DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijwpr.2014.6279

فصلنامهٔ علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران

جلد ۲۹، شماره ۳، صفحه ۳۹۸-۳۹۰، (۱۳۹۳)

تأثیر تیمار شیمیایی الیاف در جلوگیری از تخریب بیولوژیکی تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF)

رضا حاجی‌حسنی[۱*] و سیده معصومه زمانی[۲]

۱*- نویسنده مسئول، کارشناس ارشد مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران

پست‌الکترونیک: Reza.Hajihassani@gmail.com

۲- دانشجوی دکترا دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۳

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی تأثیر تیمار شیمیایی استیلاسیون در جلوگیری از تخریب قارچ عامل پوسیدگی سفید و قارچ عامل پوسیدگی قهوه‌ای انجام شد. الیاف تهیه شده تحت چهار سطح تیمار شیمیایی (زمان استیلاسیون صفر، ۳۰، ۹۰ و ۲۷۰ دقیقه) قرار گرفته و بعد اقدام به ساخت تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF) گردید که با در نظر گرفتن سه تکرار برای هر سطح از تیمارها، در مجموع ۱۲ تخته آزمایشگاهی ساخته شد. نتایج در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی متعادل تحت آزمایش فاکتوریل تجزیه و تحلیل شدند. نتایج به‌دست آمده نشان داد با افزایش شدت تیمار استیلاسیون مقاومت بیولوژیک تخته‌ها افزایش قابل ملاحظه‌ای پیدا کرد. به‌طوری‌که بالاترین میزان کاهش وزن پس از ۱۶ هفته مجاورت با قارچ عامل پوسیدگی سفید و قهوه‌ای، مربوط به نمونه‌های شاهد (تیمار نشده) بودند که به‌ترتیب برابر با ۳۹/۹۶ و ۴۹/۳۱ درصد بود و پایین‌ترین میزان کاهش وزن مربوط به نمونه‌های تیمار شده در شدت استیلاسیون ۱۵/۸ درصد بود که به‌ترتیب برابر با ۱/۶۰۵ و ۱۶/۹۳ درصد بود. به عبارت دیگر با افزایش شدت استیلاسیون تا ۱۶٪ افزایش وزن، شدت تخریب قارچ رنگین‌کمان در طی ۱۶ هفته به میزان ۹۵/۳٪ کاهش یافت، که این نکته در مورد قارچ پوسیدگی قهوه‌ای به حدود ۶۶/۴۴٪ رسید. بنابراین نتایج به‌دست آمده حکایت از تأثیر مثبت استیلاسیون در جلوگیری از تخریب قارچی داشت.

واژه‌های کلیدی: استیلاسیون، تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF)، قارچ عامل پوسیدگی سفید، قارچ عامل پوسیدگی قهوه‌ای، شدت افزایش وزن (WPG)

مقدمه

چوب و مواد لیگنوسلولزی عمدتاً دارای خاصیت هیگروسکوپیک (رطوبت دوستی) می‌باشند. بنابراین کنترل جذب رطوبت یکی از اساسی‌ترین مباحث تکنولوژی چوب و مهمترین اهداف در سازه‌ها و محصولات مرکب چوبی برای جلوگیری از تغییر در ساختار فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی است. در سال‌های اخیر سعی شده است که با استفاده از روش‌های متعدد اصلاحی ازجمله روش اصلاح شیمیایی، ویژگی‌های این مواد را اصلاح نمود و آنها را برای کاربردهایی با قابلیت‌های فراتر از آنچه که تاکنون به کار می‌روند مورد استفاده قرار داد. اصلاح شیمیایی چوب و واکنش شیمیایی بین برخی از بخش‌های فعال اجزای تشکیل‌دهنده چوب (سلولز، همی‌سلولز، لیگنین) با یک ماده شیمیایی ساده است که در نهایت منجر به ایجاد پیوند بین چوب و ماده شیمیایی می‌گردد (Larsson, Rowell, 1975; 1998). گروه‌های هیدروکسیلی (OH) بسپارهای

تشکیل‌دهنده چوب (سلولز، همی‌سلولز، لیگنین) فعالترین محل انجام این واکنش‌ها می‌باشند. این گروه‌ها (OH) به دلیل ایجاد پیوندهای هیدروژنی با آب در ناپایداری ابعادی چوب و همچنین در انتشار آنزیم‌های عوامل مخرب بیولوژیک چوب مانند قارچ‌ها و ایجاد شرایط مساعد زیستی میکروارگانیسم‌ها نقش دارند (Matsuda, 1996).

در این پژوهش ابتدا از چوب صنوبر الیاف تهیه شد و بعد تیمار استیلاسیون بر روی آنها انجام شد. در مرحله بعد با استفاده از الیاف تیمار شده اقدام به ساخت تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF) گردید و در نهایت نمونه‌های تهیه شده تحت تأثیر قارچ عامل پوسیدگی سفید و قهوه‌ای قرار گرفتند. نتایج به‌دست آمده در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی متعادل تحت آزمایش فاکتوریل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

در مورد اثر چندین روش استیله کردن بر روی مقاومت تخته خرده‌چوب در برابر قارچ‌ها پژوهش‌هایی انجام شده است و نتایج نشان داده‌اند که استیله کردن باعث افزایش مقاومت تخته خرده‌چوب‌ها در برابر قارچ‌ها می‌گردد (Mohebby, Takahashi, 1996; Nilsson, *et al.*,1988; Larsson, *et al.*,1987; 2003). در بررسی‌های Westin (۱۹۹۸) نیز مشخص گردید که در کامپوزیت‌های تولید شده از الیاف چوبی استیله شده، مقاومت در برابر عوامل مخربی نظیر قارچ‌ها، باکتری‌ها و حشرات افزایش می‌یابد.

