

## ارزیابی ساخت تخته لایه از گونه پالونیا با بهره‌گیری از دو نوع چسب اوره و فنل فرمالدهید

میثم مهدی نیا<sup>۱\*</sup>، تقی طبرسا<sup>۲</sup>، محمد مهدی صادقیان<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه تهران

<sup>۲</sup> دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

<sup>۳</sup> فارغ التحصیل مقطع کارشناسی گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

### چکیده

در سال‌های اخیر صنعت تخته لایه و روکش به علت کمبود گرده بینه‌های با قطر مناسب و همچنین نبود فناوری‌های نوین برای بهره‌گیری از گرده بینه‌های کم قطر در کشور، دارای رشد منفی بوده است. این در حالی است که با افزایش چشمگیر جمعیت و در نتیجه گسترش ساختمان‌سازی بویژه در کلان‌شهرها، تقاضا برای مصرف فرآورده‌های لیگنوسولوزی روز به روز در حال افزایش است. بنابراین به نظر می‌رسد که بهره‌گیری از چوب‌های تولیدی در دوره‌های بهره‌برداری کوتاه مدت (زراعت چوب) برای تأمین ماده اولیه مورد نیاز صنایع یادشده امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد.

بنابراین در این راستا تخته لایه‌هایی از گونه پالونیا ساخته شد و خواص فیزیکی و مکانیکی آن مورد ارزیابی قرار گرفت. برای این منظور ۴ گرده بینه از گونه پالونیا (با طول ۱۲۰ و قطر ۵۵ سانتی‌متر) از جنگل‌های شصت کلاته گرگان تهیه و برای لایه‌گیری به کارخانه کوثر در گنبد منتقل شد. سپس لایه‌های تهیه شده (با ضخامت ۴ میلی‌متر) به آزمایشگاه علوم و صنایع چوب دانشگاه گرگان منتقل شد و تخته لایه‌های مورد نظر برابر استاندارد ۳۲۱۰ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تهیه و آزمایش‌های مربوطه بر روی آنها انجام شد.

نتایج حاصله نشان داد خواص مکانیکی تخته‌های ساخته شده بالاتر از حد استاندارد بوده و در مورد خواص فیزیکی تنها برای نمونه‌های تولید شده با چسب اوره فرمالدهید کمتر از حد مجاز بود که البته این اختلاف معنی‌دار نبود و میتوان آن را در حد استاندارد در نظر گرفت.

**واژه‌های کلیدی:** تخته لایه، کمبود چوب، رشد جمعیت، گونه‌های تند رشد، پالونیا، چسب‌های اوره و فنول فرمالدهید.

## مقدمه

در سال های اخیر صنعت تخته لایه و روکش به علت کمبود گرده بینه های با قطر مناسب و همچنین نبود فناوری های نوین برای بهره گیری از گرده بینه های کم قطر در کشور، دارای رشد منفی بوده است. این در حالی است که با افزایش چشمگیر جمعیت و در نتیجه گسترش ساختمان سازی ویژه در کلان شهرها، تقاضا برای مصرف فرآورده های لیگنوسولوزی روز به روز در حال افزایش است. بنابراین به نظر می رسد که بهره گیری از چوب های تولیدی در دوره های بهره برداری کوتاه مدت (زراعت چوب) برای تأمین ماده اولیه مورد نیاز صنایع فوق امری پرهیز ناپذیر می باشد. در این راستا گونه های تند رشد مانند صنوبرها، اکالیپتوس و پالونیا به لحاظ نشان دادن توان تولید حجم زیاد چوب در واحد سطح در کمترین زمان ممکن مورد توجه محققان در بیشتر کشورهای جهان قرار گرفته است. ما با تحقیق بر روی پالونیا و استفاده از تجربه های دیگر کشورها قادر خواهیم بود در مدت کوتاهی در اراضی غیر جنگلی، چوبی با کیفیت مناسب برای مصرف صنایع تولید و کمبود چوب صنایع را برطرف نماییم. با توجه به این که قسمت اعظم کشور ما در نواحی بیابانی قرار گرفته و با توجه به کمبود چوبی که امروزه در صنایع چوب داریم ضرورت بهره گیری از درختان تند رشد که در کوتاه مدت بازدهی خوبی داشته باشند ضروری به نظر می رسد. پالونیا از درختان تند رشد است که پس از ۵ الی ۶ سال می توان از آن در صنایع بهره برداری کرد. رشد قطری آن به طور میانگین ۵ تا ۹ سانتی متر و رشد حجمی آن ۰/۵ تا ۰/۶ متر مکعب در سال برآورد می شود(۱).

