

بررسی امکان تولید تخته خرده چوب از چوب تاغ و کاه گندم

محققان:

ابوالفضل کارگر فرد، عبدالرحمن حسین زاده، امیر نوربخش و علی فتح‌الله‌زاده^۱

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

صندوق پستی ۱۱۶-۱۳۱۸۵ تهران، ایران

kargarfard@rifr-ac.org

چکیده

در راستای توسعه صنعت تخته خرده چوب و افزایش تولید این محصول از دو ماده لیگنوسلولزی چوب تاغ حاصل از هرس این گونه و کاه گندم با درصد ترکیبهای مختلف شامل ۴ تیمار (۱۰۰ درصد چوب تاغ، ۷۵ درصد چوب تاغ و ۲۵ درصد کاه گندم، ۵۰ درصد چوب تاغ و ۵۰ درصد کاه گندم و ۲۵ درصد چوب تاغ و ۷۵ درصد کاه گندم) تخته‌های آزمایشگاهی ساخته شده و تأثیر ترکیب آنها بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌های ساخته شده مورد ارزیابی قرار گرفتند که نتایج بدست آمده از این بررسی به شرح ذیل می‌باشد:

نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقاومت خمشی (MOR) تخته‌های ساخته شده با ترکیبهای مختلف چوب تاغ و کاه گندم نشان می‌دهد که بین تیمارهای مختلف از نظر آماری هیچگونه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ولی افزایش مقدار کاه گندم در ترکیب ماده چوبی مورد مصرف به مقدار کمی باعث بهبود مقاومت خمشی (MOR) گردید این امر می‌تواند ناشی از بالا رفتن ضریب فشردگی تخته خرده چوب و بهبود نسبی کیفیت سطح تخته بواسطه مصرف یک ماده لیگنوسلولزی حجیم باشد. همچنین نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری میانگین‌های حاصل از اندازه‌گیری مدول الاستیسیته (MOE) حاکی از عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده نشان داد که بین تیمارهای مختلف، اختلاف معنی‌داری وجود دارد و حداکثر مقاومت چسبندگی داخلی (IB) در تیماری که از ترکیب ۱۰۰ درصد چوب تاغ استفاده شده است، حاصل گردید افزایش مقدار کاه گندم در ماده لیگنوسلولزی مصرفی باعث گردید که از مقاومت چسبندگی داخلی کاسته شود به طوری که در تیماری که از ۲۵ درصد چوب تاغ و ۷۵ درصد کاه گندم استفاده شد این مقاومت (IB) به حداقل خود رسید.

همچنین میانگین بدست آمده از آزمایشات واکشیدگی ضخامتی ۲ و ۲۴ ساعت، مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مشخص گردید که بین تیمارهای اعمال شده در سطح اعتماد ۹۵ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد به طوری که حداقل واکشیدگی ضخامتی ۲ و ۲۴ ساعت در تیماری که از ۱۰۰ درصد چوب تاغ استفاده شده است حاصل گردید که این حداقل مقدار واکشیدگی با حداکثر مقاومت چسبندگی داخلی حاصل از تخته‌های ساخته شده با شرایط این تیمار هماهنگی داشت و به تبع آن در تیماری که از کاه گندم به مقدار ۷۵ درصد استفاده شد حداکثر واکشیدگی

ضخامتی ۲ و ۲۴ ساعت حاصل گردید. نتایج این بررسی نشان داد که گناه گندم مکمل مناسبی برای ترکیب با ماده چوبی تاغ برای ساخت تخته خرده چوب نمی باشد و ضروری است تحقیقات تکمیلی برای انتخاب ماده لیگنوسلولزی مناسب انجام پذیرد.

واژه‌های کلیدی : تخته خرده چوب، چوب تاغ، گناه گندم، مقاومت خمشی، مقاومت چسبندگی داخلی.

مقدمه

در حال حاضر با توجه به رشد روزافزون مصرف چوب و فرآورده‌های حاصل از آن، منابع جنگلی و چوبهای استحصالی از این منابع بیش از پیش از اهمیت اقتصادی برخوردار شده‌اند. این اهمیت در کشورهای در حال توسعه به ویژه کشورهایی که دارای منابع جنگلی محدود هستند بیشتر خود را نشان می‌دهد. افزایش تقاضا برای چوبهای صنعتی به منظور مصرف در سازه‌های مهندسی و همچنین صنایع خمیر و کاغذ که نیاز به ماده چوبی با کیفیت نسبتاً بالا دارند، باعث گردیده است که نیاز به ماده چوبی در صنعت اوراق فشرده چوبی به ویژه تخته خرده چوب در چند سال اخیر مورد توجه مسئولین و محققان قرار گیرد. این موضوع نه تنها در کشورهای در حال توسعه بلکه حتی در کشورهایی مانند کانادا که دارای منابع عظیم جنگلی هستند نیز اهمیت یافته است.

به دلیل اینکه صنعت تخته خرده چوب قادر است طیف وسیعی از مواد لیگنوسلولزی چوبی و غیرچوبی را مورد تغذیه و مصرف قرار دهد، تحقیقات وسیعی در این صنعت در ساخت تخته خرده چوب به صورت خالص و یا به صورت مکمل با مواد لیگنوسلولزی جنگلی صورت گرفته است. در ایران نیز از ضایعات حاصل از هرس درختان پسته اقدام به تولید این نوع محصول شده است. در این راستا شناسایی منابع لیگنوسلولزی جدید و بررسی امکان استفاده از این منابع به منظور تغذیه واحدهای تولید تخته خرده چوب از اولویت خاصی برخوردار است که این تحقیق بر این مبنا انجام شده است.

وجود مناطق وسیعی در حاشیه کویرهای ایران که در طی ۳۰ سال گذشته تاغ‌کاری شده است و یکی از راههای حفظ این تاغزارها و جلوگیری از پژمردگی و از بین رفتن آنها، انجام عمل هرس و جوان کردن آنها می‌باشد، ماده لیگنوسلولزی عظیمی را به صورت بالقوه در اختیار صنعت تخته خرده چوب قرار داده است. از سوی دیگر با توجه به سوابق تحقیقاتی و بررسی‌های انجام شده در این زمینه و خصوصیات آناتومیکی و فیزیکی چوب تاغ به ویژه جرم مخصوص بالای آن، استفاده از یک ماده لیگنوسلولزی با جرم مخصوص کم مانند صنوبر، باگاس و یا کاه گندم به صورت مکمل الزامی است. در این بررسی دو ماده لیگنوسلولزی چوب تاغ و کاه گندم به عنوان ماده چوبی اولیه برای ساخت تخته انتخاب گردیده است ولی هدف اصلی این تحقیق در وهله اول امکان دستیابی به شرایطی است که بتوان به نوعی از چوب تاغ در ساخت تخته خرده چوب استفاده نمود. ولی در مجموع می‌توان هدف از انجام این تحقیق را معرفی مواد لیگنوسلولزی غیرجنگلی برای مصرف در ساخت تخته خرده چوب و ارائه خصوصیات فیزیکی و مکانیکی تخته‌های ساخته شده از این مواد عنوان کرد.

تاغها، پراکندگی و اهمیت آنها

بررسی‌های اخیر نشان داده است که چوب تاغ علاوه بر جرم ویژه بالا، دارای مواد استخراجی نسبتاً زیاد و طول الیاف کوتاه می‌باشد، این موضوع مشکلاتی را در کاربرد چوب تاغ بوجود آورده است و زمینه‌های مصرف آن را محدود کرده است. بدین ترتیب کاربرد چوب تاغ در صنایعی که چوب را در ابعاد کوچک مانند خرده چوب استفاده می‌کنند

حائز اهمیت می‌باشد. در این مورد صنایع تخته‌خرده چوب به دلیل مصرف طیف وسیعی از مواد اولیه به ویژه منابع لیگنوسلولزی غیرجنگلی انعطاف زیادی داشته و باید مورد توجه قرار گیرند.