Nishimoto و Imamura (۱۹۸۵) نیز از صنوبر تخته‌خرده‌چوبهایی تهیه نموده و اظهار داشتند که تخریب توسط قارچ Trametes Versicolor (قارچ رنگین‌کمان) در تخته‌هایی که ۵۰٪ آنها از ذرات استیله شده تشکیل‌شده است بسیار کند بوده و در تخته‌هایی که فقط از ذرات استیله شده شکل گرفته‌اند هیچ تخریبی مشاهده نمی‌گردد که این موضوع بیانگر افزایش دوام چوب یا فراورده‌ی چوبی در اثر استیلاسیون می‌باشد.

Rowell و همکاران (۱۹۸۷a) پس از آزمایش‌های متعدد به این نتیجه دست یافتند که تخته‌تراشه‌های حاصل از استیلاسیون تراشه‌های صنوبر در برابر حمله قارچ‌های عامل پوسیدگی سفید و قهوه‌ای مقاومت بسیار خوبی از خود نشان می‌دهند. Takahashi (۱۹۹۶) در زمینه ویژگی‌های بیولوژیکی چوب اصلاح شده نشان داد که گروه‌های هیدروکسیلی نه تنها محل‌های جذب آب می‌باشند بلکه محلی برای اغلب واکنش‌های آنزیمی نیز محسوب می‌گردند. قارچ‌ها، موریانه‌ها و باکتری‌ها دارای سیستم‌های آنزیمی خاصی می‌باشند که قادر هستند بسپارهای دیواره سلولی را به واحدهای قابل جذب تبدیل کنند. بنابراین اگر ماده زمینه این آنزیم‌ها از نظر شیمیایی تغییر یابد آنزیم‌های مزبور نمی‌توانند بر روی آن ماده و چوب و مواد لیگنوسلولزی تأثیر بگذارند.

اندازه‌گیری کاهش جرم چوب‌های مورد حمله قارچ قهوه‌ای توسط Ohkoshi و همکاران (۱۹۹۹) مبین اثربخش بودن تیمار استیله کردن در آنهاست و نشان می‌دهد که شدت استیلاسیون ۱۰٪ برای کاهش تخریب عامل پوسیدگی قهوه‌ای مؤثر می‌باشد ولی احتمالاً با افزایش شدت تیمار تا ۲۰٪ حمله قارچ متوقف می‌شود.

Okino و همکارانش (۱۹۹۸) پس از بررسی‌های تخته تراشه‌های استیله شده با شدت‌های مختلف به این نتیجه رسیدند که مقاومت تخته استیله شده در برابر قارچ‌های عامل پوسیدگی سفید و قهوه‌ای بیشتر از نمونه‌های استیله نشده است. البته در مقایسه با عامل پوسیدگی سفید، قارچ عامل پوسیدگی قهوه‌ای تا حدودی به این تخته‌ها حمله‌ور می‌شود.

افزایش مقاومت بیولوژیک در برابر قارچ پوسیدگی سفید را می‌توان به سازوکار تخریب آن ارتباط داد. قارچ‌های عامل پوسیدگی سفید دارای آنزیم‌های درشت آبکافت‌کننده‌ای می‌باشند که نیازمند بستری از لایه‌های آب هستند تا بتوانند به جایگاه‌های تخریب دسترسی پیدا کنند (and Zabel, 1992; Eriksson Morrell, *et al.*, 1990)، بنابراین بر اثر استیلاسیون و بروز پدیده حجیم‌شدگی ذرات چوب (Sander, Jose villalone, 2001; *et al.*, 2003) و بسته‌تر شدن منافذ عملاً دسترسی این آنزیم‌ها با اشکال مواجه می‌گردد.

Rowell و همکاران (۱۹۹۴) طی بررسی‌هایی که بر روی شدت واکنش استیلاسیون بسپارهای مختلف دیواره سلولی انجام دادند، نشان دادند که شدت واکنش اصلاحی در لیگنین بیش از همی سلولز و سلولز می‌باشد.

بنابراین استفاده از روش‌های اصلاح شیمیایی جهت افزایش عمر محصولات چوبی و در نتیجه منافع اقتصادی و حقوق مصرف‌کننده لازم و ضروری به نظر می‌رسد تا از یک طرف باعث کاهش فشار بهره‌برداری از منابع جنگلی شده و از طرف دیگر باعث رونق اقتصادی و رقابت با دیگر کشورهای جهان در بخش صنعت گردد.

مواد و روش‌ها

در این بررسی عوامل ثابت و متغیر بشرح زیر می‌باشند:

۱- عوامل ثابت: شامل نوع چوب (صنوبر)، زمان بخارزنی (۵ دقیقه)، درجه حرارت بخارزنی (۱۷۵^{oC})، ماده شیمیایی (انیدریداستیک)، درجه حرارت استیلاسیون (۱۲۰^{oC})، میزان مصرف چسب (۱۰ درصد وزن خشک الیاف)، دمای پرس (۱۷۵^{oC})، وزن مخصوص تخته (۰/۷ گرم بر سانتیمتر مکعب)، فشار پرس (۳۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)، سرعت بسته شدن پرس (۴/۵ میلی‌متر بر ثانیه) و ضخامت تخته (۱۵ میلی‌متر) می‌باشد.