اگر چه رویشگاه طبیعی این درخت کشور چین است، اما این کشور نیز از فعالیت های گسترده جنگلکاری غافل نبوده است. به طوری که تا سال ۱۹۸۵ سطحی برابر با ۱/۳ میلیون هکتار با روش کشاورزی در جنگل اقدام به جنگل داری کرده است و در این کشور در زمینه جنگلداری اولویت با طرح هایی است که در مورد پالونیا باشد(۲). البته در ایران نیز از چندین سال پیش توجه زیادی به کاشت گونه های تند رشد به ویژه صنوبر و

پالونیا شده است (۳). در کل گونه هایی برای صنعت تخته لایه مناسب می باشند که جرم ویژه سبک، متوسط یا نیمه سنگین داشته باشند و از نظر ظاهری راست تار، استوانه ای شکل، بدون انحنای بدون برون مغزی، بدون گره، شکاف و گردگسیختگی باشند. به طور کلی گونه های مورد بهره گیری این صنعت دامنه گسترده ای را در بر گرفته که در هر ناحیه از جهان بسته به صنایع چوبی آن منطقه متفاوت می باشد، ولی در مجموع گونه های سوزنی برگ بیش از پهن برگ مورد بهره برداری قرار می گیرند. در ایران به علت وجود گونه های پهن برگ در جنگل های شمال بیشتر از گونه های راش، توسکا، افرا، ممرز، نمدار، ملج و بلوط و غیره بهره برداری می شود، ولی در سال های اخیر بهره برداری از گونه های مختلف صنوبر در ساخت تخته لایه متداول شده است که با توجه به دوره های بهره برداری کوتاه مدت (زراعت چوب) این گونه، برای تأمین ماده اولیه مورد صنایع یاد شده امری پرهیز ناپذیر می باشد (۴). در مورد بهره گیری از گونه پالونیا در صنعت چوب بررسی های زیادی صورت گرفته است. نوربخش و همکاران (۱۳۸۸) امکان ساخت تخته خرده چوب از چوب پالونیا (به صورت ترکیب با خرده چوب های صنعتی) را مورد بررسی قرار دادند و بیان کردند که با افزایش میزان چوب پالونیا چسبندگی درونی و مقاومت خمشی افزایش و میزان واکنشیدگی و جذب آب تخته کاهش می یابد. اثر بهبود دهندگی گونه پالونیا در ساخت تخته خرده چوب از اکالیپتوس توسط طبرسا و فارسی (۱۳۸۵) و طبرسا و همکاران (۱۳۸۹) نیز مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که مقاومت خمشی، مدول کشسانی و چسبندگی داخلی تخته های ساخته شده با ترکیب ۴۰ درصد پالونیا و ۶۰ درصد اکالیپتوس نسبت به دیگر تیمارها بالاتر بودند. همچنین واکنشیدگی ضخامتی تخته های ساخته شده با مصرف ۴۰ درصد پالونیا کمتر از دیگر تخته ها بود. بر پایه نتایج این بررسی می توان پیشنهاد نمود که جنگلکاری های اکالیپتوس منابع تولید چوب مناسبی برای صنعت تخته خرده چوب می باشند در صورتی که بتوان از چوب های سبک مانند پالونیا به عنوان بهبود دهنده کمک گرفت.

جنگل‌های شصت کلاته واقع در گرگان بریده شد، سپس گرده بینه‌ها به کارخانه‌ی جعبه‌سازی کوثر در گنبد منتقل شد و پس از رسیدن به شرایط تعادل با محیط (گرده بینه‌های پالونیا رطوبت بسیار بالایی داشته و به مدت چند هفته به علت نرمی زیاد در دستگاه لایه‌گیر به درستی تثبیت نمی‌شد) با روش لوله‌بری، گرده بینه‌ها تبدیل به لایه‌هایی با ضخامت ۴ میلی‌متر شد. سپس لایه‌ها در قطعه‌هایی به ابعاد ۵۰×۵۰ سانتیمتر بریده شد و برای ساخت تخته‌های آزمایشی به دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شد تا امکان تولید تخته لایه از آن مورد بررسی قرار گیرد.