در مورد تأثیر نوع و دانسیته گونه چوبی و ضخامت خرده چوبهای مورد استفاده در ساخت تخته خرده چوب مطالعات گسترده‌ای در نقاط مختلف جهان صورت گرفته است، نتایج این بررسی‌ها نشان می‌دهد که کاهش دانسیته ماده اولیه سبب افزایش مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته و بهبود پایداری ابعاد آن می‌گردد. نتایج مشابهی نیز در مورد تأثیر کاهش ضخامت خرده چوب بر خواص تخته خرده چوب گزارش شده است. در شرایطی که ماده اولیه مصرفی از چند گونه چوبی تشکیل شود، کاهش میانگین دانسیته ماده اولیه اثر مطلوبی بر کلیه خواص کاربردی تخته خرده چوب می‌گذارد. بدین ترتیب لازم است جهت کاهش میانگین دانسیته ماده اولیه، همراه با چوبهای سنگین از گونه‌های سبک استفاده گردد. در این بیان چوب تاغ در زمره چوبهای سنگین به شمار می‌آید. به طوری که چوب تاغ از لحاظ دوام طبیعی قابل مقایسه با چوبهای بادوامی مانند ااقیا می‌باشد که بدون تیمار می‌تواند دوام زیادی داشته باشند. همچنین از چوب تاغ به علت وجود مواد معدنی فراوان می‌توان برای تولید چوب-سیمان استفاده نمود ولی چوب تاغ به علت کج و معوج و نازک بودن برای کارهای ساختمانی مناسب نمی‌باشد این در حالی است که تنه درختچه‌های تاغ به طول ۳-۴ متر و به قطر ۱۰-۱۵ سانتیمتر نیز دیده می‌شود که بیشتر برای سایبان و چپر از آن استفاده می‌شود. از لحاظ سوختن این چوب اصطلاحاً خوش‌سوز می‌باشد که آتش آن با دوام و زغال آن سنگین می‌باشد. از ۸ گونه تاغ شناسایی شده در ایران گونه‌های سفید تاغ، زرد تاغ از گسترش و اهمیت بیشتری برخوردار هستند (پارسا پزوه ۱۳۶۵).

رشد و توسعه تاغ در زمینهایی که مقدار کلرور سدیم فراوان است قابل توجه بوده و از این جهت آن را جزء گیاهان نمک‌دوست به شمار می‌آورند. مقاومت این گیاه نسبت به شوری و خشکی فوق‌العاده است. مقدار زیادی از املاح سدیم توسط این گیاه جذب گردیده و این املاح به صورت کریستال‌هایی در ساقه و نسوج گیاه متبلور می‌شوند، از طرفی مقدار نمک اراضی شور با کاشت این گیاه کاهش یافته و در نتیجه به شیرین شدن اراضی شور کمک می‌شود و از سویی دیگر، میزان هوموس و مواد آلی خاک بالا رفته و میزان سدیم و املاح آن به مقدار قابل توجهی کاهش می‌یابد. این گونه در سخت‌ترین شرایط محیط خشک کویری و مناطقی که گرمای تابستان آن حدود 50°C و سرمای زمستان آن به 25°C می‌رسد سازگاری دارد. میزان بارندگی قابل قبول برای رشد و نمو آن بین ۳۰ تا ۱۷۰ میلیمتر است و فراوانی آب به گیاه آسیب رسانده و گاهی باعث خشک شدن آن می‌شود. در فصل تابستان معمولاً قسمتی از شاخه‌های انتهایی تاغ می‌افتد و این امر دقیقاً به وضع آب و هوایی بستگی دارد یعنی با افزایش درجه حرارت و کاهش رطوبت خاک، ریشه قادر نیست رطوبت مورد نیاز گیاه را در کلیه سطوح تأمین سازد و بدین صورت با هرس طبیعی و حذف قسمتی از شاخه‌ها، تعادلی بین مقدار جذب آب و تبخیر آن ایجاد می‌گردد که مکانیزم طبیعی برای ادامه حیات و سازگاری این گونه با شرایط بد آب و هوایی اطراف خود است. تاغها معمولاً در سنین اولیه ۵-۱ سال دارای رشد نسبتاً سریع بوده و از آن به بعد و در حدود سنین ۱۵-۱۰ سال رشد متوسط داشته، سپس تدریجاً از رشد آن کاسته می‌شود به

طوری که در سنین بیشتر از ۲۰-۱۵ سال تقریباً دچار توقف رشد می‌گردد که البته بسته به گونه و رویشگاه و خشکسالی متفاوت است. طبق آمار سال ۱۳۷۵، کل مساحت توده‌های تاغزارهای دست‌کاشت کشور حدود ۱/۵ میلیون هکتار تخمین زده می‌شود. پدیده پژمردگی تاغها برای اولین بار در حدود سال ۱۳۵۱ بعد از گذشت ۷-۶ سال از کاشت اولین توده آنها در سبزوار مشاهده گردید و دارای اهمیت تحقیقاتی شد. درخت تاغ بعد از چند سال رشد به علت تجمع مواد معدنی شروع به خشک شدن می‌کند و برگهای آن زرد و خشک می‌شوند. تحقیقات نشان می‌دهد که به وسیله قطع شاخه‌ها و هرس تاغ از ناحیه یقه تا ارتفاع ۵۰ سانتیمتری که منجر به حفظ شادابی درختچه بوسیله پاجوش‌های جدید می‌شود، عملی لازم است. چوبهای حاصل از هرس درختان تاغ از نظر ابعاد معمولاً از نوع چوبهای هیزمی هستند که قطر متوسط آنها حدود ۸-۶ سانتیمتر است که با فروش چوب‌آلات هیزمی حاصله تا حدودی می‌توان هزینه جنگلکاری و هرس درختان را تأمین کرد.

سابقه تحقیق

بررسی‌های انجام شده بر روی خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب نشان می‌دهد که عوامل متعددی بر این ویژگیها تأثیرگذار هستند. این عوامل به تنهایی و یا به صورت متقابل به گونه‌ای پیچیده بر ویژگیهای محصول تولیدی اثرگذار هستند. نوع ماده اولیه چوبی، نوع و مقدار رزین، شرایط ساخت و کیفیت ذرات خرده چوب مصرفی از جمله مهمترین عوامل مؤثر بر کیفیت تخته می‌باشند. در این میان با توجه به اینکه هرگونه تغییری در ترکیب ماده چوبی اولیه در ساخت تخته خرده چوب تأثیر شگرفی بر روی خواص فیزیکی و مکانیکی محصول نهایی می‌گذارد، تحقیقات وسیعی در این زمینه به انجام رسیده است که در اینجا به خلاصه‌ای از نتایج حاصله اشاره می‌شود.

Chiltendon و همکاران (۱۹۶۹) با استفاده از چوب ساقه نارگیل و ۸٪ چسب اوره فرم‌آلدئید و ۵٪ تا ۱ درصد پارافین و تراشه‌های با طول ۳۰ میلی‌متر و ضخامت ۶/۰ میلی‌متر، تخته خرده چوب ساخته و نتیجه‌گیری نمودند که کیفیت تخته‌های ساخته شده بالاتر از استاندارد بریتانیا بوده است.