۲- عوامل متغیر: در این بررسی از چهار زمان تیمار صفر، ۳۰، ۹۰ و ۲۷۰ دقیقه برای تیمار شیمیایی الیاف استفاده شد.

همچنین در این تحقیق برای تجزیه و تحلیل نتایج از طرح آماری کامل تصادفی متعادل تحت آزمایش فاکتوریل استفاده گردید. مراحل تهیه نمونه‌های آزمونی نیز بشرح زیر می‌باشد.

۱- تهیه خرده‌چوب: ماده اولیه مورد نظر از گونه *Populus. nigra* تهیه گردید. صنوبرها پس از قطع ابتدا پوست‌کنی شده و بعد توسط دستگاه خردکن غلتکی از نوع Pallman 430×120 تبدیل به چیپس گردیدند.

۲- الک کردن خرده‌چوب: برای به‌دست آوردن خرده‌چوبهای با ابعاد مناسب، لازم است که آنها را الک نماییم. بدین منظور از دو الک با منافذ ریز و درشت به‌ترتیب برای جداسازی خرده‌چوبهای بسیار ریز و خرده‌چوبهای بسیار درشت که خارج از درجه‌بندی مناسب جهت تیمار بخارزنی می‌باشند، استفاده گردید.

۳- بخارزنی خرده‌چوبهای صنوبر: تیمار بخارزنی خرده‌چوبهای صنوبر توسط دستگاه بخارزنی انجام شد.

۴- جداسازی الیاف: در این مرحله جداسازی خرده‌چوبهای تیمار شده با استفاده از یک پالایشگر آزمایشگاهی از نوع دیسک منفرد (Single Disk Refiner) با قطر دیسک ۲۵ سانتیمتر و دور موتور ۱۴۵۰ دور در دقیقه انجام گردید.

۵- خشک کردن الیاف: برای خشک‌کردن الیاف ابتدا آنها را در هوای آزاد قرار داده تا رطوبت آنها به رطوبت تعادل محیط برسد و بعد برای آزمایش‌های مورد نظر، الیاف توسط دستگاه خشک‌کن تا رطوبت صفر درصد خشک شدند.

۶- تیمار شیمیایی الیاف: بدین منظور ابتدا الیاف خشک توزین و به مدت ۱۲ ساعت در دسیکاتور خلأ محتوی انیدرید استیک غوطه‌ور گردیدند. پس از این مدت، الیاف داخل فویل آلومینیومی پیچیده شدند. سپس براساس نتایج حاصل از پیش تیمارها، نمونه‌ها در آون با دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و زمان‌های ۳۰، ۹۰ و ۲۷۰ دقیقه قرار داده شدند. پس از پایان زمان واکنش نمونه‌ها از آون خارج شدند و الیاف استیله شده برای خروج اسید استیک و باقیمانده انیدرید استیک به مدت ۲۴ ساعت در آب غوطه‌ور شدند. سپس به مدت ۲۴ ساعت در آون و با دمای ۳±۱۰۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردیدند. پس از پایان عملیات تیمار شیمیایی و خشک شدن کامل، درصد افزایش وزن الیاف (WPG) با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید.

$$WPG=(W2-W1/W1)\text{۱۰۰}$$

W1= (گرم) وزن خشک قبل از استیله کردن

W2= (گرم) وزن خشک بعد از استیله کردن

۷- مرحله چسب‌زنی: برای چسب‌زنی از چسب اوره فرم‌آلدهید مایع استفاده شد. مقدار مواد جامد چسب قبل از مصرف به ۵۰ درصد کاهش داده شد. برای چسب‌زنی الیاف از یک دستگاه چسب‌زن آزمایشگاهی دوار استفاده گردید. محلول چسب همراه با کاتالیزور (NH_4CL) به‌وسیله یک نازل با استفاده از هوای فشرده به داخل استوانه چسب‌زن پاشیده شده و با الیاف داخل آن مخلوط گردید.

۸- شکل‌گیری کیک الیاف: برای شکل دادن کیک الیاف از یک قالب چوبی ۲۵×۳۰×۳۰ سانتیمتر استفاده گردید. برای تشکیل کیک بعد از چسب‌زنی، الیاف مورد نیاز برای هر تخته توزین و بعد به‌صورت دستی و لایه‌های یکنواخت در داخل قالب پاشیده شدند.

۹- پرس کردن: کیک الیاف در یک پرس گرم آزمایشگاهی از نوع Buerkle L 100 در فشار KP/cm^2 ۳۰ و سرعت بسته شدن ۴/۵ میلی‌متر در ثانیه پرس شده و به تخته مورد نظر تبدیل گردید. برای تنظیم ضخامت تخته‌ها از شابلون ۱۵ میلی‌متری استفاده شد.

۱۰- تهیه نمونه‌های آزمونی: پس از تهیه تخته‌ها، برای رسیدن به رطوبت تعادل به مدت ۱۵ روز در محیط آزمایشگاه قرار گرفتند. سپس از هر تخته نمونه‌های آزمایشگاهی بر طبق دستورالعمل E.N تهیه شد.