#### تهیه چسب

چسب مورد نیاز برای این بررسی که شامل چسب اوره فرمالدهید (با مقدار مواد جامد ۶۴ درصد) و چسب فنول فرمالدهید (با مقدار مواد جامد ۵۹ درصد) بود از کارخانه شموشک گرگان تهیه شد. میزان چسب مورد استفاده ۱۵۰ گرم برای هر متر مربع لایه (یک طرفه) در نظر گرفته شد. همچنین برای بالا بردن غلظت چسب و افزایش مقدار آن در سطح اتصال میزان ۲۰ درصد وزن خشک چسب آرد گندم به محلول چسب (اوره و فنول فرمالدهید) افزوده شد. برای چسب اوره فرمالدهید یک درصد وزن خشک چسب نیز هاردنر به آن اضافه شد.

#### ساخت تخته‌های آزمایشگاهی

**خشک کردن و آماده سازی لایه‌ها:** به علت بالا بودن میزان رطوبت لایه‌ها و احتمال پوسیدگی در آغاز لایه‌ها را بروی دستک‌هایی قرار داده تا در هوای آزاد خشک شوند. سپس با توجه به اینکه برای ساخت تخته لایه باید رطوبت لایه‌ها ۴-۶ درصد باشد لایه‌ها درون اتو با دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند.

**چسب زنی و مونتاژ لایه‌ها:** پس از اینکه لایه‌ها به رطوبت ۴ درصد رسیدند با استفاده از قلم مو به صورت یکنواخت به چسب (اوره فرمالدهید و فنول فرمالدهید) آغشته شدند. میزان چسب برای لایه‌ها ۱۵۰ گرم در هر

نوربخش و عشوری (سال ۱۳۸۸) در بررسی گونه پالونیا به عنوان ماده‌ای اولیه برای صنعت کاغذ در ایران به این نتیجه رسیدند که این گونه دارای ۸۱/۲٪ هلوسلولز، ۵۲/۶٪ آلفا سلولز، ۲۴/۶٪ لیگنین و یک درصد مواد استخراجی می‌باشد. همچنین طول و عرض الیاف، عرض دریچه لامن و ضخامت دیواره سلولی به ترتیب ۱۰۰۲، ۳۵/۴۴، ۲۶/۴۹، و ۶/۴۷ میکرومتر می‌باشد. طول کوتاه و دیواره سلولی نازک این گونه در تولید کاغذهای با چگالی بالا، که مقاومت به پارگی پایین ولی مقاومت به ترکیدگی و کشش بالا دارند مفید است.

Akyildiz و همکاران (سال ۲۰۱۰) در بررسی برخی از خواص فنی گونه پالونیا به این نتیجه رسیدند که خواص فیزیکی شامل چگالی خشک (خشک شده در هوای آزاد و آون)، چگالی پایه به ترتیب ۰/۳۱۷، ۰/۲۹۴، ۰/۲۷۲ و واکنشیدگی، همکشیدگی به ترتیب ۷/۷۸ و ۸/۴۱٪ و همچنین ضریب هدایت گرمایی (خشک شده در هوای آزاد و آون) برای جهات مماسی و شعاعی و طولی به ترتیب ۰/۰۸۹، ۰/۰۹۰ و ۰/۱۳۳ kcal/mh<sup>۰</sup>c می‌باشد. خواص مکانیکی نیز شامل مقاومت خمشی، مدول کشسانی، مقاومت فشاری موازی با الیاف و مقاومت چسبندگی به ترتیب ۴۳/۵۶، ۴۲۸۱/۳۲، ۲۵/۵۵ و ۱۹/۷ مگاپاسکال می‌باشد. با توجه به این خواص می‌توان گفت که چوب پالونیا بهره‌گیری گسترده‌ای همچون خانه سازی، مبلمان و خمیر و کاغذ دارد.

