

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آو ساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی



بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی چوب صنوبر تیمار شده با رزین فنل فرم آلدئید

فرشید فرجی^{۱*}، هدایت اله امینیان^۱، وحید وزیری^۱، محسن یکه‌خانی^۲

^۱استادیار گروه علوم و صنایع چوب دانشگاه گنبد کاووس، ^۲دانش آموخته کارشناسی ارشد حفاظت چوب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

چکیده

در این مطالعه به منظور بررسی اثر تثبیت رزین فنل فرم آلدئید^۲ در دیواره و حفره چوب صنوبر بر خواص فیزیکی و مکانیکی آن کرده بینه‌هایی از این گونه از منطقه استان گلستان قطع گردید و نمونه‌هایی بر اساس استاندارد DIN-D143 تهیه شد. نمونه‌های مذکور توسط رزین فنل فرم آلدئید از نوع رزول محلول در اتانول، با رزین خالص و رزین با ۵ درصد حلال و رزین با ۱۰ درصد حلال با روش غوطه‌وری به مدت ۲۴ ساعت اشباع شدند. در نمونه‌های تیمار شده و شاهد وزن مخصوص وزن، درصد همکشیدگی و واکشیدگی، میزان جذب آب، درجه سختی، مقاومت به خمش، مقاومت به نگهداری پیچ اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد میزان واکشیدگی و همکشیدگی نمونه‌های تیمار شده با رزین فنل فرم آلدئید در سه غلظت ذکر شده نسبت به نمونه‌های شاهد تیمار نشده کاهش نداشته ولی جذب آب کمتری مشاهده گردید. نتایج حاصل از سختی بهبود معنی داری را نشان نداد ولی مقاومت به نگهداری پیچ و مقاومت خمشی نمونه‌های تیمار شده بدلیل تثبیت رزین در بافت چوب صنوبر به میزان قابل توجهی بهبود یافت.

واژه‌های کلیدی: فنل فرم آلدئید، صنوبر، خواص فیزیکی، خواص مکانیکی، تثبیت رزین

۱- مقدمه

آگاهی از خواص و ویژگی‌های مواد کمک می‌نماید تا بتوان قابلیت کاربردی مواد را در زمینه‌های مختلف مشخص و همچنین با سایر مواد مقایسه نمود. چوب به عنوان ماده آلی که از درخت به دست می‌آید دارای طبیعت خاص خود می‌باشد و از زمان پیدایش انسان تا کنون همواره به عنوان یک ماده اولیه مهم مطرح بوده است چرا که همواره از چوب در ساخت وسایل و ابزارهای مورد نیاز خود بهره می‌گرفتند بنابراین شناخت ویژگی‌های آن با توجه به کاربرد آن در زندگی بشر حائز اهمیت بوده و به کارگیری روشهای متنوع جهت بهبود خواص آن با توجه به نوع کاربرد آن امری ضروری می‌نماید. سراسر تاریخ گویای این نکته است که جوامع رو به رشد و در حال توسعه، فشار شدیدی بر منابع جنگلی وارد آورده‌اند حتی آن را در حد غیر قابل بازگشت، تخریب نموده‌اند. هنوز نیز روند به یغما بردن فرآورده‌های جنگلی در برخی کشورها ادامه دارد. این تاراج گنجینه‌های جنگلی نه تنها باعث کمبود عرضه‌ی چوب در بازارهای جهانی می‌شود بلکه بلاهایی همچون توفان شن، سیل، و انقراض برخی گونه‌های گیاهی و جانوری را سبب می‌شود. از این رو، لازم است اولاً فرهنگ کاشت درختان در زمین‌های موجود، گسترش یابد تا نیاز چوبی برآورده گردد، ثانیاً دوام چوب‌های موجود را افزایش دهیم تا هم فشار کمتری به جنگل‌ها وارد شده و چوب‌های کمتری قطع شود (تقی‌یاری، ۱۳۸۷). صنوبر در گروه پهن برگان پراکنده آوند می‌باشد. چوب صنوبر سبک بوده و با داشتن جرم ویژه کمتر از ۰/۵ گرم بر سانتیمتر مکعب در گروه پهن برگان خیلی سبک طبقه بندی می‌شود. از نظر درجه سختی نیز در گروه چوب‌های خیلی نرم قرار می‌گیرد. چوب فاقد بو و طعم بوده و دارای رنگ روشن است. صنوبر از خانواده‌ی بیدیان است. بیش از ۳۰ گونه‌ی صنوبر در سراسر جهان ثبت شده است. درختان خانواده‌ی بیدیان (اعم از گونه‌های بید یا گونه‌های صنوبر) دارای پراکنش بسیار وسیعی می‌باشند (مظفریان، ۱۳۸۳).