Alston (۱۹۷۶) هم استفاده از ساقه نارگیل را در تولید تخته خرده چوب امکان‌پذیر می‌داند. نامبرده تحقیق در زمینه امکان ساخت تخته فیبر را از ضایعات نارگیل ضروری می‌داند، از طرف دیگر با توجه به تأثیر جرم ویژه گونه چوبی بر ویژگیهای تخته خرده چوب بخصوص خواص مکانیکی تخته، Lehman (۱۹۷۸) در یک بررسی، تأثیر این عامل را مورد مطالعه قرار داده و به این نتیجه رسید که در یک جرم ویژه مشخص تخته، استفاده از گونه‌هایی با جرم ویژه سبکتر در ساخت تخته فلیک و تخته ویفر، مقاومت خمشی را افزایش می‌دهد. در همین راستا مسلمی (۱۹۷۴) با اندازه‌گیری رابطه بین جرم ویژه گونه چوبی و مقاومت خمشی تخته‌ها به این نتیجه رسید که افزایش جرم ویژه ماده اولیه، موجب کاهش مقاومت خمشی تخته‌های تولیدی می‌گردد.

دوست‌حسینی (۱۳۶۵) در بررسی مقدماتی امکان ساخت تخته خرده چوب از چوب گز تأثیر میزان مصرف چسب اوره- فرم‌آلدئید و رطوبت کیک بر ویژگیهای تخته خرده چوب ساخته شده با این گونه چوبی را مورد ارزیابی قرار داده و عنوان می‌کند که افزایش میزان مصرف چسب از ۹ به ۱۳ درصد، مقاومتها را افزایش داده و پایداری ابعادی تخته خرده چوب بهبود می‌یابد. ولی زیاد شدن رطوبت کیک خرده چوب از ۱۲ به ۱۶ درصد تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر خواص غوطه‌وری تخته‌ها در آب نداشته و مقاومتها به ویژه مقاومت خمشی آنها بهبود یافته است.

یوسفیان و کریمی (۱۳۷۳) در بررسی امکان استفاده از ساقه نی جهت تهیه تخته خرده چوب با استفاده از سه سطح مصرف چسب ۸، ۱۰ و ۱۲ درصد و دو سطح مصرف هاردنر ۱ و ۲ درصد، دریافتند که مقاومت خمشی تخته‌ها در مقدار چسب ۱۲ درصد کمتر از مقدار استاندارد بوده و تغییر میزان مصرف هاردنر بین ۱ و ۲ درصد، تأثیری بر روی مقاومت خمشی نداشته است. بنابر نتایج حاصله از این بررسی مقاومت تخته در برابر کشش عمود بر سطح تخته با ۱۲ درصد چسب و ۲ درصد هاردنر، بیشترین مقدار را نشان می‌دهد و میزان واکنشیدگی در ضخامت این تخته‌ها، حداقل بوده است.

دوست حسینی و خادمی اسلام (۱۳۷۲) در بررسی استفاده از سرشاخه درختان میوه در صنایع تخته خرده چوب عنوان کرد که افزایش رطوبت کیک خرده چوب از ۱۲ به ۱۴ درصد باعث بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی آن گردیده است ولی افزایش رطوبت از ۱۴ به ۱۶ درصد باعث کاهش مقاومت خمشی و چسبندگی داخلی تخته خرده چوب گردیده است. نامبردگان، کاهش چسبندگی داخلی در رطوبت ۱۶ درصد را به دلیل تجمع و افزایش فشار بخار در قسمت لایه‌های میانی تخته خرده چوب عنوان کردند.

Hesch (۱۹۹۳) ارتباط میان دانسیته و درصد چسب و معیار کیفیت در تخته‌های ساخته شده از باگاس را بررسی نموده و نتایج حاصل که مقایسه‌ای بین ساخت تخته‌هایی از باگاس و تخته‌هایی از ذرات چوب است را بدین صورت بیان می‌کند که تخته‌های ساخته شده از باگاس، استانداردهای DIN را دارا بوده و می‌توانند حتی در دانسیته‌های کمتر و یا درصد چسب کمتر از تخته‌هایی که امروزه به صورت معمول از چوب تولید می‌شوند، ساخته شوند. در تحقیقی که به وسیله روش زمهری (۱۳۷۱) انجام شد، امکان مصرف آرد چوبه‌های گز و تاغ به عنوان فیلر چسب آورده - فرم‌آلدئید در ساخت تخته لایه مورد مطالعه قرار گرفته است، براساس نتایج، افزایش مصرف چسب باعث بهبود کیفیت تخته‌های مورد مطالعه گردیده و میزان جذب آب و واکنشیدگی ضخامتی در آنها کاهش یافته است.

یعقوب‌زاده (۱۳۵۵) در بررسی که به منظور استفاده از چوب تاغ در کاغذسازی انجام داده است نتیجه گرفته است که کاغذهای تولید شده از چوب تاغ دارای کیفیت خوبی نبوده و به علت تولید کاغذهای کدر، تنها می‌تواند به عنوان مکمل، به صورت همراه با خمیرهای سوزنی‌برگان که باعث بهبودی کدروی خمیر می‌شوند از آن استفاده نمود. در همین راستا، سلیمانی (۱۳۵۵) بعد از بررسی چوب تاغ، نتیجه می‌گیرد که این گیاه چوبی دارای الیاف بسیار کوتاهی بوده و ضرایب کاغذسازی ضعیفی دارد و برای کاغذسازی و تهیه خمیر کاغذ نامناسب است.

در تحقیقی که به وسیله پارسا پزوه و شواین گروبر (۱۳۶۵) در مورد خواص ساختمانی و فیزیکی و دوام طبیعی چوب زرد تاغ انجام شده است نکات زیر قابل توجه هستند:

زرد تاغ دارای چوب درون مشخص است. طول الیاف آن بسیار کوتاه و به طور متوسط برابر ۳۱۷ میکرون و راندمان خمیر آن به طور متوسط ۴۱٪ می‌باشد. رطوبت این چوب پس از قطع حدود ۳۰٪، وزن مخصوص پایه آن حدود 1.014 gr/cm^3 ، مقدار لیگنین ۲۷/۵٪، سلولز ۴۸/۵٪ و خاکستر ۱/۴٪ می‌باشد. تحمل آن در برابر فشار موازی الیاف 52 N/mm^2 و عمود بر الیاف $5/3 \text{ N/mm}^2$ است که در جهت اخیر بسیار ضعیف است. مقاومت به سختی آن در دو جهت موازی و عمود بر الیاف به ترتیب ۷۲ و ۳۲ مگاپاسکال می‌باشد. از نظر دوام طبیعی در برابر ۵ نوع قارچ پوسیدگی سفید و پوسیدگی قهوه‌ای در زمره چوبهای بسیار بادوام است.

تحقیقات طغرای (۱۳۷۰) نشان می‌دهد که میزان لیگنین تاغ‌های کاشان تقریباً همانند شمشاد و ممرز و حدود ۲۶/۳۲٪ است. حداقل آن در چوب درون تاغ در حدود ۲۲/۸۸٪ و حداکثر آن در چوب برون معادل ۲۹/۳۱٪ محاسبه شده است. در مورد سلولز این میزان در تاغ کاشان ۴۰/۷۸٪ محاسبه شده است که نسبت به اکثر گونه‌های چوبی کشور

پایین تر است. در مورد هولوسلولز در تاغ کاشان مقدار ۸۲/۱۲٪ برآورد شده است که با توجه به مقدار سلولز، مقدار همی سلولز آن ۴۱/۳۴٪ خواهد بود.

روشنی زرمهری (۱۳۶۹) در تهیه تخته خرده چوب از تاغ و صنوبر به این نتیجه رسید که با افزایش چوب تاغ در ماده اولیه مصرفی، مقاومت خمشی و چسبندگی داخلی تخته‌ها کاهش می‌یابد. در تیماری که ۲۵٪ چوب تاغ مصرف شده بود، مقاومتهای یاد شده در حد مطلوب بوده است. در شرایطی که از چوب تاغ و صنوبر به نسبت مساوی استفاده شده است، مقاومتهای خمشی و برشی در حد قابل قبول و پایداری ابعاد تخته‌ها در برابر رطوبت رضایت‌بخش بوده است. در این بررسی چوب به تنهایی یا همراه با کمتر از ۵۰٪ چوب صنوبر، نتیجه مطلوبی نداشته است. با افزایش رطوبت کیک خرده چوب به ۱۴٪، دمای پرس به ۱۹۰ سانتی‌گراد و زمان پرس به ۸ دقیقه، مقاومتهای مورد مطالعه بهبود یافته‌اند.