عدالت و همکاران (۱۳۸۷) فشرده سازی چوب پالونیا را در پرس گرم مورد بررسی قرار دادند. برای فشرده نمودن گونه پالونیا دمای ۱۳۰ درجه سلسیوس و میزان فشردگی ۵۰ درصد را برای بهبود خواص مکانیکی پیشنهاد نمودند. هدف از اجرای این تحقیق نیز بررسی امکان ساخت تخته لائی از گونه پالونیا با بهره‌گیری از دو نوع چسب اوره و فنول فرمالدهید می‌باشد.

#### مواد و روش‌ها

##### تهیه ماده چوبی

برای انجام این تحقیق ۴ گرده بینه پالونیا از درختان ۱۶ ساله با طول ۱۲۰ سانتی متر و قطر ۵۵ سانتی متر از

آزمایش اندازه‌گیری میزان واکنش‌پذیری ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت برای انجام این آزمون، در آغاز وسط نمونه‌ها (با ابعاد ۵۰×۵۰ میلی متر) علامت گذاری شد، تا در طی زمان آزمایش از این نقطه علامت گذاری شده استفاده شود. ضخامت نمونه‌ها، پیش از غوطه‌وری در آب با یک میکرومتر با دقت ۰/۰۱ میلی متر اندازه‌گیری شد، سپس نمونه‌ها در آب به صورت افقی و به عمق ۲ سانتی متر از سطح آب به حالت غوطه‌ور قرار گرفتند. برای حفظ غوطه‌وری نمونه‌ها از توری نازک فلزی که به صورت درپوش بر روی نمونه‌ها قرار می‌گرفت، استفاده شد.

در نهایت داده‌های بدست آمده با استفاده از آزمون تست یک نمونه‌ای t (One sample T test) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و سپس با میزان ذکر شده در استاندارد مورد مقایسه قرار گرفت.

### نتایج و بحث

میانگین خواص مکانیکی و فیزیکی تخته‌های ساخته شده از گونه پالونیا در جدول ۱ نشان داده شده است. میزان مقاومت خمشی تخته‌های تولید شده، با استفاده از آزمون تست یک نمونه‌ای t (One sample T test) با مقدار ذکر شده در استاندارد مورد مقایسه قرار گرفت و نتایج نشان داد که میانگین مقاومت خمشی نمونه‌های تولید شده با چسب اوره فرمالدهید و فنول فرمالدهید بیش از ۶۰ مگا پاسکال (کمینه مقدار مقاومت خمشی ذکر شده در استاندارد) می‌باشد (نمودار ۱).

میزان مقاومت خط چسب نمونه‌های تولید شده نیز با استفاده از آزمون تست یک نمونه‌ای t (One sample T test) با میزان ذکر شده در استاندارد مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که میانگین مقاومت خط چسب نمونه‌های تولید شده با چسب اوره فرمالدهید و فنول فرمالدهید بیش از یک مگا پاسکال (کمینه مقدار مقاومت خط چسب ذکر شده در استاندارد) می‌باشد (نمودار ۲).

متر مربع (خط چسب یک طرفه) در نظر گرفته شد. عمل مونتاژ یا جور کردن لایه‌ها نیز به صورت چشمی انجام شد و تعداد ۳ لایه (تخته سه لا) و به صورت متقاطع بر روی یکدیگر قرار گرفتند و سپس وارد پرس (با دمای ۱۶۰ درجه سلسیوس و فشار پرس ۳۵ بار و زمان پرس سرد ۴ و پرس گرم ۶ دقیقه) شدند. تخته‌های ساخته شده با فنل پس از پرس گرم، برای تکمیل فرایند پلیمریزاسیون چسب به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۹۰ درجه سلسیوس تیمار گرمایی شدند و پس از عمل پرس جهت به تعادل رسیدن رطوبت تخته‌ها با رطوبت محیط، تخته‌ها به مدت یک هفته در اتاق کلیما (با رطوبت نسبی ۶۵ درصد و دمای ۲۰ درجه سلسیوس) قرار گرفتند.