*far_faraji@yahoo.com

² Water soluble Resol



این گونه از تندرشدترین درختان نیمکره‌ی شمالی به شمار می‌رود که میانگین رویش سالیانه‌اش در هکتار، حدود ۱۰ تا ۲۵ متر مکعب است (Dickmann, ۲۰۰۶). همه‌ی گونه‌های صنوبر، به سادگی با قلمه، تکثیر می‌شوند؛ رشدشان سریع و دارای چوبی سفید و یک‌دست هستند. کاشت‌شان علاوه بر اینکه به صورت تک‌درخت و یا ردیفی امکان‌پذیر است، در شکل انبوه بی‌شبه مانند نیز می‌تواند به عنوان بادشکن و دیواره‌ی سبز مورد استفاده قرار گیرد. درآمد حاصل از صنوبر کاری نیز قابل توجه است. از این رو، صنوبرکاران می‌توانند با کاشت گونه‌های پرمحصول و با رعایت نکات فنی‌ی مندرج در نشریه‌های تخصصی، تولید و درآمدشان را تا دو برابر افزایش دهند (باقری، ۱۳۸۲). مجموعه‌ی این ویژگی‌ها باعث شده است تا در بیشتر نقاط ایران، بسته به شرایط آب‌وهوایی، کاشت گونه‌های مختلفی از صنوبر به صورت گسترده، مورد توجه قرار گیرد. از حدود ۳۰ گونه‌ی مختلفی که از جنس صنوبر در دنیا شناسایی شده است، چهار گونه‌ی آن (صنوبرسیاه، که دارای دو گونه یعنی تبریزی و شالک، صنوبر سفید، که دارای دو گونه کبوده شیرازی، کبوده بومی، سفید پلت، پده در ایران یافت می‌شود که به عنوان گونه‌های بومی ایران معرفی شده‌اند (مظفریان، ۱۳۸۳). در صنعت چوب و به خصوص فرآورده‌های مرکب چوب چسب‌ها از ضروری‌ترین مواد هستند که برای تخته خورده چوب، تخته لایه و بسیاری از فرآورده‌های دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند از بین چسب‌ها فنل فرم الدئید بیشترین کاربرد را در این صنعت دارد (Roger ۱۹۹۴). Bakar و همکاران (۲۰۰۸) چوب کاج سفید را با فنل فرم آلدئید در سه سطح شاهد، ۲۵ درصد و ۵۰ درصد تیمار کردند تا مقاومت آن در برابر موربانه و قارچ پوسیدگی سفید مورد آزمایش قرار دهند. نتایج آزمایشات نشان داد که تیمار با عظت ۵۰ درصد بیشترین مقاومت را در برابر موربانه‌ها و قارچ پوسیدگی سفید دارا بوده است. همچنین Bakar و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیقی دیگر چوب گونه‌های مختلف را با رزین فنل فرم الدئید تیمار کردند و گزارش‌های آن‌ها پس از بررسی نتایج مبنی بر این بود که نمونه‌های تیمار شده با این رزین افزایش مقاومت بیولوژیکی و همچنین مکانیکی داشته‌اند (Chong و همکاران ۲۰۱۰، Amarullah و همکاران ۲۰۱۰). نتایج آزمایشات برون چوب اشباع شده با رزین فنل فرم الدئید (Ryu و همکاران ۱۹۹۱) و همچنین درون چوب تیمار شده با این رزین (آکی و همکاران ۲۰۱۱) نشان داد که نمونه‌های تیمار شده در برابر موربانه و قارچ مقاومت بیشتری از نمونه‌های شاهد داشتند. یکی از دلایل مهمی که این رزین مقاومت چوب را پس از تیمار افزایش می‌دهد فشردگی و سفت شدن بیش از حد این رزین در داخل و سطح چوب می‌باشد (Rowel و همکاران ۲۰۰۵، Bakar و همکاران ۲۰۰۸، Loh و همکاران ۲۰۱۱). پژوهش‌های پیشین اثرات مثبت رزین فنل فرمالدئید را در برابر قارچ‌ها و موربانه‌ها بررسی کرده‌اند با توجه به اهمیت خواص فیزیکی و مکانیکی چوب این پژوهش با هدف افزایش مقاومت این خواص انجام می‌گیرد.