۱۱- تهیه توده خالص قارچ پوسیدگی سفید (*Trametes versicolor*) و پوسیدگی قهوه‌ای (*Coniophora puteana*): قارچ خالص شده پوسیدگی سفید و پوسیدگی قهوه‌ای از دانشگاه تربیت مدرس تهیه شد.

۱۲- تهیه محیط کشت قارچ: در این تحقیق از مالت اکستراکت آگار (Malt Extract Agar) به‌عنوان محیط کشت قارچ استفاده شد که این ماده محصول شرکت مرک آلمان می‌باشد. ابتدا ۴۸ گرم ماده مالت اکستراکت آگار در یک ارلن به ظرفیت ۱۰۰۰ سی‌سی محتوی آب مقطر ریخته و به ظرفیت ۱ لیتر رسانده شد؛ سپس با یک هیتر مغناطیسی محتویات درون ارلن را هم زده تا یک محلول صاف و یکنواخت به‌دست آمد.

۱۳- آماده‌سازی محیط کشت: از مایع کشت به میزان ۶۰cc در هر شیشه kolle ریخته و دهانه آن را با پنبه مسدود کرده و به‌منظور استریل شدن به مدت ۲۰ دقیقه در داخل اتوکلاو با دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱/۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع قرار داده شدند. سپس شیشه‌های kolle از اتوکلاو خارج و در دمای محیط خنک گردیدند. به‌منظور عدم آلودگی شیشه‌ها تا هنگام کشت قارچ در انکوباتور نگهداری شدند. لازم به یادآوری است که آلودگی احتمالی در محیط کشت طی ۴۸ ساعت نمایان می‌گردد که در نتیجه شیشه آلوده از آزمایش حذف می‌گردد.

۱۴- مرحله تکثیر قارچ: انتقال نمونه‌های قارچ بر روی محیط کشت، در زیر هود استریل مجهز به لامپ uv و تهویه هوا انجام شد. در هنگام کار نیز دست و سایر وسایل مورد نیاز با الکل ضدعفونی گردید. با استفاده از سوزن انتقال، قطعه کوچکی از ریسه‌های قارچ به همراه محیط کشت جدا و بر روی قسمت مرکزی محیط کشت قرار داده شد. سپس درب ظروف kolle را بسته و در ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵±۷۵ قرار گرفتند. قارچ عامل پوسیدگی سفید طی ۲ هفته و قارچ عامل پوسیدگی قهوه‌ای طی ۴ هفته سطح محیط کشت داخل kolle را می‌پوشاند؛ و در این مرحله آماده انتقال نمونه‌های تخته می‌باشد.

۱۵- مجاورت قارچ خالص شده با نمونه: ابتدا نمونه‌های تخته در ورقه آلومینیومی (فویل) قرار داده شدند و بعد در داخل آون و در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت تا رطوبت صفر درصد خشک شدند. در زیر هود استریل و در مجاورت چراغ الکلی دو عدد پایک شیشه‌ای در داخل هر ظرف که قارچ خالص شده سطح آن را کاملاً فرا گرفته بود، قرار داده شدند. سپس نمونه‌ها بر روی پایک‌های شیشه‌ای قرار گرفتند. شیشه‌های kolle حاوی نمونه‌ها و قارچ در شرایط رطوبت نسبی و دمای مشخص به ژرمیناتور منتقل شدند. بدین ترتیب نمونه‌ها براساس استاندارد EN113 به مدت ۱۶ هفته در شرایط دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵±۶۵ قرار گرفتند. به‌منظور بررسی روند تخریب، توزین در هفته دوازدهم نیز انجام گردید. بعد از ۱۶ هفته کلیه نمونه‌ها از داخل ژرمیناتور خارج شد.

۱۶- تعیین کاهش وزن نمونه‌ها: به‌منظور بررسی دوام نمونه‌ها در برابر قارچ عامل پوسیدگی سفید و قهوه‌ای، نمونه‌ها از ظروف شیشه‌ای خارج گردیدند. برای تعیین وزن خشک نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در داخل آون و با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و بعد از این مدت وزن شدند. با توجه به وزن خشک نمونه‌ها قبل از مجاورت با قارچ (وزن اولیه) و وزن خشک آنها بعد از مجاورت با قارچ (وزن ثانویه) درصد کاهش جرم هر نمونه طبق رابطه زیر محاسبه گردید.

۱۰۰(وزن خشک اولیه / وزن خشک ثانویه- وزن خشک اولیه)

نتایج

میزان افزایش وزن الیاف (WPG) در اثر تیمار استیلاسیون در جدول ۱ آورده شده است. بررسی مقاومت فراورده‌های چوبی در برابر دو قارچ مهم عامل پوسیدگی سفید و قهوه‌ای از آزمایش‌های مهمی هستند که در سنجش ویژگی‌های چوب و فراورده‌های مرکب ساخته شده از آن نقش اساسی دارند.