مواد و روش تحقیق

الف- عوامل متغیر

در این بررسی تنها عاملی که به عنوان عامل متغیر در نظر گرفته شد درصد ترکیب‌های دو ماده لیگنوسلولزی حاصل از هرس درختان تاغ منطقه کاشان و کاه گندم بودند. این عامل متغیر در ۴ سطح شامل الف-۱۰۰٪ چوب تاغ ب-۷۵٪ چوب تاغ و ۲۵ درصد کاه گندم، ج-۵۰٪ چوب تاغ و ۵۰٪ کاه گندم و د-۲۵٪ چوب تاغ و ۷۵٪ کاه گندم در نظر گرفته شدند.

ب- عوامل ثابت

در این بررسی عواملی که بدون تغییر و به عنوان عوامل ثابت در نظر گرفته شد به شرح زیر می‌باشند:

میزان مصرف چسب (۱۲ درصد براساس وزن خشک خرده چوب مصرفی) درجه حرارت پرس (۱۶۵ درجه سانتیگراد)، میزان مصرف هاردنر (میزان هاردنر مصرف شده معادل ۱٪ وزن خشک چسب در نظر گرفته شده است که از کلرور آمونیم (NH_4Cl) به عنوان هاردنر یا سخت‌کننده استفاده شده است)، نوع چسب (در این بررسی از چسب اوره- فرم‌آلدئید مایع (UF) ساخت کارخانه سوبرانکو اصفهان استفاده گردید که مشخصات و ویژگیهای این چسب در جدول شماره ۱ درج گردیده است)، ضخامت تخته ها (۱۵ میلیمتر)، وزن مخصوص تخته (۰/۷ گرم بر سانتیمتر مکعب)، سرعت بسته شدن پرس (۴/۵ میلیمتر در ثانیه) و فشار پرس ۳۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع برای تمامی تیمارها ثابت بوده است.

جدول ۱- ویژگیهای چسب اوره فرم آلدئید

ویسکوزیته (ثانیه)	PH	مواد جامد (درصد)	وزن مخصوص (gr/cm ³)
۴۶	۷/۸	٪۶۳/۵	۱/۲۶۰

مراحل ساخت تخته‌های آزمایشگاهی و تهیه نمونه‌های آزمون از آنها:

۱- تهیه و آماده سازی خرده چوب

خرده چوب از سرشاخه‌های درختان تاغ از منطقه کاشان تهیه گردیدند. چوبهای حاصل از هرس درختان تاغ پس از انتقال به آزمایشگاه با استفاده از یک خردکن غلطکی از نوع Pallmann به خرده چوب تبدیل شده و بلافاصله با استفاده از یک پوشال‌کن حلقوی (Ring Flaker) به پوشال قابل استفاده در ساخت تخته خرده چوب تبدیل شدند. ماده لیگنوسولوزی دیگری که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت کاه گندم بود که از مزارع اطراف کرج برداشت گردید، و پس از انتقال به آزمایشگاه به دلیل مناسب بودن ابعاد اولیه آنها تنها با استفاده از پوشال‌کن حلقوی اقدام به خرد کردن آنها و تبدیل به ذرات مناسب برای ساخت تخته خرده چوب شد.

برای بدست آوردن خرده چوبهای با ابعاد مناسب لازم بود خرده چوبهای خارج شده از پوشال‌کن حلقوی، الک گردد. بدین منظور خرده چوبهای تاغ و ذرات کاه گندم از دو الک با منافذ درشت و ریز گذرانده شدند. سپس با استفاده از یک دستگاه خشک‌کن گردان با سرعت ۳ دور در دقیقه اقدام به خشک کردن خرده چوبها گردید که پس از هر بار تخلیه، ۳ نمونه رطوبتی برای تعیین مقدار رطوبت خرده‌چوبها تهیه و بعد خرده چوبهای خشک شده شامل نمونه‌های چوب تاغ و کاه گندم در کیسه‌های پلاستیکی مقاوم و غیرقابل نفوذ بسته‌بندی گردیدند. رطوبت نهایی خرده‌چوبها قبل از چسب‌زنی حدود ۱ درصد بود.

۲- اندازه‌گیری و توزین خرده‌چوبها برحسب درصد اختلاط

پس از بسته‌بندی خرده‌چوبها، محاسبات لازم برای ساخت هر تخته انجام گرفت و با توجه به مقدار مصرف خرده چوب و چسب، مقدار لازم خرده چوب برای ساخت هر تخته تعیین گردید. خرده چوب لازم در نایلونهای کاملاً مقاوم به جذب رطوبت، توزین و بسته‌بندی گردیدند. در موقع ساخت تخته‌های آزمایشگاهی، هر بسته خرده چوب که بر روی آن کد مربوطه نوشته شده بود در دستگاه چسب‌زن ریخته شد و اقدام به چسب‌زنی و ساخت تخته خرده‌چوب آزمایشگاهی گردید.

۳- چسب‌زنی و تشکیل کیک خرده چوب

برای چسب‌زنی خرده‌چوبها از یک دستگاه چسب‌زن آزمایشگاهی استفاده گردید. عمل چسب‌زنی به حالت افقی و با سرعت چرخش ۲۰ دور در دقیقه انجام گردید. محلول چسب به همراه کاتالیزور سخت‌کننده بوسیله یک نازل با

استفاده از هوای فشرده به داخل محفظه چسبزن پاشیده شد، و با خرده چوبهای داخل آن مخلوط گردید. لازم به توضیح است که به دلیل وجود مقداری افت در میزان چسب و خرده چوب مصرفی در مرحله چسب زنی، مقدار ۱۵ درصد خرده چوب و چسب اضافه برای هر تخته قبل از عمل چسب زنی منظور گردیده است. برای شکل دادن کیک خرده چوب از یک قالب چوبی به ابعاد $40 \times 40 \times 20$ سانتی متر استفاده گردید. برای این منظور بعد از مرحله چسب زنی، مقدار خرده چوب چسب زنی شده لازم برای ساخت تخته با استفاده از یک ترازو و با دقت ۱ گرم توزین گردید، و سپس اقدام به پاشیدن آن در داخل قالب به صورت یکنواخت شد. برای ایجاد یکنواختی در ضخامت کیک تشکیل شده در داخل قالب، از خطوط افقی موجود بر روی بدنه داخلی آن، استفاده گردید بطوریکه ارتفاع کیک در تمامی جهات با یکی از خطوط شاخص هم سطح و متعادل گردید. بعد از مرحله چسب زنی و قبل از تشکیل کیک خرده چوب به منظور کنترل رطوبت کیک، یک نمونه رطوبتی از خرده چوبهای چسب زنی شده جهت تعیین رطوبت تهیه گردید، و در داخل اتو قرار داده شد.

۴- پرس کردن کیک خرده چوب

پرس آزمایشگاهی از نوع هیدرولیکی Burkle L 100 با قطر پیستون ۲۰ سانتیمتر و ابعاد 50×50 سانتیمتر، سیستم حرارتی آن از نوع الکتریکی و مجهز به سیستم خنک کننده آب سرد و تنظیم حرارت، فشار و زمان پرس به طور خودکار بودند. پس از تشکیل کیک و قرار دادن شابلونهای فلزی در کنارهای آن، صفحات فلزی حامل کیک تحت فشار ۳۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع قرار داده شدند. سرعت بسته شدن پرس $4/5$ میلیمتر در ثانیه بود که پس از طی شدن زمان پرس، خروج تخته بوسیله دست انجام گرفت.