۲- مواد و روش‌ها

این تحقیق در آزمایشگاه صنایع چوب دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد گنبد کاووس انجام شد. در این تحقیق، تعدادی گردنه‌ی بینه سالم درخت صنوبر از منطقه استان گلستان تهیه شد. گردنه‌ی بینه‌ها به الوار تبدیل و به مدت چهل روز در فضای سر پوشیده به رطوبت تعادل محیط رسیدند. از الوارهای خشک شده، نمونه‌های آزمونی تهیه گردید. نمونه‌ها از سطح شعاعی از مغز به طرف پوست جدا و اندازه‌بری شدند. برای اندازه‌گیری خواص فیزیکی، بر اساس استاندارد DIN-D143 نمونه‌ها بی به ابعاد ۲×۲×۲ سانتی مترمکعب تهیه گردیده و آزمایش‌های مربوطه که شامل توزین و اندازه‌گیری ابعاد بود صورت گرفت. در مرحله اول میزان حجم و وزن مرطوب نمونه‌ها با استفاده از کولیس و کاربرد ترازوی دیجیتال با دقت ۰.۰۰۱ اندازه‌گیری شد. در مرحله دوم نمونه‌ها در داخل اتوو به مدت ۲۴ ساعت و در دمای 103±2 درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا نمونه‌ها کاملاً خشک (انیدر) شوند سپس میزان حجم و وزن نمونه‌های خشک شده مجدداً تعیین گردید. در مرحله سوم، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت با قرار دادن وزنه داخل آب قرار گرفتند. سپس وزن و حجم اشباع شده نمونه‌ها اندازه‌گیری گردید. پس از انجام کامل مراحل فوق، خواص فیزیکی چوب نظیر همکشیدگی و واکشیدگی در جهات شعاعی، مماسی و همکشیدگی و واکشیدگی حجمی محاسبه شد. نمونه‌ها تهیه شده به سه گروه تقسیم و در رزین‌های آماده شده (خالص، ۵ درصد اتانول و ۱۰ درصد اتانول) به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند. سپس نمونه‌ها را از رزین خارج



کرده و به مدت ۲۴ ساعت در آون خشک شدند. سپس نمونه ها از اتو خارج و به دسیکاتور به مدت ۱۵ دقیقه منتقل شدند. مجدداً حجم و وزن نمونه‌ها اندازه گیری شد، سپس نمونه های خنک شده به درون انکوباتور با شرایط فوق منتقل گردیدند. در پایان نمونه ها در آب مقطر قرار گرفته و پس از ۲۴ ساعت، حجم نمونه ها اندازه گیری شد. جهت محاسبه همکشیدگی و واکشیدگی و تعیین ثبات ابعادی از فرمول زیر استفاده شد.

$$\beta = \frac{V_s - V_o}{V_o} \times 100$$

همکشیدگی حجمی

$$V_s = \text{حجم اشاع} \quad V_o = \text{حجم انیدر}$$

واکشیدگی حجمی

$$\alpha = \frac{V_s - V_o}{V_s} \times 100$$

برای سنجش میزان سختی بر اساس استاندارد فرانسوی NFB51013 نمونه‌ها مورد آزمون قرار گرفتند. ابعاد نمونه‌ها ۶×۲×۲ سانتیمتر مکعب و تا حد امکان با برش کاملاً شعاعی و مماسی تهیه شدند. میزان نفوذ تیغه (فک استوانه‌ای شکل) که قطری برابر ۳۰ میلیمتر داشت تحت نیروی ۲۰۰ کیلوگرم (معادل با ۱۹۶۰ نیوتن) و با سرعت ثابت ۰/۵ mm/min بر روی سطح شعاعی در دو نقطه انجام شد و عدد میانگین برای هر سطح منظور گردید. جهت سهولت اندازه‌گیری عمق و پهنای نفوذ فک استوانه‌ای، کاغذ مخصوص ثبت بین چوب و فک قرار داده شد. پس از اتمام آزمایش، پهنی حاصل از فشار بر روی هر سطح در دو نقطه انجام و عدد میانگین محاسبه شد. با توجه به پهنی بوجود آمده در نمونه‌ها و با استفاده از فرمول زیر میزان عمق نفوذ برای آنها محاسبه و ثبت گردید.