جدول ۱- درصد افزایش وزن الیاف در اثر تیمار استیلاسیون

زمان (دقیقه)	دما (درجه سانتی‌گراد)	شدت استیله شدن (٪)
۳۰	۱۲۰	۴/۹۳
۹۰	۱۲۰	۹/۱
۲۷۰	۱۲۰	۱۵/۹

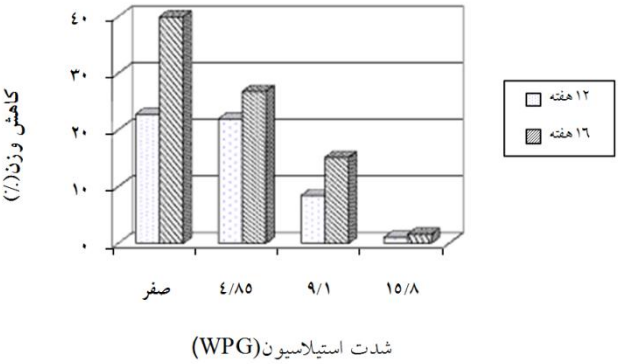
قارچ عامل پوسیدگی سفید (*Trametes versicolor*)

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر شدت‌های مختلف استیلاسیون الیاف بر روی کاهش وزن ناشی از تخریب قارچ پوسیدگی سفید بر روی تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF) ساخته شده از الیاف استیله شده نشان می‌دهد که استیلاسیون دارای اثر معنی‌داری در سطح اعتماد آماری ۹۹٪ بر روی مقاومت بیولوژیک تخته‌ها می‌باشد (جدول ۲).

مقایسه میانگین‌های حاصل از هر تیمار نشان داد که پس از گذشت مدت زمان ۱۲ هفته مجاورت تخته‌ها با این قارچ، با افزایش شدت استیلاسیون مقدار افت وزن کاهش می‌یابد و یا به عبارت دیگر مقاومت تخته‌ها در برابر عوامل مخرب بیولوژیک افزایش پیدا می‌کند. هرچند به لحاظ عددی اختلاف ناچیزی بین نمونه‌های شاهد و استیله شده در سطح ۴/۸۵ درصد افزایش وزن وجود دارد ولی در مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در دو گروه جدا طبقه‌بندی شده‌اند (جدول ۳). همچنین جدول شماره ۳ نشان می‌دهد که پس از گذشت ۱۶ هفته نمونه‌های شاهد به‌شدت تخریب شدند، ولی با افزایش شدت تیمار استیلاسیون مقاومت در برابر این قارچ به‌خوبی افزایش پیدا می‌کند و تخته‌های استیله شده با شدت بالاتر، دچار کمترین کاهش وزن شده‌اند.

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر شدت‌های مختلف استیلاسیون بر کاهش وزن ناشی از تخریب قارچ پوسیدگی سفید

منابع تغییر	درجه آزادی DF	مجموع مربعات SS	میانگین مربعات MS	F محاسبه‌شده	درصد احتمال
استیلاسیون (بازدید ۱۲ هفته)	۳	۱۰۱۵/۰۵۱	۳۳۸/۳۵۰	۵/۴۸۰	۰/۰۰۰
استیلاسیون (بازدید ۱۶ هفته)	۳	۲۴۰۹/۷۰۱	۸۰۳/۲۳۴	۶/۱۸۷	۰/۰۰۰
خطا (۱۲ هفته)	۸	۰/۰۴۹	۰/۰۰۶	–	–
خطا (۱۶ هفته)	۸	۱/۰۳۹	۰/۱۳۰	–	–
مجموع (۱۲ هفته)	۱۲	۱۰۱۵/۱۰۰	–	–	–
مجموع (۱۶ هفته)	۱۲	۲۴۱۰/۷۴۰	–	–	–



شکل ۱- تأثیر استیلاسیون بر کاهش وزن ناشی از تخریب قارچ عامل پوسیدگی سفید پس از ۱۲ و ۱۶ هفته

در شکل شماره ۱ نیز تأثیر افزایش شدت تیمار بر روی کاهش وزن ناشی از حمله قارچ رنگین‌کمان پس از ۱۲ و ۱۶ هفته نشان داده شده است. ملاحظه می‌گردد که در هر دو زمان، افت وزن به‌شدت کاهش یافته است. این موضوع بیانگر افزایش مقاومت بیولوژیک تخته فیبرهای ساخته شده در برابر قارچ پوسیدگی سفید است. بررسی‌های به‌عمل‌آمده نشان می‌دهد که نمونه‌های تیمار نشده و حتی نمونه‌های استیله شده با شدت ۴/۸۵ درصد افزایش وزن تحت تأثیر قارچ مورد نظر قرار گرفته‌اند و بر روی نمونه‌های مزبور پوشش سفیدی از ریسه‌های قارچ مشاهده می‌گردد. درحالی‌که این پوشش در نمونه‌هایی که با شدت بالاتر استیله شده‌اند بسیار کمتر است که این موضوع بیانگر عدم توانایی قارچ در تأمین مواد غذایی مورد نیاز و رشد می‌باشد.

جدول۳- آزمون دانکن برای تأثیر استیلاسیون بر کاهش وزن ناشی از تخریب قارچ پوسیدگی سفید

شدت استیلاسیون (WPG)	کاهش وزن (٪)	
	۱۲ هفته	۱۶ هفته
صفر	۲۲/۷۸۲d	۳۹/۹۵۷d
۴/۸۵	۲۱/۹۵۱c	۲۶/۷۶۸۷c
۹/۱	۸/۴۲۶۳b	۱۵/۱۲۶۷b
۱۵/۸	۱/۰۴۸۳a	۱/۶۰۵a