برای انجام آزمایش‌های مربوطه، تخته‌ها در آغاز کناره‌بری شدند و سپس برابر با استاندارد موسسه تحقیقات صنعتی ایران نمونه‌های مورد نیاز برای انجام هر یک از آزمایش‌های مورد نظر (مقاومت خمشی تخته لایه برابر استاندارد ۳۲۱۰، مقاومت برشی در محل اتصال چسب مطابق استاندارد ۲۳۳۵، در صد جذب آب برابر استاندارد ۲۴۸۸ و در صد واکنش‌پذیری ضخامت برابر استاندارد ۲۴۸۹) تهیه و آزمایش شدند.

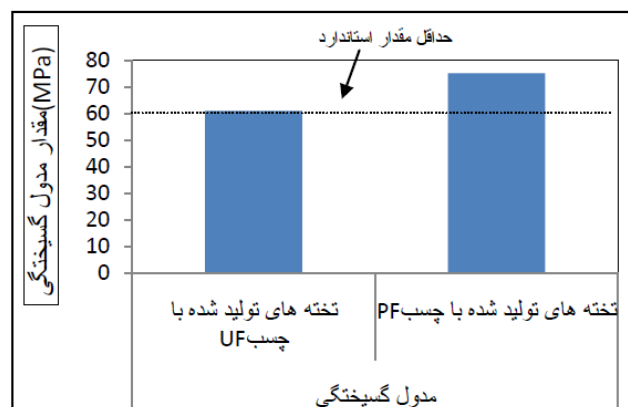
### آزمایش‌های فیزیکی و مکانیکی تخته لایه

برای تعیین خواص مکانیکی از دستگاه آزمایشگر SCHENK موجود در آزمایشگاه گروه صنایع چوب دانشگاه گرگان استفاده شد. برای تعیین این مقاومت از استاندارد شماره ۳۲۱۰ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران استفاده شد.

همچنین مهم‌ترین آزمون تخته لایه آزمون خط چسب می‌باشد که برای انجام این آزمون نمونه‌هایی شکاف دار مطابق با استاندارد شماره ۲۳۳۵ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تهیه و با استفاده از دستگاه آزمایشگر SCHENK تحت بار کششی قرار گرفت.

جدول ۱- میانگین خواص مکانیکی و فیزیکی تخته های ساخته شده از گونه پالونیا

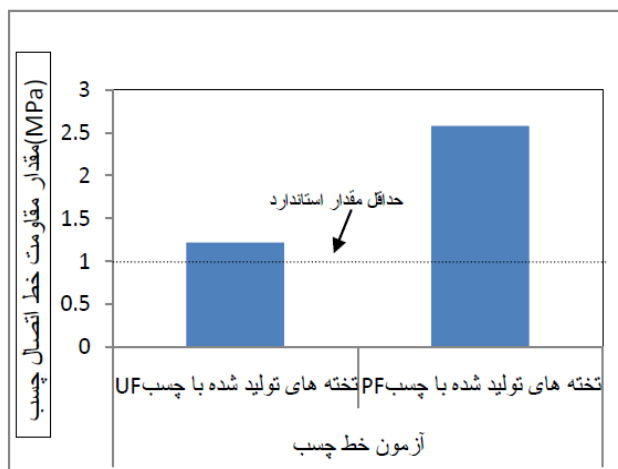
چسب فنول فرمالدئید				چسب اوره فرمالدئید			
واکسیدگی پس از ۲۴ ساعت (%)	واکسیدگی پس از ۲ ساعت (%)	آزمون خط چسب (Mpa)	مدول گسیختگی (Mpa)	واکسیدگی پس از ۲۴ ساعت (%)	واکسیدگی پس از ۲ ساعت (%)	آزمون خط چسب (Mpa)	مدول گسیختگی (Mpa)
۷/۸۲	۳/۲۹	۲/۵۷۸	۷۵/۰۱	۱۱/۴	۵/۶۵	۱/۲۲۱	۶۱/۰۴۷



نمودار ۱- میزان مقاومت خمشی

توجه به اینکه مقاومت های مکانیکی نیز ارتباط مستقیم با چگالی دارند، در نتیجه همزمان با افزایش چگالی مقاومت های مکانیکی نیز افزایش می یابد. به علاوه هر چه ضریب فشردگی بالاتر باشد لایه ها بیشتر فشرده شده و در نتیجه میزان خلل و فرج موجود در تخته کاهش یافته، در نتیجه چگالی تخته افزایش یافته که در نهایت موجب افزایش مقاومت های مکانیکی تخته می شود (۱۶). البته محققان دیگر همچون KHalezade (۲۰۰۱) و Heebik و Lehmann (۱۹۹۷) نیز در تحقیقات خود بر روی تأثیر مثبت گونه های سبک در ساخت تخته خرده چوب و تخته تراشه (flakeboard) افزایش مقاومت های مکانیکی را در اثر بهره گیری از گونه های سبک تأیید می کنند (۱۳ و ۱۴).