$$X = R - \frac{1}{2} \sqrt{r^2 - a^2}$$

$$X = \text{عمق نفوذ تیغه در چوب} \quad R = \text{شعاع تیغه (فک)} \quad a = \text{پهنی حاصل از فشار}$$

و با توجه به این موضوع که میزان R=15 سانتیمتر می باشد این رابطه به شکل زیر محاسبه شد:

$$X = 15 - \frac{1}{2} \sqrt{900 - a^2}$$

مقدار نفوذ تیغه با سختی چوب نسبت عکس نشان می‌دهد؛ هر قدر مقدار نفوذ کمتر باشد سختی چوب زیاد و هر قدر نفوذ بیشتر باشد سختی چوب کمتر خواهد بود؛ از این رو درجه سختی چوب عکس مقدار نفوذ می‌باشد.

$$N = \frac{1}{x}$$

$$N = \text{درجه سختی چوب} \quad X = \text{عمق نفوذ تیغه در چوب}$$

با توجه به تغییر هماهنگ جرم ویژه و درجه سختی چوب رابطه ای نیز برای آن وجود دارد که آنرا ضریب سختی چوب می‌نامند:

$$Cd = \frac{N}{d^2}$$

$$D = \text{جرم ویژه چوب} \quad N = \text{درجه سختی چوب}$$



نمونه‌های آزمونی صنوبر برای تعیین مدول گسیختگی (MOR) در آزمون مقاومت خمشی به صورت قطعات مکعبی طولی و بدون هیچ گونه ترک و گره یا هر گونه عیب دیگر مطابق استاندارد فوق در ابعاد $2 \times 2 \times 38$ سانتی‌متر تهیه شد. برای انجام آزمون، از دستگاه تعیین مقاومت‌های مکانیکی چوب آزمایشگاه مکانیک دانشگاه علوم کشاورزی گنبد استفاده شد. برای تعیین نیرو در نقطه شکست از این دستگاه با سرعت بار گذاری ۴ میلی‌متر بر دقیقه استفاده شد. در پایان آزمایش‌های فوق، برای محاسبه مقاومت خمشی از رابطه زیر استفاده شد.

$$MOR = \frac{1/5 FL}{bd^2} \text{ N/mm}^2 \text{ or MPa}$$

۱. F = نیرو در نقطه شکست (نیوتن)

۲. L = فاصله بین دو تکیه‌گاه (mm)

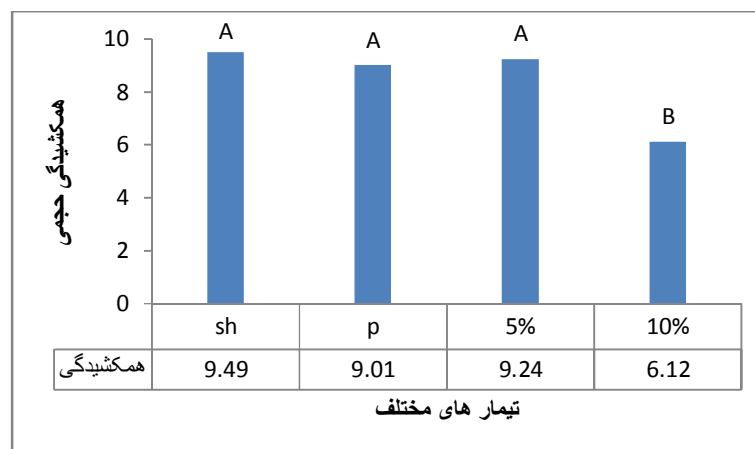
۳. b = پهنا (عرض) نمونه (mm)

۴. d = ضخامت نمونه (mm)

تجزیه و تحلیل نتایج این بررسی با آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی انجام گردید و اثرات مستقل و متقابل عوامل متغیر بر مقاومت خمشی در سطح اعتماد ۵ درصد ارزیابی شد. همچنین گروه بندی میانگین‌ها براساس آزمون دانکن صورت پذیرفت.