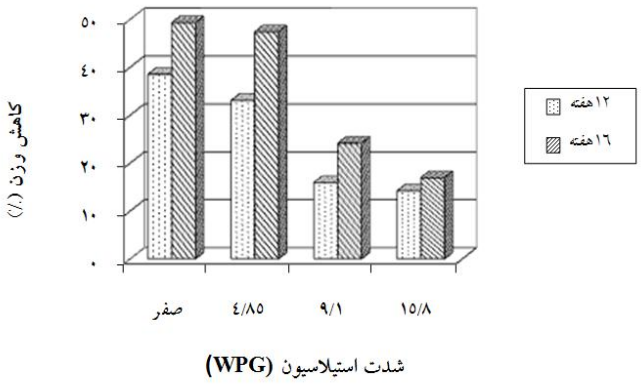
جدول ۴- تجزیه واریانس تأثیر شدت‌های مختلف استیلاسیون بر کاهش وزن ناشی از تخریب قارچ پوسیدگی قهوه‌ای

منابع تغییر	درجه آزادی DF	مجموع مربعات SS	میانگین مربعات MS	F محاسبه‌شده	درصد احتمال
استیلاسیون (بازدید ۱۲ هفته)	۳	۱۳۳۷/۰۹۳	۴۴۵/۶۹۸	۱/۱۱۸	۰/۰۰۰
استیلاسیون (بازدید ۱۶ هفته)	۳	۲۴۰۵/۷۶۴	۸۰۱/۹۲۱	۱/۴۴۴	۰/۰۰۰
خطا (۱۲ هفته)	۸	۳/۱۹۰	۰/۳۹۹	–	–
خطا (۱۶ هفته)	۸	۴/۴۴۲	۰/۵۵۵	–	–
مجموع (۱۲ هفته)	۱۲	۹۱۰۳/۹۶۰	–	–	–
مجموع (۱۶ هفته)	۱۲	۱۶۶۴۴/۴۶۴	–	–	–

مقایسه میانگین‌های مربوط به مقاومت بیولوژیک تخته‌ها در شدت‌های مختلف استیلاسیون نشان داد که با افزایش شدت تیمار استیلاسیون، میزان کاهش وزن ناشی از تخریب قارچ پس از ۱۲ و ۱۶ هفته کاهش می‌یابد. بررسی میانگین کاهش وزن نمونه‌هایی که به مدت ۱۲ هفته در مجاورت قارچ معادن قرار گرفتند نشان داد که نمونه‌های تیمار نشده و استیله شده در شدت استیلاسیون ۱۵/۸ درصد به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین کاهش وزن به میزان ۳۸/۵۴ و ۱۴/۲ درصد می‌باشند (جدول ۵).

بررسی نمونه‌ها پس از ۱۶ هفته بیانگر تخریب شدید نمونه‌های شاهد در مقایسه با تیمار بود. اگرچه نمونه‌های استیله شده با شدت ۴/۸۵ درصد دارای افت وزنی نزدیک به نمونه‌های شاهد بودند اما تفاوت بین میانگین کاهش وزن هر یک از تیمارها نشان داد که با افزایش شدت تیمار، افت وزن ناشی از حمله قارچ کاهش قابل ملاحظه‌ای پیدا می‌کند. نمونه‌های شاهد و نمونه‌های تیمار شده با شدت ۴/۸۵ درصد، دارای پوشش ریسه‌ای نسبتاً بیشتری در مقایسه با نمونه‌های تیمار شده با شدت‌های بالاتر بودند. البته باید یادآوری نمود که چون سازوکار تخریب قارچ پوسیدگی قهوه‌ای بیشتر از نوع شیمیایی است، کمتر مبادرت به تولید میسیلیوم می‌نماید.

در شکل شماره ۲ تأثیر افزایش شدت تیمار بر روی کاهش وزن ناشی از حمله قارچ معادن پس از ۱۲ و ۱۶ هفته نشان داده شده است. ملاحظه می‌گردد که در هر دو زمان، افت وزن به‌شدت کاهش یافته است.



شکل ۲- تأثیر استیلاسیون بر کاهش وزن ناشی از تخریب قارچ عامل پوسیدگی قهوه‌ای پس از ۱۲ و ۱۶ هفته

قارچ عامل پوسیدگی قهوه‌ای (*Coniophora puteana*)

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مقاومت بیولوژیک تخته فیبرهای ساخته شده در برابر قارچ معادن نشان‌دهنده معنی‌دار بودن تأثیر استیلاسیون در سطح آماری ۹۹٪ بر روی مقاومت بیولوژیک تخته‌ها می‌باشد (جدول ۴).

جدول ۵- آزمون دانکن برای تأثیر استیلاسیون بر کاهش وزن ناشی از تخریب قارچ پوسیدگی قهوه‌ای

شدت استیلاسیون (WPG)	کاهش وزن (٪) ۱۲ هفته	۱۶ هفته
صفر	۳۸/۵۳۸۳d	۴۹/۳۰۷۰d
۴/۸۵	۳۳/۰۴۷۷c	۴۷/۴c
۹/۱	۱۵/۹۵۲۰b	۲۴/۱۲۶b
۱۵/۸	۱۴/۲۰۴۷a	۱۶/۹۳۱۳a

بحث

با توجه به نتایج به‌دست آمده مشاهده شد که با افزایش شدت تیمار استیلاسیون مقاومت بیولوژیک تخته افزایش قابل ملاحظه‌ای پیدا می‌کند که این موضوع نشان‌دهنده تأثیر مثبت استیلاسیون می‌باشد. نتایج نشان داد که با افزایش شدت تیمار به ۱۶٪ افزایش وزن، شدت تخریب قارچ رنگین‌کمان کاهش چشمگیری در حد ۹۵/۳٪ در طی ۱۶ هفته مجاورت با قارچ داشت. این نکته در مورد قارچ پوسیدگی قهوه‌ای به حدود ۶۶/۴۴٪ رسید. نتایج به‌دست آمده حکایت از قدرت تخریب بالاتر قارچ عامل پوسیدگی قهوه‌ای نسبت به قارچ رنگین‌کمان داشت، زیرا توانسته است نمونه‌های تیمار شده در بالاترین شدت را تا حدی تخریب نماید، درحالی‌که قارچ پوسیدگی سفید توانایی محدودتری داشته است.

بررسی‌های انجام شده، بیانگر افزایش مقاومت بیولوژیک فراورده‌های مرکب چوبی مانند تخته خرده‌چوب (Ohkoshi, *et al.*, 1999; Okino, *et al.*, 1998)، تخته تراشه (Imamura and Nishimoto, 1985; Youngquist, , *et al.*, 1986) و حتی چوب (Mohebby, 2003) در برابر قارچ‌های مخرب سفید و قهوه‌ای می‌باشد. دلیل افزایش مقاومت بیولوژیک در برابر قارچ پوسیدگی سفید را می‌توان به سازوکار تخریب آن ارتباط داد. ازآنجایی‌که قارچ‌های عامل پوسیدگی سفید دارای آنزیم‌های درشت آبکافت‌کننده‌ای می‌باشند که نیازمند بستری از لایه‌های آب هستند تا بتوانند به جایگاه‌های تخریب دسترسی پیدا کنند (Eriksson, , *et al.*, 1990; Morrell and Zabel, 1992)، بنابراین بر اثر استیلاسیون و بروز پدیده حجیم‌شدگی ذرات چوب (Jose villalone, , *et al.*,2001; Sander, , *et al.*, 2003) و بسته‌تر شدن منافذی که آنزیم‌های مزبور می‌توانستند از آنها عبور کنند عملاً دسترسی این آنزیم‌ها با اشکال مواجه می‌گردد.

از سوی دیگر با افزایش شدت تیمار استیلاسیون و جایگزینی گروه‌های آب‌گریز استیل به‌جای گروه‌های آب‌دوست هیدروکسیل دیواره‌های سلولی از رطوبت کمتری برخوردار می‌گردند. این امر سبب کاهش آب موجود در دیواره و محدودتر شدن بستر انتقال آنزیم‌ها می‌گردد. بنابراین قارچ سفید با داشتن آنزیم‌های درشت با دو مشکل بزرگ کمبود رطوبت لازم برای انتقال آنزیم و دسترسی به بسپارهای دیواره سلولی و از سوی دیگر تنگ‌تر شدن مسیرهای عبور برای آنزیم‌های درشت خود مواجه می‌شود. البته این پدیده با افزایش شدت تیمار حادتر می‌شود و سبب افت شدیدتر فعالیت قارچ مزبور می‌گردد. در صورت دسترسی آنزیم‌ها به بسپارهای دیواره سلولی، شناسایی آنها برای تخریب نیز لازم است. بر اثر استیلاسیون عملاً ماهیت شیمیایی دیواره‌های سلولی تغییر می‌کند و بر اثر این پدیده آنزیم‌های قارچ توانایی شناسایی جایگاه‌های تخریب را از دست می‌دهند (Takahashi, 1996). پس می‌توان با توجه به دلایل بالا بیان داشت که استیلاسیون سبب تغییر ماهیت شیمیایی دیواره‌های سلولی، کاهش رطوبت موجود در دیواره، کوچک‌تر شدن منافذ ریز دیواره‌های سلولی و ناشناخته‌تر شدن بسپارهای مورد حمله قارچ می‌گردد و با این روش مقاومت بیولوژیک را در برابر قارچ پوسیدگی سفید کاهش می‌دهد.

ازآنجایی‌که سازوکار تخریب قارچ‌های قهوه‌ای به دو صورت شیمیایی و بعد آنزیمی می‌باشد (Zabel, 1992) (Eriksson, *et al.*1990, Morrell and می‌توان به این نکته اشاره کرد که قارچ مزبور در ابتدای حمله از شیوه تخریب شیمیایی استفاده می‌کند و پس از باز کردن مسیرهای عبور آنزیم‌ها از سازوکار تخریب آنزیمی استفاده می‌نماید. بنابراین بخشی از کاهش وزن می‌تواند به این سازوکار مربوط گردد. Mohebby (۲۰۰۳) در بررسی تخریب قارچ مزبور به توانایی قارچ در ایجاد منافذی در دیواره سلول‌های استیله شده با شدت‌های بالاتر پی برد. از سوی دیگر بر طبق بررسی‌های انجام شده بر روی شدت

واکنش استیلاسیون بسپارهای مختلف دیواره سلولی مشخص شده که شدت واکنش اصلاحی در لیگنین بیش از همی سلولز و سلولز است (Rowell, *et al.*, 1994). حال به این موضوع پی می‌بریم که چرا پوسیدگی قهوه‌ای همچنان به فعالیت خود ادامه داده است. در این نوع پوسیدگی تخریب در ناحیه سلولزی انجام می‌گیرد که قابلیت واکنش اصلاحی آن از لیگنین ضعیف‌تر می‌باشد. ازاین‌رو می‌توان ابراز داشت که چون بسپار سلولز در شدت‌های بالاتر وارد واکنش می‌شود و علاقه قارچ عمدتاً به تخریب سلولز است، بنابراین قارچ مزبور از طریق تخریب شیمیایی به جستجوی سلولز و بعد نواحی استیله نشده و یا کمتر استیله شده می‌پردازد و بدین لحاظ قدرت تخریب آن در مقایسه با قارچ پوسیدگی سفید بالاتر به نظر می‌رسد.

منابع مورد استفاده

- Eriksson, K.E.L., Blanchette, R.A. and Ander, P. 1990. Microbial and enzymatic degradation of wood and wood components; springer. Verlag; Berlin. P. 407p.
- Jose Villalone, M. 2001. Bulking of acetylation compared to water adsorption Wageningen university, 114 p. p.
- Larsson P.B. 1998. Acetylation of solid wood: Ph.D. thesis; Chalmers University of Technology; Göteborg; Sweden.
- Larsson, P.B., Simonson, R. and Bergman, Ö. 1997. Resistance of acetylated wood of biological degradation: Evaluation of field test; The International Research on Wood Preservation; Document No.IRG/WP/97-30139.
- Matsuda, H. 1996. Chemical modification of solid wood. In: D.N.S. Hon (ed.) Chemical modification of lignocellulosic materials; Marcel Dekker, Inc.; New York, Basel, Hong Kong: p. 159-183.
- Mohebby, B. 2003. Biological attack of acetylated wood. Ph. D. thesis. Gottingen university, Gottingen, p. 147.
- Nilsson, T., Rowell, R.M., Simonson, R. and Tillman, A.M. 1988. Fungal resistance of pine particleboards made from various types of acetylated chips; Holzforschung 42(2): 123-126.
- Nishimoto, K. and Imamura, Y. 1985. Physical and protective properties of particleboards made of mixtures of acetylated and normal chips. Mokuzai kogyo 40, 414-418.
- Ohkoshi, M. et al, 1999. Characterization of acetylated wood decayed by brown rot and white rot fungi. The Japan wood research society. 45, p. p. 69-75.
- Okino, E.Y.A., Rowell, R.M., Santana, M.A.E. and Desouza, M.R. 1998. Decay of chemically modified pine and eucalyptus flakeboards exposed to whit- and brown-rot fungi; ciencia e cultura Journal of the Brazilian association for the advancement of science; vol. 50(1):52-55.
- Rowell, R.M. 1975. Chemical modification of wood: Advantages and disadvantages; proceedings Am. Wood preservers Association:1-10.
- Rowell, R.M., Simonson, R., Hess, S., Plackett, D.V., Cronslaw D. and Dunningham, E. 1994. Acetyl distribution in acetylated whole wood and reactivity of isolated wood cell-wall components to acetic anhydride. Wood and fiber science. Vol. 26(1): 11-18.
- Rowell, R.M., Esenther, G.R., Nicholas, D.D. and Nilsson, T. 1987a. Biological resistance of southern pine and aspen flakeboards made from acetylated flakes. J. Wood Chem. Technol. 7(3): 427-440.
- Sander, C., Beckers, E.P.J., Militz, H. and Vanveenendaal, W. 2003. Analysis of acetylated wood by electron microscopy: wood science & technology; 37: 39-46.
- Takahashi, M. 1996. Biological properties of chemically modified wood. In: O. N. S. Hon(ed) chemical modification of lignocellulosic materials; Marcel Dekker, Inc.; New York, Basel, Hong Kong: p:339-369.
- Westin, M. 1998. High-performance composites from modified wood fiber; Ph.D. Thesis; Department of Forest Products and Chemical Engineering, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden.
- The European Standard EN113. 1997.Wood preservatives. Test method for determining the protective effectiveness against wood destroying basidiomycetes.
- Youngquist, J.A., Krzysik, A. and Rowell, R.M. 1986. Dimensional stability of Aspen flakeboard; wood and fiber science. 18(1):90-98.
- Zabel, R.A. and Morrell, J.J. 1992. Wood microbiology, Decay and its prevention. Academic press, Inc.; New York; p. 476.

The influence of fiber chemical treatment on prevention of biologic deterioration of medium density fiberboard (MDF)

R. Hajihassani[1] and S.M. Zamani[2]

1*- Corresponding author, M.Sc., Research Institute of Forests and Rangelands, Iran
Email:Reza.hajihassani@gmail.com
2-Ph.D, student of Ttarbiat Modares university, Iran.

Received: Feb., 2014 Accepted: June, 2014

Abstract

In this research, the effects of acetylation on the prevention of white-rot and brown-rot fungi deterioration in medium density fiberboard (MDF) were investigated. Sample boards were made from acetylated poplar fibers, which were treated at different times (0, 30, 90 and 270 minutes) to obtain different weight percent gains (WPGs of 0, 4.85, 9.1, and 15.8 %). Totally twelve samples boards at three replication for every treatment were made.. The results were analyzed based on a complete randomized design (CRD) under a factorial experiment. Results revealed that the acetylation decreased the deterioration effect of white-rot and brown-rot fungi. As it was determined, the weight reduction of acetylated boards with the highest WPG (15.8 %) after 16 weeks were measured as 1.605 % and 16.93 % for white and brown-rot fungi, respectively. It was also determined that the weight loss of the control (untreated boards) samples was measured as 39.96 and 49.31% in the same period. The research results showed that the acetylation enhances biologic resistance in medium density fiberboard.

Key words*:* Acetylation, medium density fiberboard (MDF), white-rot fungus, brown-rot fungus, weight percent gain (WPG).