۵- تهیه نمونه های آزمونی

پس از ساخت تخته های آزمایشگاهی، برای رسیدن به رطوبت تعادل آنها را به مدت ۲ هفته در محیط آزمایشگاه قرار داده و سپس براساس استاندارد DIN-68763 برش داده شدند. سپس بر روی نمونه های آزمونی آزمایش مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، چسبندگی داخلی و واکنشیدگی ضخامتی ۲ و ۲۴ ساعتی به عمل آمد (جدول ۲). شکل ها نحوه تهیه نمونه و ابعاد آنها را نشان میدهد.

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

تعداد نمونه در هر تیمار	تعداد نمونه در هر تخته	ابعاد (میلیمتر)	نوع آزمایش
۱۲	۴	۲۵۰×۵۰×۱۵	مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته
۱۲	۴	۵۰×۵۰×۱۵	مقاومت چسبندگی داخلی
۱۲	۴	۲۵×۲۵×۱۵	واکشیدگی ضخامتی ۲ و ۲۴ ساعتی
۱۲	۴	۵۰×۵۰×۱۵	نمونه تعیین جرم مخصوص و رطوبت

شکل ۱- نحوه برش نمونه‌های آزمونی از هر تخته

آزمایشهای فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها:

۱- آزمایش اندازه‌گیری مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته

برای تعیین خواص مکانیکی از دستگاه آزمایشگر INSTRON-1186 استفاده گردید. این دستگاه مجهز به سیستم‌های رسام و محاسباتی بوده و کلیه نتایج آزمایش بر روی صفحه نمایشگر رایانه قابل مشاهده بود. برای تعیین مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته از سرعت بارگذاری ۵ میلی‌متر در دقیقه استفاده گردید، و نتایج حاصله پس از انجام محاسبات با استفاده از فرمولهای مربوطه توسط دستگاه ثبت شد.

۲- آزمایش اندازه‌گیری مقاومت چسبندگی داخلی

در این آزمایش، ابتدا نمونه‌ها بوسیله چسب گرمانرم (Hot Melt) به صفحات فلزی چسبانده شدند ابعاد صفحات $50 \times 50 \times 25$ میلی‌متر و برای سرد شدن و گیرایی کامل چسب از جریان آب سرد استفاده گردید. بعد از سپری شدن یک ساعت، آزمایش کشش عمود بر سطح که نشانگر چسبندگی داخلی تخته‌ها بویژه قدرت اتصال بین چسب و چوب در لایه میانی است، انجام پذیرفت. در این آزمایش از سرعت بارگذاری ۲ میلی‌متر در دقیقه استفاده گردید. پس از انجام هر آزمایش، با استفاده از فرمول مربوطه، میزان چسبندگی داخلی نمونه‌ها محاسبه شد.

۳- آزمایش اندازه‌گیری میزان واكشیدگی ضخامتی بعد از ۲ و ۲۴ ساعت

برای انجام این آزمون، ابتدا وسط هر نمونه با ابعاد ۲۵×۲۵ میلی‌متر علامت‌گذاری شد، تا در طی زمان آزمایش و سه مرحله اندازه‌گیری ضخامت، از این نقطه علامت‌گذاری شده استفاده گردد.

ضخامت نمونه‌ها، قبل از غوطه‌وری در آب به وسیله یک میکرومتر با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد، و سپس نمونه‌ها در آب مقطر با درجه حرارت ۲۱ درجه سانتیگراد به صورت افقی و به عمق ۲ سانتی‌متر از سطح آب به حالت غوطه‌ور قرار گرفتند. برای حفظ حالت غوطه‌وری نمونه‌ها از توری نازک فلزی که به صورت درپوش بر روی نمونه‌ها قرار می‌گرفت، استفاده گردید. بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری و خروج نمونه‌ها از آب، ضخامت نمونه‌ها بوسیله میکرومتر اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها برای ۲۲ ساعت دیگر در آب غوطه‌ور شدند، و در پایان این مرحله، اندازه‌گیری ضخامت مانند حالت قبلی تکرار گردید. سپس میزان واكشیدگی ضخامتی بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب با استفاده از روابطه مربوط محاسبه گردید.

روش آماری

این بررسی در قالب آزمایش فاکتوریل با یک متغیر و با استفاده از آزمون دانکن (DMRT) و به کمک تکنیک تجزیه واریانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با استفاده از این روش آماری عامل متغیر (درصد ترکیب ماده لیگنوسولوزی) بر روی خواص مورد مطالعه در سطح اعتماد ۹۹ و ۹۵ درصد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج

عوامل متعددی در فرآیند ساخت تخته خرده چوب دخالت دارند بعضی از این عوامل اثری بهبود دهنده در کیفیت اتصال بین چسب و چوب داشته و بعضی عوامل دیگر نیز اثری منفی و کاهش دهنده دارند. در این بررسی درصد ترکیب مواد لیگنوسلولزی که شامل کاه گندم و ضایعات چوبی حاصل از هرس درختان تاغ می‌باشد به عنوان تنها عامل متغیر در نظر گرفته شده است و با توجه به اینکه هدف از انجام این بررسی، دستیابی به روشهایی به منظور کاربرد چوب تاغ در فرآیند ساخت تخته خرده چوب می‌باشد، در این بخش به صورت عمده نتایج تأثیر این عامل متغیر بر روی ویژگیهای مکانیکی و فیزیکی تخته‌های ساخته شده و مقاومت اتصال ایجاد شده بین چسب و ماده چوبی به کار برده شده، مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد.

مقاومت خمشی (MOR)

در این بررسی جهت روشن شدن تأثیر مقاومت ترکیب مواد لیگنوسلولزی به کار گرفته شده در ساخت تخته خرده چوب بر مقاومت خمشی، میزان اختلاف با به کارگیری روش تجزیه واریانس، تعیین و سطح معنی دار بودن اثر عوامل متغیر بر مقاومت خمشی مشخص گردیده است. در صورت مشاهده اختلاف معنی دار بین مقادیر محاسبه شده، از مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن (DMRT) استفاده شده است. در جدول شماره ۳، میانگین مقاومت خمشی بدست آمده در ترکیبهای مختلف کاه گندم و چوب تاغ آمده است. همانطور که ملاحظه می‌شود میانگین‌های بدست آمده بین سطوح مختلف، بسیار نزدیک به هم بوده و جدول تجزیه واریانس مقاومت خمشی نمونه‌ها نیز نشان می‌دهد که اختلاف معنی داری در سطوح ۹۹ و ۹۵ درصد بین این میانگین‌ها وجود ندارد.

جدول شماره ۳- میانگین مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده با ترکیب‌های مختلف چوب تاغ و کاه گندم

ترکیب ماده لیگنوسلولزی		
مقاومت خمشی (Mpa)	کاه گندم	ترکیب ماده لیگنوسلولزی
۹/۸۳	صفر	۱۰۰
۹/۹۴	۲۵	۷۵
۹/۴۶	۵۰	۵۰
۱۰/۷۶	۷۵	۲۵

عامل مدول الاستیسیته:

مدول الاستیسیته مانند مقاومت خمشی وابستگی عمده‌ای به کیفیت سطح تخته بویژه میزان فشردگی و در عین حال کارآمدی مقاومت اتصال در این لایه دارد. جدول تجزیه واریانس تشکیل شده برای این ویژگی در مورد تخته‌های ساخته شده نشان می‌دهد که هیچ اختلاف معنی‌داری بین چهار سطح درصد ترکیب مواد لیگنوسلولزی به کار برده شده در ساخت تخته‌ها در سطح ۹۵ و ۹۹ درصد مشاهده نمی‌شود. در جدول شماره ۴ میانگین مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده با درصد ترکیبهای مختلف کاه گندم و چوب تاغ آورده شده است.