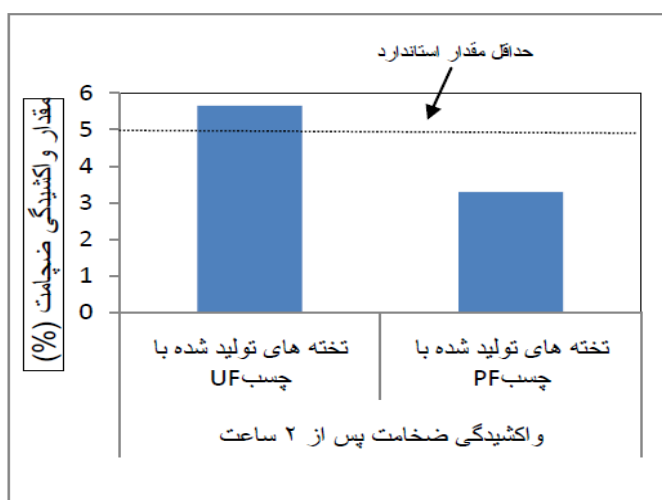
با توجه به نتایج بالا مقاومت خمشی و مقاومت خط چسب نمونه های ساخته شده با چسب اوره فرمالدهید در حد استاندارد می باشد ولی نمونه های ساخته شده با چسب فنول فرمالدهید به طور قابل ملاحظه ای بالاتر از حد استاندارد می باشد. Yu-jung kim و همکاران نیز در بررسی قابلیت بهره گیری از گونه های تند رشد همچون صنوبر در تولید تخته لایه، علت افزایش مقاومت های تخته لایه حاصل از گونه های سبک و تند رشد نسبت به میزان استاندارد را مربوط به چگالی گونه استفاده شده می دانند. به علت سبکی و در نتیجه ضریب فشردگی بالای چوب پالونیا، بر اثر فشار پرس کاهش حجم لایه ها نسبت به لایه های حاصل از گونه های سنگین بیشتر بوده و در نتیجه چگالی افزایش می یابد. با



نمودار ۲- میزان مقاومت خط چسب

ساخته شده با چسب اوره فرمالدهید به ترتیب بیشتر از ۵ (کمینه میزان واكشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه وری در آب ذکر شده در استاندارد) و ۱۰ درصد (کمینه میزان واكشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه وری در آب ذکر شده در استاندارد) می باشد (نمودار ۳ و ۴).

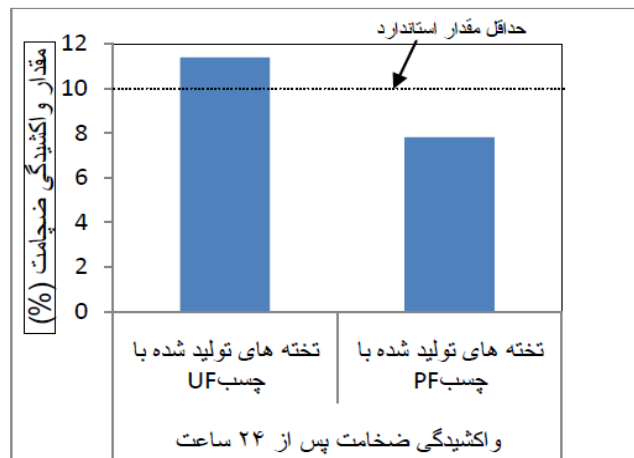
همچنین واكشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه وری در آب نمونه های تولید شده، با استفاده از آزمون تست یک نمونه ای t (One sample T test) با مقدار ذکر شده در استاندارد مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج حاصل از این مقایسه نشان داد که میانگین واكشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت تخته های



نمودار ۳- میزان واكشیدگی پس از ۲ ساعت غوطه وری در آب

ناشی از برگشت دیواره ها در سطوح بالاتر فشردگی بیشتر است. عدالت و همکاران نیز در بررسی خود بر روی پالونیا به این نتیجه رسیدند که در اثر فشردن چوب پالونیا میزان ماده چوبی در واحد حجم افزایش می یابد، که این امر خود موجب بالا رفتن توان جذب آب و در نهایت واكشیدگی بیشتر می شود (۸).