۳- نتایج

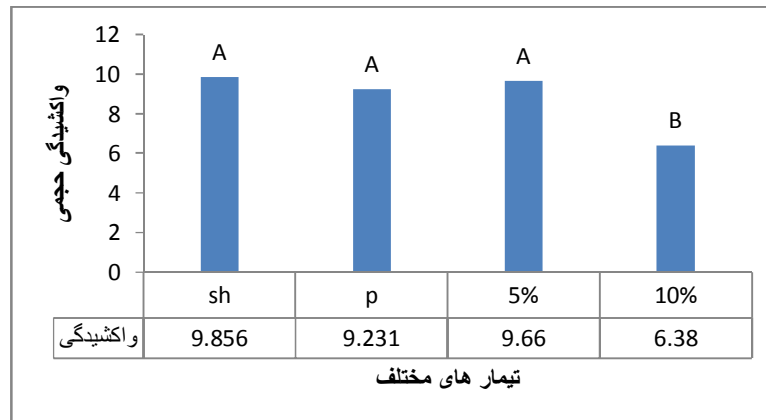
نتایج تحقیقات نشان داد که درگونه صنوبر، پس از ۲۴ ساعت قرار گرفتن در رزین، همکشیدگی نمونه‌های تیمار شده با رزین پایه، ۵ درصد، ۱۰ درصد و شاهد به ترتیب ۹/۴۹، ۶/۱۲، ۹/۹، ۲۴/۰۱ درصد به دست آمد. این داده‌ها نشان می‌دهد که نمونه‌های تیمار شده با رزین ۱۰ درصد اتانول کمترین میزان همکشیدگی را داشتند. تجزیه تحلیل حاصل از داده‌ها نشان داد که نمونه‌های تیمار شده با رزین پایه، ۵ درصد اتانول نسبت به نمونه‌های شاهد اخلاف معنی داری نداشتند ولی نمونه‌های تیمار شده با رزین ۱۰ درصد از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با نمونه‌های شاهد داشتند. (شکل ۱).



شکل ۱- میزان همکشیدگی گونه صنوبر در تیمارهای مختلف
Sh: شاهد، p: رزین پایه، 5%: رزین با ۵٪ حلال اتانول، ۱۰٪: رزین با ۱۰٪ حلال اتانول

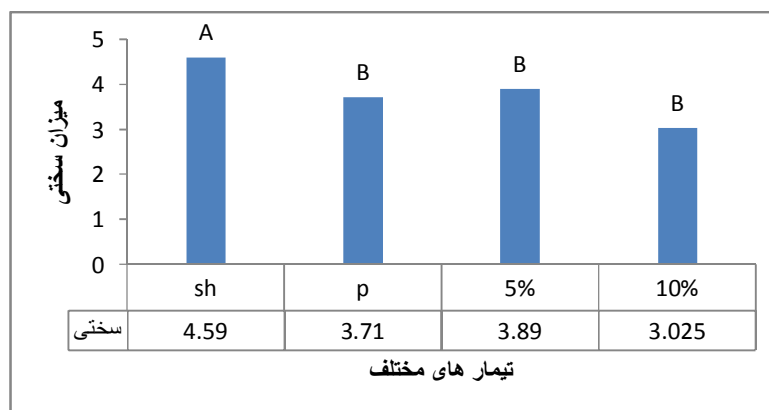


نتایج مربوط به بررسی واکشدگی نمونه‌ها نشان داد که پس از تیمار با رزین در تیمارهای مختلف، واکشدگی حجمی نمونه‌های تیمار شده با رزین پایه، ۵ درصد، ۱۰ درصد و شاهد به ترتیب ۹/۲۳۱، ۹/۶۶، ۶/۳۸ و ۹/۸۵۶ درصد به دست آمد که نمونه‌های تیمار شده با رزین ۱۰ درصد اتانول کمترین میزان واکشدگی را داشتند. تجزیه تحلیل حاصل از داده‌ها نشان داد که نمونه‌های تیمار شده با رزین پایه، ۵ درصد اتانول نسبت به نمونه‌های شاهد اختلاف معنی داری نداشتند ولی نمونه‌های تیمار شده با رزین ۱۰ درصد از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با نمونه‌های شاهد داشتند. (شکل ۲).



