F. Lehmann and K. d. Geimer 1974. Factors affecting particleboard pressing time. Interaction with catalyst system USDA. For. Serv. Res. Pap. Fpl-208, For. Prod. Lab. Madison, wisconsin.

- 12- Heebink, B. G. 1974. Particleboard from Logepole pine forests residues. USDA Forest. Servica Res. Pap. FPL. 22 For. Prod. Lab. Madison,
- 13- Hse, C. y. 1975. Properties of Flakeboards from hardwoods growing on southern pine site. For. Prod Jour. 25 (3): 48-55.
- 14- Hua yukun, Zhou Dingguo, Heng zhongli and Lu xiaoning, 1996. The comprehensive utilization of fast growing poplars in wood- based panels industry. Nonjing forestry University nanjing, 210037, P. R. China, Presented at the 20th. Session of the Inter. poplar commission 2, oct . 1996. Budapest.
- 15- Lamore, F. D. 1959. Influence of specific gravity and resin content on properties of particleboard. For. Prod. Jour. 9(4): 131-134.
- 16- Lehmann, W. F., and R. L. Geimer, 1974. Properties of structural particleboards from Douglas- fir forests residues. For. prod. Jour. Vol. 24: No.2.
- 17- Moslemi, A. A. 1974. Particleboard, Vol. 2: Technology, Carbondale Southern Illinois University press.
- 18- Roffael, E., B. Dix, and J. okum. 2000. Use of spruce tannin as a binder in particleboards and MDF, Holz als Roh. Und Werkstoff 58:301-305.
- 19- Roffael, E and W. Rauch, 1974. Extracts of oak and their influence on bonding with alkaline PF resins. Holz als Roh- und Werkstoff 33.
- 20- Roffael, E. and B. Dix . 1994. Influence of the wood properties of some poplar clones on utility. Forestarchiv. 65:2,43-53.
- 21- Rosss, k. D., I. E. Shotlafer and R. K. Shepard 1995. The effect of juvenile wood on the properties of Aspen flakeboard. Technical bulletin, Agr. Exp. Station, No. 152, 17P.
- 22- Sander Toth, 1996. Wood based panels production and poplars utilization in Hungary. Ministry of Agr., Presented at the 20 th session of the IPC 1-4 oct. 1996. Budapest.
- 23- Suchsland. O. and s. Hizioglu, 1993. Linear expansion on surface stability of particleboard. For. Prod. Jour. 43:5,31-40
- 24- Zsolf kovacs, Elemer, and Viktorsz Abadhegyi, 1996. A value added utilization of poplar in Hangary University of Forestry and Wood Sciences, Sopron, Hangary. Presented at the 20 th session of the International Poplar Commission, 1-4 oct. 1996. Budaest.

The suitability of two- year- old poplar clones for production of Particleboard

Hosseinzadeh, A.¹, Nourbakhsh, A.¹, Kargarfard, A.¹, Golbabaie, F.¹, and Nazerian, M.²

Abstract

Decreasing availability of raw material for Iranian wood industries and the need to conserve our limited natural forests initiated research concerning the utilization of fast-growing species in particleboard production. The objective of this study was to investigate the possibility of particleboard production from wood of two- year- old coppices of 17 experimental populus clones grown under intensive culture in the “Alborz Research Center” near Tehran. The furnish contained mixture of stem and branch wood with bark used to make 51 sample boards (3 board from each clone). Modulus of elasticity (MOE), modulus of rupture (MOR), internal bond strength (IB), thickness swelling and water absorption of the specimens were tested.

The results indicate that sample boards made from *Populus euramericana* costanzo and *populus euramericana* 561.41 had significantly the highest MOR and MOE. But there was no significant differences in the internal bonding strength between different clones, while, those sample boards made from *populus nigra betulifolia* and *Populus nigra nivea* showed significantly the lowest percentages of thickness swelling.

The average physical and mechanical properties of the particleboard samples produced from two- year- old coppices of poplar clones compared favourably to boards made from natural grown beech wood. Therefore, using UF resin, particleboard with acceptable quality particleboards can be produced from two- year- old poplar clones.

Key words: particleboard, UF resin, Physical and mechanical properties, two- year- old poplar.

1-Wood and Paper Science Division, Research Institute of Forests and Rangelands, P.O. Box, 13185-116, Tehran, Iran,

E-mail; hosseinzadeh@ rifr-ac.ir

2- Graduate student, University of Tarbiat Modares.