جدول شماره ۴- میانگین مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده با درصد ترکیب‌های مختلف مصرف چوب تاغ و کاه گندم

مدول الاستیسیته (Mpa)	ترکیب ماده لیگنوسلولزی	
	کاه گندم	چوب تاغ
۱۵۴۷	صفر	۱۰۰
۱۵۱۲	۲۵	۷۵
۱۳۷۰	۵۰	۵۰
۱۴۰۰	۷۵	۲۵

مقاومت چسبندگی داخلی

میانگین مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده با درصد ترکیبهای مختلف چوب تاغ و کاه گندم در جدول شماره ۵ آمده است. از سوی دیگر جدول تجزیه واریانس مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده بیانگر آن است که بین تیمارهای مختلف اعمال شده در سطح اعتماد ۹۹ درصد، اختلاف معنی‌داری وجود دارد و با توجه به وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها، میانگین‌ها با روش دانکن گروه‌بندی گردیده‌اند که در جدول شماره ۶ آورده شده است. میانگین‌های بدست آمده از تیمارهای انجام شده نشان می‌دهد که میزان مقاومت چسبندگی داخلی در تخته‌هایی که از ۱۰۰ درصد چوب تاغ استفاده گردیده است به نحو چشمگیری نسبت به سایر تخته‌ها بالاتر می‌باشد. دلیل این امر را می‌توان جرم مخصوص نسبتاً بالای چوب تاغ دانست و بالا بودن جرم مخصوص چوب تاغ باعث می‌گردد که حجم خرده چوب مورد استفاده برای هر تخته کاهش یافته و متعاقب آن از سطح ویژه چسب خوری خرده چوبها کاسته شده و مقدار چسب بیشتری در واحد سطح خرده چوب قرار گیرد و از طرف دیگر به علت حجم کم خرده چوب مصرفی، ارتفاع کیک خرده چوب کاهش یافته به طوری که کیک خرده چوب تشکیل شده از ۱۰۰ درصد چوب تاغ دارای ضخامتی در حدود ۴ سانتیمتر بوده است در حالی که در تیماری که از ۲۵ درصد چوب تاغ و ۷۵ درصد کاه گندم تشکیل شده بود ارتفاع کیک به ۱۵ سانتیمتر رسید. کاهش حجم خرده چوب که به واسطه افزایش جرم مخصوص خرده چوب مصرفی حاصل شده است دو تأثیر عمده در افزایش مقاومت چسبندگی داخلی داشته است. عامل اول، کاهش سطح ویژه چسب‌خوری خرده چوبها می‌باشد که مقدار چسب پاشیده شده در واحد سطح خرده چوب افزایش یافته است و در نتیجه مقدار اتصالات ایجاد شده بین خرده چوبها افزایش یافته و در نتیجه میزان مقاومت چسبندگی داخلی را افزایش می‌دهد در حالیکه با افزایش مقدار مصرف کاه گندم در ترکیب ماده لیگنوسلولزی، مقدار

سطح ویژه چسب خوری افزایش یافته و در واحد سطح خرده چوب، مقدار کمتری چسب پاشیده شده و در نتیجه نقاط اصلی اتصالی بین خرده چوبها کاهش می یابد که کم شدن مقاومت چسبندگی داخلی حاصل آن می باشد. عامل دیگری که در اثر افزایش کاه گندم به ترکیب ماده لیگنوسلولوزی باعث کاهش مقاومت چسبندگی داخلی شده است افزایش یافتن ارتفاع کیک خرده چوب می باشد که در زمان پرس برابر، انتقال حرارت و به ضخامت نهایی رسیدن کیک خرده چوب را به تأخیر می اندازد چون با افزایش ارتفاع کیک و حجیم شدن آن، زمان رسیدن به فشار نهایی و ضخامت مورد نظر افزایش یافته و متعاقب آن، انتقال حرارت از لایه سطحی به لایه مغزی کیک خرده چوب در زمان طولانی تری انجام می پذیرد که حاصل آن در زمان پرس یکسان، کاهش کیفیت اتصالات ایجاد شده در لایه میانی و در نتیجه کاهش مقاومت چسبندگی داخلی می باشد. افزایش ضخامت کیک خرده چوب همچنین باعث می گردد رطوبت ایجاد شده در کیک خرده چوب توسط چسب در واحد حجم کاهش یابد و یکی از مؤثرترین راههای انتقال حرارت از سطح کیک به مغز آن، رطوبت می باشد که با افزایش مقدار کاه گندم به ترکیب ماده چوبی، انتقال حرارت کند گردیده و در نتیجه زمان کافی برای سخت شدن چسب در لایه میانی وجود نداشته و از مقاومت اتصالات ایجاد شده در لایه مغزی کاسته شده است، به طوری که در ترکیب ۷۵ درصد کاه گندم و ۲۵ درصد چوب تاغ مقدار مقاومت چسبندگی داخلی به حدود ۲۵ درصد آن در موقعی که از ترکیب ۱۰۰ درصد چوب تاغ استفاده گردیده است، رسیده است.

جدول شماره ۵- میانگین مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده با درصد ترکیبهای مختلف چوب تاغ و کاه گندم.

چسبندگی داخلی (Mpa)	ترکیب ماده لیگنوسلولزی	
	کاه گندم	چوب تاغ
۰/۴۸۶	صفر	۱۰۰
۰/۲۵۱	۲۵	۷۵
۰/۱۳۹	۵۰	۵۰
۰/۱۲۰	۷۵	۲۵

جدول شماره ۶- آزمون دانکن در مورد تأثیر مستقل درصد ترکیب مواد لیگنوسلولزی مصرفی بر روی مقاومت

چسبندگی داخلی

ترکیب مواد لیگنوسلولزی مصرفی (درصد)			
تاغ ۱۰۰ کاه گندم ۰	تاغ ۷۵ کاه گندم ۲۵	تاغ ۵۰ کاه گندم ۵۰	تاغ ۲۵ کاه گندم ۷۵
۰/۴۸۶	۰/۲۵۱	۰/۱۳۹	۰/۱۲۰
A	B	B	B

عامل واکنشیدگی ضخامتی:

بدیهی است هرچقدر مقاومت اتصال بین خرده چوبها دارای کیفیت بهتری باشد درصد واکنشیدگی ضخامتی تخته‌ها حاصله نیز کمتر خواهد بود. میانگین واکنشیدگی ضخامتی ۲ و ۲۴ ساعت تخته خرده چوبهای ساخته شده با درصد ترکیبهای متفاوت در جدول شماره ۷ آورده شده است.

جدول شماره ۷- میانگین واكشیدگی ضخامتی ۲ و ۲۴ ساعت تخته‌های ساخته شده در شرایط مختلف درصد ترکیب

مصرف چوب تاغ و کاه گندم

مقدار واكشیدگی ضخامتی (درصد)		مصرف ماده لیگنوسلولزی (درصد)	
۲۴ ساعت	۲ ساعت	کاه گندم	چوب تاغ
۳۵/۴۹	۲۵/۷۴	صفر	۱۰۰
۳۸/۹۳	۲۷/۱۹	۲۵	۷۵
۴۰/۷۴	۲۹/۳۲	۵۰	۵۰
۴۳/۹۷	۳۰/۷۴	۷۵	۲۵

تجزیه واریانس واكشیدگی ضخامتی ۲ و ۲۴ ساعتی تخته‌ها نشان می‌دهد که درصد ترکیب مواد لیگنوسلولزی بر روی این عامل در دو زمان ۲ و ۲۴ ساعتی بعد از غوطه‌وری در آب در سطح اعتماد ۹۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد. ضریب تغییرات (C.V) برای تجزیه واریانس واكشیدگی ضخامتی بعد از ۲ و ۲۴ ساعت به ترتیب برابر ۴/۷۹ و ۵/۴۶ درصد محاسبه گردیده است که در حد مطلوبی می‌باشند. با توجه به وجود اختلاف معنی‌دار در سطح اعتماد ۹۵٪ برای واكشیدگی ضخامتی ۲ و ۲۴ ساعت در جداول شماره ۸ و ۹، آزمون دانکن برای تأثیر ترکیب مواد لیگنوسلولزی مصرفی بر روی واكشیدگی ضخامتی ۲ و ۲۴ ساعتی آورده شده است.