شکل ۲- میزان واکشدگی گونه صنوبر در تیمارهای مختلف
Sh: شاهد، p: رزین پایه، 5%: رزین با ۵٪ حلال اتانول، ۱۰%: رزین با ۱۰٪ حلال اتانول

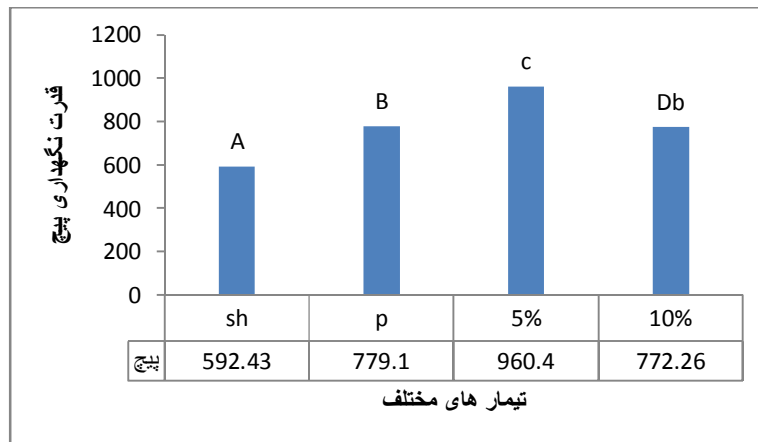
مطابق نتایج به دست آمده میانگین مقدار سختی نمونه‌های تیمار شده با رزین پایه، ۵ درصد، ۱۰ درصد و شاهد به ترتیب ۳/۷۱، ۳/۸۹، ۳/۰۲ و ۴/۵۹ نیوتن بر میلی‌متر مربع به دست آمد. تجزیه تحلیل‌های آماری نشان داد که بین نمونه‌های تیمار شده (در سه تیمار رزین) و شاهد اختلاف معنی داری از لحاظ آماری وجود داشت که این نتایج نشان می‌دهد در هر سه تیمار میزان سختی کاهش یافته است (شکل ۳).



شکل ۳- میزان سختی گونه صنوبر در تیمارهای مختلف
Sh: شاهد، p: رزین پایه، 5%: رزین با ۵٪ حلال اتانول، 10%: رزین با ۱۰٪ حلال اتانول.



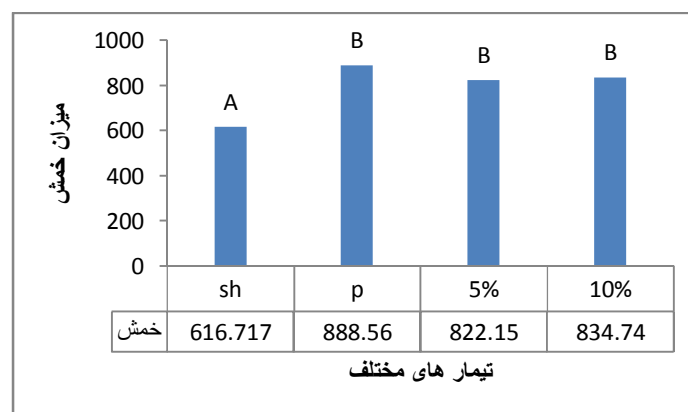
مطابق نتایج به دست آمده میانگین مقدار مقاومت به نگهداری پیچ نمونه‌های تیمار شده با رزین پایه، ۵ درصد، ۱۰ درصد و شاهد به ترتیب ۷۷۹/۱، ۹۶۰/۴، ۷۷۲/۲ و ۵۹۲/۴ نیوتن بر میلی‌متر مربع به دست آمد. تجزیه و تحلیل آماری نتایج نشان داد که بین نمونه‌های تیمار شده (در سه تیمار رزین) و شاهد اختلاف معنی داری وجود دارد که نمایانگر افزایش قابل توجه ای در هر سه تیمار می‌باشد. بیشترین بهبودی در رزین ۵ درصد مشاهده گردید (شکل ۴).