واكشیدگی ضخامتی نمونه های ساخته شده با چسب اوره فرمالدهید با وجود اینکه مقداری بالاتر از حد استاندارد می باشد ولی این اختلاف از نظر آماری معنی دار نمی باشد. ولی علت این اختلاف را اینگونه می توان توجیه کرد که درصد فشردگی های بالاتر، به علت جرم بیشتر در واحد حجم توان بیشتری برای جذب رطوبت و واكشیدگی ضخامت خواهند داشت. همچنین نیروهای



نمودار ۴- میزان واكشیدگی بعد از ۲۴ ساعت غوطه وری در آب

### نتیجه گیری

نتایج به دست آمده در این بررسی تأیید می کند که خواص مکانیکی تخته لایه تولید شده از لایه های گونه پالونیا (هم با چسب اوره و هم فنول فرمالدهید) و همچنین خواص فیزیکی تخته لایه تولید شده با چسب فنول فرمالدهید بالاتر از حد استاندارد می باشد. ولی خواص فیزیکی تخته های تولید شده با چسب اوره فرمالدهید پایین تر از حد استاندارد می باشد، که البته این اختلاف از نظر آماری معنی دار نبود. بعلاوه با توجه به تند رشد بودن گونه پالونیا و در نتیجه ارزان بودن لایه های حاصل از آن تولید تخته لایه از این گونه منطقی می باشد، همچنین در مواردی که نیاز به تخته های با مقاومت بالا و همچنین مصرف بیرونی است می توان از تخته های تولید شده با چسب فنول فرمالدهید البته تولید شده با قیمت مناسب استفاده نمود.

در مقابل واكشیدگی ضخامتی نمونه های ساخته شده با چسب فنول فرمالدهید در مقایسه با نمونه های تولید شده با گونه های رایج در صنعت تخته لایه همچون راش و توسکا اندکی بیشتر است. که علت آن را می توان همان درصد فشردگی بالاتر گونه پالونیا و در نتیجه افزایش جرم در واحد حجم و افزایش توان جذب رطوبت دانست. ولی با این حال در مقایسه با استاندارد، کمتر می باشد. Jinwu-wang و همکاران علت بالا بودن مقاومت های مکانیکی و جذب آب چسب فنول فرمالدهید را تشکیل شبکه ای از اتصال های عرضی هیدروژنی می دانند. در این اتصال های اتر با فنول واکنش داده و موجب تشکیل پل های فنوکسی می شود. البته هنگامی که منابع کربونیل و متیل در چسب فنول عمل آمده دیده شود احتمال وجود پل های اتری وجود دارد. در نهایت این اتصال ها موجب افزایش مقاومت مکانیکی و فیزیکی این رزین و فرآورده های ساخته شده از آن می شود (۱۵).

## منابع

- ۱- امید، ۱۳۷۸. بررسی تأثیر فاصله کاشت بر خصوصیات آناتومیک چوب پالونیا، پروژه کارشناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۴۵ صفحه
- ۲- سجودی، م. حسن عباس، ن. ۱۳۶۶، پالونیا درخت شگفت انگیز چین، فصلنامه علمی، اجتماعی، اقتصادی جنگل و مرتع (۵): ۲۰-۱۵
- ۳- اوتادی، ف. ۱۳۷۹، بررسی میزان رشد و خصوصیات چوب پالونیا، مرکز تحقیقات شرکت صنایع چوب و کاغذ مازندران
- ۴- حسینی، ض. افرا، ۱۳۸۴. بررسی مشخصات الیاف و ترکیبات شیمیایی پالونیا در منطقه گرگان، مجله منابع طبیعی ایران (۴): ۸۷۷-۸۷۱
- ۵- طبرسات، فارسی، م. ۱۳۸۵. بررسی اثر بهبود دهندگی گونه پالونیا در ساخت تخته خرده چوب از اکالیپتوس. مجله پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران (۵۹): ۲۳۶-۲۲۵
- ۶- اسدی، م. چمنی گلزار، ع. ۱۳۶۸. مطالعه مهمترین ویژگی های فیزیکی و مکانیکی تخته لایه های تولید شده در ایران. پروژه کارشناسی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران. ۱۱۰ صفحه
- ۷- نوریخس، ا. کارگرفرد، ا. گل بابایی، ف. ۱۳۸۸. بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب ساخته شده از چوب پالونیا. مجله پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران (۲۴): ۱۵-۲۵
- ۸- عدالت، ح. طبرسات، رئیس، م. ۱۳۸۷. فشرده سازی چوب پالونیا با استفاده از پرس گرم. دو فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران (۲۳): ۱۴۸-۱۳۶
- 9- Ashori, A., Nourbakhsh, A. 2009. Studies on Iranian cultivated paulownia - A potential source of fibrous raw material for paper industry. *European Journal of Wood and Wood Products* (67). 323-327 pages
- 10- Akyildiz, M.H., Kol, H.S. 2010. Some technological properties and uses of paulownia (*paulownia tomentosa* steud) wood. *Journal Of Environmental Biology* (31). 351-355 pages
- 11- Kaygin, B., Guanduz, G., Aydemir, D. 2009. The effect of mass loss mechanic properties of heat-treated paulownia wood. *Wood Research* (2009). 101-108 Pages
- 12- Kaygin, B., Guanduz, G., Aydemir, D. 2009. Some physical of heat-treated paulownia (*paulownia elongata*) wood. *Drying Technology* (2009). 89-93 Pages
- 13- Khaledzade, H. 2001. Investigation on physical and mechanical properties of particleboard from *Cameldolensis Eucalyptus* and poplar. MSC thesis. Azad university, Tehran science and research unit
- 14- Heebink, B. G; W. F. Lehmann and K. d. Geimer. 1974. Factors affecting articleboard pressing time. Interaction with catalyst system USDA. For. Serv. Res. Pap. Fpl-208, For. Prod. Lab. Madison, wisconsin.
- 15- Wang, J; G. Laborie, M and P. Wolcott, M. 2009. Kinetic analysis of phenol-formaldehyde bonded wood joints with dynamical mechanical analysis. *Thermochimica Acta* (491): 58-62
- 16- Yu- jung, K; Motoaki, O and Yokota, T. 1998. Study on sheet material made from Zephyr strands V: properties of Zephyr board and Zephyr strand lumber using veneer of fast-growing species such as poplar. *The Japan Wood Research Society* (44): 438- 443



## **Investigation the Plywood Manufacturing of Paulownia (*paulownia tomentosa*) with Urea and Phenol Formaldehyde Adhesives**

**Meysam Mehdinia<sup>\*1</sup>, Taghi Tabarsa<sup>2</sup>, Mohammad Mehdi Sadeghian<sup>3</sup>**

### **Abstract**

In recent years, the plywood and veneer industry of Iran has undergone negative growth due to shortage of proper diameter logs and also lack of innovative technologies for the use of low-diameter logs; Moreover, demands for lignocelluloses products has been growing as a consequence of significant increase in population and expansion of construction Industry, especially in major cities. Hence, it is necessary to cultivate fast-growing species. For this purpose four logs of paulownia (120 cm length and 55 cm diameter) were prepared from the Gorgan shast Kalate forests and then transported to Kosar factory in order to prepare veneers. Produced layers were transferred to the wood laboratory of Gorgan university. Then plywood was manufactured from paulownia species on the basis of the standard 3210 of ISIRI (Institute of Standards and Industrial Researches of Iran) and common tests of plywood were made. The results showed that the mechanical properties of manufactured boards were upper than with standards defined by ISIRI and the physical properties of those manufactured with urea formaldehyde glue were lower than standards which can be considered as negative properties; Albeit, they were not significant and can be disregarded.

**Keywords:** plywood, lack of wood, population growth, pautonia, paulownia, Urea and Phenol formaldehyde

---

\* Corresponding author: Email: meysammehdunia@gmail.com