جدول شماره ۸- آزمون دانکن در مورد تأثیر مستقل درصد ترکیب مواد لیگنوسلولزی مصرفی بر واكشیدگی

ضخامتی ۲ ساعتی

ترکیب مواد لیگنوسلولزی مصرفی (درصد)			
تاغ ۱۰۰ کاه گندم ۰	تاغ ۷۵ کاه گندم ۲۵	تاغ ۵۰ کاه گندم ۵۰	تاغ ۲۵ کاه گندم ۷۵
۲۵/۷۴	۲۷/۱۹	۲۹/۳۲	۳۰/۷۴
B	AB	AB	A

جدول شماره ۹- آزمون دانکن در مورد تأثیر مستقل درصد ترکیب مواد لیگنوسلولزی مصرفی بر واكشیدگی

ضخامتی ۲۴ ساعتی

ترکیب مواد لیگنوسلولزی مصرفی (درصد)			
تاغ ۱۰۰ کاه گندم ۰	تاغ ۷۵ کاه گندم ۲۵	تاغ ۵۰ کاه گندم ۵۰	تاغ ۲۵ کاه گندم ۷۵
۳۵/۴۹	۳۸/۹۳	۴۰/۷۴	۴۳/۹۷
B	AB	AB	A

میانگین‌های بدست آمده برای ۴ ترکیب مواد لیگنوسلولزی مصرفی در دو گروه مجزا A و B و یک گروه بینابینی AB دسته‌بندی شده‌اند. بطوریکه در جداول دانکن مربوط به واکنشیدگی ضخامتی ۲ و ۲۴ ساعت قابل مشاهده می‌باشد در تیماری که از ترکیب ۱۰۰ درصد ماده لیگنوسلولزی چوب تاغ استفاده شده است، دارای حداقل واکنشیدگی ضخامتی بوده و در ترکیب استفاده شده از ۲۵ درصد چوب تاغ و ۷۵ درصد کاه گندم، حداکثر واکنشیدگی ضخامتی حاصل شده است. با توجه به این موضوع که بین واکنشیدگی ضخامتی تخته و مقاومت چسبندگی داخلی آن، یک رابطه عکس وجود دارد، نتایج حاصله از تعیین درصد واکنشیدگی ضخامتی تخته‌ها و مقاومت چسبندگی داخلی آنها دارای هم‌خوانی می‌باشد. همانطوریکه در بحث مربوط به مقاومت چسبندگی داخلی مطرح گردید، عواملی مانند افزایش سطح ویژه چسب‌خوری خرده چوبها، ارتفاع کیک خرده چوب، کاهش رطوبت کیک خرده چوب در واحد حجم و همچنین کند شدن انتقال حرارت از سطح کیک به لایه میانی آن باعث گردیده است که با افزایش مقدار مصرف کاه گندم، از کیفیت مقاومت اتصال کاسته شده و مقاومت چسبندگی داخلی کاهش یابد. کاهش مقاومت چسبندگی داخلی به نوبه خود اثر مستقیمی بر روی افزایش واکنشیدگی ضخامتی می‌گذارد بطوریکه در تخته‌هایی که ما دارای حداکثر مقاومت چسبندگی داخلی هستیم شاهد حداقل واکنشیدگی ضخامتی ۲ و ۲۴ ساعتی می‌باشیم. عوامل دیگری که در ایجاد واکنشیدگی ضخامتی نسبتاً زیاد در همه تیمارها مؤثر بوده‌اند، یکی وجود مواد استخراجی فراوان در چوب تاغ است که یک تأثیر منفی بر روی روند ایجاد اتصال بین چسب و خرده‌چوبها از طریق اثرگذاری بر روی اسیدیته چسب مصرفی است بطوریکه مواد استخراجی فراوان چوب تاغ باعث می‌گردند که چسب قبل از این که تحت تأثیر حرارت پرس و هاردنر مصرفی شروع به سخت شدن نماید، تحت تأثیر این مواد استخراجی قرار گرفته و حالتی ژله‌ای به خود بگیرد و این حالت از کیفیت و مقاومت اتصال می‌کاهد. در تیمارهایی که از کاه گندم به نسبت‌های مختلف استفاده شده است گرچه از مقدار مصرف چوب تاغ کاسته شده است ولی کاه گندم به واسطه دارا بودن جرم مخصوص بسیار کم و حجم زیاد و همچنین دارا بودن سیلیس به نحو دیگری بر روی مقاومت اتصال تأثیر منفی می‌گذارد و باعث کاهش مقاومت چسبندگی داخلی و در نتیجه افزایش واکنشیدگی ضخامتی می‌گردد. میل به برگشت‌پذیری به دلیل حجم زیاد خرده چوب که پرس شده است از یک طرف و ضعیف بودن مقاومت اتصال در ترکیب‌هایی که از نسبت‌های متفاوتی از کاه گندم استفاده شده است از طرف دیگر باعث گردیده است که واکنشیدگی ضخامتی ۲ و ۲۴ ساعتی این تیمارها نسبت به ترکیبی که فقط از چوب تاغ استفاده گردیده است، مقادیر بالاتری را از خود نشان دهد.

بحث:

در این بررسی از مواد لیگنو سلولزی چوب تاغ و کاه گندم با نسبت‌های مختلف شامل ترکیب ۱۰۰ درصد چوب تاغ، ۷۵ درصد چوب تاغ و ۲۵ درصد کاه گندم، ۵۰ درصد چوب تاغ و ۵۰ درصد کاه گندم و ۲۵ درصد چوب تاغ و ۷۵ درصد کاه گندم به منظور ارائه راه‌کاری برای مصرف چوب تاغ حاصل از هرس تاغزارهای مناطق کویری، تخته‌هایی با ۳ تکرار ساخته شده و ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی آن مورد مطالعه و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقاومت خمشی (MOR) تخته خرده چوب‌های ساخته شده نشان می‌دهد که تخته‌های ساخته شده با درصد ترکیب‌های مختلف از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری نبوده و همگی در گروه‌بندی دانکن در یک گروه قرار گرفته‌اند ولی با افزایش یافتن مقدار مصرف کاه گندم به ۷۵ درصد، افزایش نامحسوسی در مقدار مقاومت خمشی مشاهده می‌گردد که می‌توان آن را به افزایش ضریب فشردگی در سطوح خرده چوب به واسطه مصرف یک ماده لیگنوسلولزی با جرم مخصوص کمتر نسبت به چوب تاغ مربوط دانست.

گروه‌بندی میانگین‌های مدول الاستیسیته تخته‌ها در درصد ترکیب‌های مختلف مصرف چوب تاغ و کاه گندم نشان می‌دهد که هیچ اختلاف معنی‌داری بین آنها وجود ندارد و افزایش مقدار کاه گندم از صفر درصد به ۷۵ درصد تأثیر مثبتی بر روی مدول الاستیسیته نگذاشته است که این امر را می‌توان به کاهش کیفیت اتصالات ایجادشده توسط چسب به واسطه افزایش سطح چسب‌خوری خرده چوبها با افزایش کاه گندم که ماده‌ای حجیم و دارای جرم مخصوص کم دانست.

اندازه‌گیری مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها و تجزیه واریانس میانگین‌های حاصل نشان می‌دهد که تأثیر مستقل درصد ترکیب مواد لیگنوسلولزی مصرفی بر روی مقاومت چسبندگی داخلی در سطح اعتماد ۹۹ درصد دارای یا اختلاف معنی‌داری است بطوریکه حداکثر مقاومت چسبندگی داخلی در تیماری که از ۱۰۰ درصد چوب تاغ استفاده شده است، حاصل شده است و حداقل مقاومت چسبندگی داخلی به دست آمده در تخته‌هایی که از ۲۵ درصد چوب تاغ و ۷۵ درصد کاه گندم استفاده شده است، بوده است. افزایش سطح ویژه چسب‌خوری و وجود سیلیس فراوان بر روی سطوح کاه گندم، افزایش ارتفاع کیک خرده چوب و کاهش سرعت انتقال حرارت از سطح به مغز تخته در اثر افزایش مقدار مصرف کاه گندم این کاهش را در مقاومت چسبندگی داخلی توجیه می‌نماید.

آزمایشات انجام شده بر روی واکشیدگی ضخامتی ۲ و ۲۴ ساعت و تجزیه واریانس میانگین‌های به دست آمده نشان می‌دهد که تأثیر مستقل درصد ترکیب مواد لیگنوسلولزی مصرفی بر روی عامل واکشیدگی ضخامتی ۲ و ۲۴ ساعت در سطح اعتماد ۹۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد. گروه‌بندی میانگین‌ها به روش دانکن نشان می‌دهد که حداکثر واکشیدگی ضخامتی ۲ و ۲۴ ساعت در ترکیب مورد استفاده از ۲۵ درصد چوب تاغ و ۷۵ درصد کاه گندم حاصل گردیده که با حداقل مقاومت چسبندگی داخلی حاصل در این ترکیب هماهنگی دارد و در تخته‌هایی که از ۱۰۰ درصد چوب تاغ استفاده شده است حداقل واکشیدگی ضخامتی به دست آمده است. عواملی که بر روی مقاومت چسبندگی داخلی تأثیر منفی گذاشته و باعث کاهش آن می‌گردند، علت افزایش واکشیدگی ضخامتی ۲ و ۲۴ ساعت نیز می‌باشند.

پیشنهادات:

با توجه به نتایج این بررسی که نشان می‌دهد ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته‌های ساخته شده از ۱۰ درصد چوب تاغ نسبت به تخته‌های ساخته شده با ترکیب چوب تاغ و کاه گندم از کیفیت بهتری برخوردار است لذا پیشنهاد می‌گردد برای بررسی کاربرد صنعتی چوب تاغ در ساخت تخته خرده چوب در تحقیقات بعدی از مواد لیگنوسلولزی دیگری مانند سرشاخه‌های صنوبر و درختان میوه به عنوان مکمل چوب تاغ در ساخت تخته خرده چوب استفاده گردد.

منابع مورد استفاده:

- ۱ - پارساژوه، د. ۱۳۶۵. تاغ‌های ایران. نشریه شماره ۳۲، دفتر تثبیت شن و کویرزدایی، سازمان جنگلها و مراتع کشور، وزارت کشاورزی.
- ۲- خادمی اسلامی، ح. ۱۳۶۹. بررسی عوامل مهم تولید بر خواص کاربردی تخته خرده چوب حاصل از سرشاخه‌های باغی و چوب صنوبر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- ۳- دوست حسینی، ک. ۱۳۶۵. بررسی مقدماتی امکان استفاده از چوب گز در ساخت تخته خرده چوب. مجله منابع طبیعی، شماره ۴۰، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- ۴- دوست حسینی، ک. و خادمی اسلام، ح. ۱۳۷۲. بررسی استفاده از منابع لیگنوسلولزی ایران. مجله منابع طبیعی، شماره ۴۶، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- ۵- دوست حسینی، ک. و روشنی زرمهری، ع. ۱۳۷۱. کاربرد صنعتی منابع لیگنوسلولزی نواحی کویری و بیابانی ایران. مجموعه مقالات سمینار بررسی مسائل مناطق کویری و بیابانی ایران، یزد، جلد اول: ۲۱۱-۲۲۱.
- ۶- روشنی زرمهری، ع. ۱۳۶۹. بررسی امکان استفاده از چوب تاغ در صنایع تخته خرده چوب. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- ۷- سلیمانی، پ. ۱۳۵۵. بررسی بیومتریک الیاف مهمترین گونه‌های لیگنوسلولزی ایران از نظر کاغذسازی. نشریه شماره ۳۴، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- ۸- طغرای، ن. ۱۳۷۰. بررسی خواص مهم فیزیکی، شیمیایی و آناتومیکی چوب تاغ در کاشان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- ۹- یوسفیان، ع. و کریمی، ه. ۱۳۷۳. بررسی امکان استفاده از ساقه نی در ساخت تخته خرده چوب. مجله تحقیقات چوب و کاغذ، شماره ۳، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- 10- Alston, A.S. 1976. Potential use of coconut wood for particleboard and other panel products. Proceedings coconut stem utilization seminar, Tango.
- 11- Chiltendon, A.E., J.L.Flaws, A.J.Hawkes. 1969. Particleboard from coconut palm timber. Tropical products Institute U.K.G. 43:9.
- 12- DIN standard (No 68763) 1990. Flat pressed particleboard for use in building construction.
- 13- Hesch, R. 1993. Correlations among density, resin content and quality criteria in homogeneous boards made of bagasse. For Prod. Lab. 563. U.S. For. Prod.
- 14- Lehman, 1978, Flakeboard properties as affected by flake cutting techniques. F.P.J. Vol: 29 no: 3.
- 15- Moslemi, A.A. 1974. Particleboard. Volume 1: Materials, Volume 2: Technology.

Investigation on the possibility of particleboard production from *Haloxylon sp.* and wheat straw

Kargarfard A., A. Hosseinzadeh, A. Noorbaksh and A. Fatallahzadeh

Wood and Paper Science Division,
Research Institute of Forests and Rangelands
P.O.Box: 13185-116. Fax: 021-6026573
Tehran, Iran
kargarfard [@rifr-ac.org](mailto:kargarfard@rifr-ac.org)

Abstract:

Particleboard industries are a dynamic industry, established and grown rapidly in Iran. Demand for Particleboard has been increased rapidly due to increasing population, thus the possibility of utilization of residues from other wood using industries or other lignocellulosic raw materials should be investigated. The boards made for this study contained *Haloxylon sp.* and wheat straw at 0 to 100, 75 to 25, 50 to 50 and 25 to 75 ratio as raw material. Samples of all the boards made were tested by the methods described in DIN 68763 standard, to obtain mean values of bending strength, internal bond strength (IB) and thickness swelling.

The results of this study show that there are no statistical differences among each combination for MOR and MOE but with increasing the percentage of wheat straw the MOR of boards was found to increase.

There are statistical differences among each combination of IB wheat straw had the lowest IB, where as the highest IB were observed on the boards with 100 percent *Haloxylon sp.*

In addition samples of each type of board were tested for thickness swelling (T.S) after immersion in water for 2 and 24 hours respectively, and the results indicate that there are statistical differences among each combinations and the lowest thickness swelling value was belong to the boards with 100 percent *Haloxylon sp.* which had the highest IB. It was also observed that the board made of *Haloxylon sp.* and wheat straw at 25 to 75 ratios had the highest T.S immersion in water after 2 and 24 hours.

Key word: particleboard, *Haloxylon sp.*, wheat straw, MOR and IB.