شکل ۴- میزان قدرت نگهداری پیچ در گونه ی صنوبر

Sh: شاهد، p: رزین پایه، 5%: رزین با ۵٪ حلال اتانول، 10%: رزین با ۱۰٪ حلال اتانول.

نتایج محاسبات آماری مقایسه میانگین‌ها نشان دادند که بین نمونه‌های شاهد و تیمار شده با رزین پایه، ۵ درصد، ۱۰ درصد اختلاف معنی دار وجود دارد. مقاومت به خمش در نمونه‌های تیمار شده با رزین پایه، ۵ درصد، ۱۰ درصد و شاهد به ترتیب ۸۸۸/۵۶، ۸۲۲/۱۵، ۸۳۴/۷۴ و ۶۱۶/۷۱۷ نیوتن بر میلی‌متر مربع به دست آمد که بیشترین بهبود در رزین پایه مشاهده شد (شکل ۵).



شکل ۵- میزان مقاومت به خمش در تیمار های مختلف با رزین

Sh: شاهد، p: رزین پایه، 5%: رزین با ۵٪ حلال اتانول، 10%: رزین با ۱۰٪ حلال اتانول.



نتایج این تحقیق نشان داد که تیمار آغشته کردن نمونه های چوب به رزین فنل فرم الدئید مقاومت فیزیکی و مکانیکی را تا حدی افزایش می دهد. تیمار چوب با این رزین موجب افزایش خواص فیزیکی و مکانیکی می شود که این پدیده با این تئوری توضیح داده می شود: وقتی نمونه های چوب با این رزین آغشته می شوند و در معرض حرارت قرار می گیرند رزین موجود در حفرات سلولی و سطح چوب پلیمر شده و به ماده سختی تبدیل میشود (Rowel و همکاران ۲۰۰۵، Bakar و همکاران ۲۰۰۸، Loh و همکاران ۲۰۱۱) که در نتیجه باعث می شود مقاومت فیزیکی و مکانیکی چوب افزایش یابد. و همچنین به دلیل پایین بودن دانسیته این رزین می توان به این تئوری اشاره کرد که باعث افزایش خواص فیزیکی میشود (Bakar و همکاران ۲۰۰۸). چون هرچقدر جرم مخصوص ماده ای کمتر باشد در نتیجه جذب آب کمتری نیز خواهد داشت که جذب آب کمتر برابر با میزان همکشیدگی و واکشیدگی کمتر می باشد. نتایج آزمایش های فیزیکی نشان داد که میزان همکشیدگی و واکشیدگی در نمونه های تیمار شده کمتر از نمونه های شاهد بود و این اختلاف در نمونه های تیمار شده با رزین ۱۰ درصد بیشتر بود که نشان دهنده این است که با افزایش غلظت اتانول در فنل فرم الدئید می توان این مقاومت ها افزایش داد که دلیل این افزایش مقاومت می تواند به لیل نفوذ رزین به درون حفرات و دیواره های سلولی باشد و به دلیل اینکه پس از انجام اشباع این نمونه ها در معرض حرارت قرار گرفته اند چسب موجود در حفرات و دیواره ها پلیمر شده و دچار آب شویی نشود که همین امر موجب کمتر شدن جذب آب و در نتیجه ثبات ابعاد را در نمونه های چوب ایجاد خواهد شد. همچنین نتایج این تحقیق در نمونه های مکانیکی نیز نشان داد که رزین فنل فرم الدئید باعث افزایش مقاومت سختی، خمش و پیچ می شود. در مورد این افزایش می توان گفت که این رزین وقتی در معرض حرارت قرار گرفته و پلیمر می شود سطحی سخت بر روی چوب ایجاد می شود که باعث افزایش مقاومت به سختی و پیچ می شود (Rowel و همکاران ۲۰۰۵) نتایج آزمون مقاومت خمش نشان داد که نمونه های تیمار شده با اتانول پایه بیشترین مقاومت را داشت که ممکن است دلیل این پدیده حالت الاستیکی این رزین باشد که باعث افزایش مقاومت به خمش شود. نتایج این تحقیق نشان داد که با تیمار نمونه ها با رزین فنل فرم الدئید می توان مقاومت فیزیکی و مکانیکی چوب را افزایش داد که با افزایش درصد اتانول در این رزین می توان نتایج بهتری گرفت.

منابع

- ۱- باقری، ر. ۱۳۸۲. صنوبرکاری (کاشت، داشت، مصارف). نشر پونه. دفتر ترویج و مشارکت مردمی با همکاری بخش صنوبر موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع و دفتر جنگلکاری پارکهای وزارت جهاد کشاورزی.
- ۲- تقی یاری، ح. ۱۳۸۷. ارزیابی ویژگیهای جوان چوب و بالغ چوب گونه های *Populus deltoides* (۶۹/۵۵) و *Populus × euroamericana* (cv. I-۲۱۴). شماره ۷ و ۶ و ۴ و ۳ سال انتشار ۱۳۸۰ و ۱۳۷۹ و ۱۳۸۷
- ۳- مظفریان، و. ۱۳۸۳. درختان و درختچه های ایران؛ انتشارات فرهنگ معاصر؛ ۱۰۰۳ صفحه.
- 4- AikFei, A. 2010. Properties and Decay Resistance of Mahang (*Macaranga sp.*) Treated with Phenolic Resin and Acrylic Monomer Using Vacuum-pressure Process. M.Sc. Thesis. Universiti Putra Malaysia, Serdang, Malaysia.
- 5- Amarullah, M., Bakar, E.S., Ashaari, Z., Sahri, M.H., Febrianto, F. 2010. Reduction of formaldehyde emission from phenol formaldehyde treated oil palm wood through improvement of resin curing state. *Journal of Tropical Wood Science and Technology* 8, 9e14.
- 6- Bakar, E.S., Paridah, M.T., Febrianto, F., Sahri, M.H., Tang, W.C. 2008b. Properties enhancement of oil-palm wood through modified compreg method: a comprehensive solution to oil palm wood's properties flaws. In: Paridah, M.T., Abdullah, L.C., Ibrahim, W.A., Asa'ari, A.Z.M., Mokhtar, A., Wan Hasan, W.H., Harun, J. (Eds.), *Utilization of Oil Palm Tree: Strategizing for Commercial Exploitation*. INTROP-UPM, Selangor, pp. 99e112.



- 7- Bakar, E.S., Sahri, M.H., H'ng, P.S. 2008a. Anatomical characteristics and utilization of oil palm wood. In: Nobuchi, T., Sahri, M.H. (Eds.), The Formation of Wood in Tropical Forest Tress: a Challenge from the Perspective of Functional Wood Anatomy. UPM Press, Selangor, pp. 161e180.
- 8- Chong, Y.W., Bakar, E.S., Ashaari, Z., Sahri, M.H. 2010. Treatment of oil palm wood with low-molecular weight phenol formaldehyde resin and its planing performance. Wood Research Journal 1, 7e12.
- 9- Dickmann, Donald . 2006. Silviculture and Biology of Short-Rotation Woody Crops in Temperate Regions: Then and Now; Department of Forestry, Michigan State Univ., East Lansing, MI 48824-1222, USA.
- 10- Edi Suhaimi Bakar, Jun Hao a, Zaidon Ashaaria, Adrian Choo Cheng Yong. 2013. Durability of phenolic-resin-treated oil palm wood against subterranean termites a white-rot fungus.
- 11- Loh, Y.F., Paridah, M.T., Hoong, Y.N., Bakar, E.S., Anis, M., Hamdan, H. 2011. Resistance of phenolic-treated oil palm stem plywood against subterranean termites and white-rot decay. International Biodeterioration and Biodegradation 65, 14e17
- 12- Roger M. R., 1994. Kimia Kayu Padu, Edisi Kedua terjemahan Suhaimi Muhammed dan Halimahton Haji Mansor, Percetakan Dewan Bahasa dan Pustaka.
- 13- Rowel, R.M., 2005. Chemical modification of wood. In: Rowel, R.M. (Ed.), Handbook of Wood Chemistry, Wood Composite. CRC Press, Boco Raton, pp. 381e420
- 14- Ryu, J.Y., Takahashi, M., Imamura, Y., Sato, T., 1991. Biological resistance of phenol- resin treated wood. Mokuzai Gakkaishi 37, 852e858.

SID



سرویس های
ویژه



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



عضویت در
خبرنامه



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آوساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی