مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد هجدهم، شماره چهارم، ۱۳۹۰
http://jwsc.gau.ac.ir

بررسی اثر استیلاسیون و نوع رزین بر مقاومت به آتش تخته‌خرده‌چوب یک‌لایه و سه‌لایه صنوبر

کاظم دوست حسینی[۱]، *مریم قربانی کوکنده[۲]، سمیرا محمدعلی‌بیک[۳] و علی‌نقی کریمی[۴]

[۱]استاد دانشکده منابع‌طبیعی دانشگاه تهران، [۲]استادیار دانشکده منابع‌طبیعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری،
[۳]دانشجوی کارشناسی‌ارشد علوم و صنایع‌چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران،
[۴]استاد دانشکده منابع‌طبیعی دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۸۹/۸/۱۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۶/۲۶

چکیده

این پژوهش، به‌منظور بررسی اثر استیلاسیون و نوع رزین بر مقاومت در برابر آتش تخته خرده‌چوب یک و سه‌لایه صنوبر انجام گرفت. خرده‌چوب‌های صنوبر در ۳ سطح استیلاسیون بالا، متوسط و شاهد، دارای ۱۷/۲۷درصد، ۸/۳۹ درصد و صفر درصد افزایش وزن بودند. در ساخت تخته‌های یک و سه‌لایه دارای خرده‌چوب‌های استیله شده به‌ترتیب در تمام ضخامت تخته و یا در سطح تخته، از دو نوع رزین اوره‌فرمالدئید و ایزوسیانات استفاده شد. آزمون مقاومت به آتش در بازه‌های زمانی ۲۰، ٤٠، ٦٠ و۱۲۰ ثانیه انجام گرفت. در ۲۰ ثانیه اول، آتشگیری تخته‌های حاوی رزین ایزوسیانات کمتر ازتخته‌های حاوی رزین اوره‌فرمالدئید بود و طی زمان این اثر کاهش یافت. در ارتباط با معیار کاهش جرم، در تخته‌های سه‌لایه نسبت به تخته‌های یک‌لایه کاهش جرم کمتری مشاهده گردید. با افزایش شدت استیلاسیون، طول دامنه گسترش آتشگیری و سطح زغال شده افزایش و در محدوده زمانی مشخص ۱۲۰ ثانیه، کاهش جرم نمونه‌ها از ۳۳/۷۰٤ درصد در نمونه شاهد به ۲۸/۰۵۲ در اصلاح شده با شدت ۸/۳۹ درصد تنزل یافت که این کاهش به لحاظ آماری معنی‌دار نبود. در واقع، استیلاسیون سبب مقاوم‌سازی تخته‌ها در برابر آتش نشد، اما باعث سوختن کندتر آن‌ها گردید.

واژه‌های کلیدی: ایزوسیانات، اوره‌فرمالدئید، استیلاسیون، مقاومت در برابر آتش، صنوبر

*مسئول مکاتبه: ghorbani_mary@yahoo.com

مقدمه

در سال‌های اخیر، بازار مصرف اوراق فشرده چوبی گسترش قابل ملاحظه‌ای یافته است. متأسفانه فرآورده‌های چوبی و لیگنوسلولزی دارای ویژگی‌های نامطلوبی چون بی‌ثباتی ابعاد که از جذب رطوبت ناشی می‌شود، تخریب زیستی، قابلیت اشتعال و تخریب بر اثر نور فرابنفش، اسیدها و بازها هستند. اصلاح چوب نه تنها به رفع بسیاری از ویژگی‌های نامطلوب آن می‌پردازد، بلکه به‌عنوان روشی نوین، در صدد رفع اشکالات ناشی از فرآیندهای زیان‌آوری چون حفاظت و اصلاح با مواد شیمیایی سمی است. اصلاح چوب و فرآورده‌های مرکب چوبی با روش‌های متعددی مانند اصلاح شیمیایی، حرارتی، آنزیمی و مکانیکی انجام می‌شود. یکی از اصلاحات شیمیایی صورت گرفته در ساختار چوب تیمار استیلاسیون توسط انیدرید استیک می‌باشد. اثرات مثبت استیله‌کردن توسط محققان زیادی گزارش شده‌است. این واکنش با جایگزینی گروه‌های آب‌دوست هیدروکسیل به‌وسیله گروه‌های آب‌گریز استیل در پلیمرهای دیواره سلولی چوب همراه است و به افزایش مقاومت زیستی (نیلسون و همکاران، ۱۹۸۸؛ تاکاهاشی، ۱۹۹٦؛ محبی، ۲۰۰۳؛ بریلید و وستین، ۲۰۰۷؛ قربانی کوکنده، ۲۰۰۷)، مقاومت در مقابل هوازدگی (ایوان و همکاران، ۲۰۰۰) و کاهش جذب رطوبت (راول، ۱۹۸۸؛ راول و همکاران، ۱۹۸۸؛ راول، ۱۹۹٦؛ نیلسون و همکاران، ۱۹۸۸؛ میلیتز، ۱۹۹۱؛ دوست‌حسینی، ۲۰۰۱؛ قربانی‌کوکنده، ۲۰۰۷) منتهی می‌گردد.

در میان عوامل مخرب فیزیکی، آتش در صدر اهمیت قرار دارد (پارساپژوه و همکاران، ۱۹۹٦) و از آن‌جایی که استفاده از تخته‌خرده‌چوب در اماکن مسکونی بسیار متداول است، مقاومت آن‌ها در برابر آتش و حرارت به‌لحاظ ایمنی اهمیت زیادی دارد. مواد لیگنوسلولزی به دلیل بسپارهای دیواره سلولی می‌سوزند. واکنش‌های پیرولیز[1] با افزایش دما پیش رفته و گازهای قابل اشتعال و فرار خارج می‌شوند.

سلولز و همی‌سلولزها بر اثر گرما خیلی پیشتر از لیگنین تخریب می‌شوند. لیگنین در تشکیل زغال شرکت نموده و لایه زغال شده همانند عایقی چوب را از تخریب گرمایی بیشتر حفظ می‌کند. میزان تخریب‌پذیری بسپارهای دیواره سلولی در برابر پیرولیز به شرح زیر می‌باشد (راول و همکاران، ۱۹۹۰):

تخریب گرمایی: لیگنین< سلولز< همی سلولزها

۱- سوختن چوب بدون حضور هوا را پیرولیز گویند.

مطالعات در زمینه مقاومت به آتش و پیرولیز الیاف استیله شده کاج نشان داد که پیرولیز این الیاف، حدوداً با همان دما و سرعت مربوط به الیاف استیله نشده صورت می‌گیرد (راول، ۱۹۸٤).

طلایی (۲۰۰۵) تأثیر استیلاسیون بر روی رفتار حرارتی لایه‌های راش را مورد مطالعه قرار داد و اظهار نمود با افزایش شدت تیمار، تخریب حرارتی نمونه‌های استیله شده در دماهای بالاتری نسبت به نمونه‌های تیمار نشده روی می‌دهد. کاهش جرم در نمونه شاهد در دما کمتر و با سرعت بیشتری صورت می‌گیرد، در حالی که با افزایش شدت تیمار استیلاسیون کاهش جرم دیرتر و در دما بالاتری اتفاق می‌افتد.

محبی و همکاران (۲۰۰۷) اثر استیلاسیون بر مقاومت به آتش را در تخته‌لایه ساخته شده از لایه‌های استیله شده راش مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که با افزایش شدت تیمار، مدت زمان شعله‌ور بودن در تخته‌لایه‌های استیله شده بیشتر می‌شود ولی دوام افروختگی آن‌ها کمتر می‌گردد. نتایج نشان داد که در تخته لایه‌های استیله شده که دارای گروه‌های استیل هستند، ماده بیشتری برای سوختن وجود دارد. این سوختن از نوع کامل است که نیاز به دوام شعله بیشتری دارد. افروختگی سوختن بدون شعله می‌باشد و وابسته به اکسیژن اتمسفر است. در تخته لایه‌های استیله شده به‌دلیل تشکیل دی‌اکسیدکربن، دوام افروختگی کم است. زیرا این گاز غیرقابل اشتعال، لایه حائلی بین تخته‌لایه و اکسیژن اتمسفر ایجاد می‌نماید که مانع از پدیده افروختگی می‌شود. اما در تخته‌لایه‌های تیمار نشده، انتشار مونواکسیدکربن که گازی قابل اشتعال می‌باشد و تمایل به واکنش با اکسیژن دارد سبب دوام افروختگی بیشتر تخته‌های تیمار نشده می‌گردد.

اثر مثبت استیله کردن بر برخی ویژگی‌های چوب محرز گردیده است، ولی درباره اثر استیلاسیون بر رفتار حرارتی و مقاومت به آتش تخته خرده‌چوب مطالعات چندانی صورت نگرفته است. از آن جایی که اغلب تحقیقات روی گونه‌های سوزنی برگ و چوب ماسیو انجام شده‌اند، این پژوهش با هدف بررسی مقاومت تخته خرده چوب حاصل از خرده چوب‌های استیله شده یک گونه پهن برگ بومی ایران (*Populus nigra*) در برابر آتش انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

تهیه ماده اولیه: گرده‌بینه گونه چوبی صنوبر (*Populus nigra*) با استفاده از یک آسیاب حلقوی آزمایشگاهی از نوع پالمن[1] طی دو مرحله، به خرده‌چوب مورد نیاز برای ساخت تخته تبدیل شد.

1- Pallmann pz8

رطوبت خرده های چوب تهیه شده در حدود ۳۰ درصد بود که با استفاده از یک خشک‌کن ثابت، در درجه حرارت ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد، طی ٢٤ ساعت تا سطح ۱ درصد خشک شده و در کیسه‌های مقاوم و عایق رطوبت نگهداری شدند.

اصلاح شیمیایی: خرده‌چوب‌ها بدون حضور کاتالیزور و فقط بر اثر دما توسط انیدرید استیک تیمار شدند. بر اساس نتایج به‌دست آمده از پیش تیمار، نمونه‌ها در دما ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲ و ٤ ساعت قرار گرفتند.

سپس به‌مدت ۱۲ ساعت در آب غوطه‌ور و آب‌شویی شدند. بعد از آبگیری، خرده‌چوب‌ها طی ٢٤ ساعت و تحت دما ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. میزان افزایش وزن[1] (WPG)، با توجه به وزن خشک خرده‌چوب‌ها قبل و پس از تیمار، محاسبه گردید.

ساخت تخته: چسب زنی خرده چوب‌ها در یک دستگاه چسب زن آزمایشگاهی با چسب اوره فرمالدهید مایع و ایزوسیانات انجام گرفت. به‌منظور دستیابی به چسب‌زنی یکنواخت، فرآیند مخلوط کردن خرده‌چوب‌ها به‌مدت ٦ دقیقه ادامه یافت. کیک‌خرده‌چوب در یک قالب چوبی به ابعاد ۲۵×٤۰×٤۰ سانتی‌متر تشکیل و در یک پرس گرم آزمایشگاهی از نوع بارکل[2] فشرده‌گردید. ضخامت تخته‌ها ١٤ میلی‌متر و دانسیته اسمی آن‌ها ۰/۷۵گرم بر سانتی‌متر مکعب بود. از تخته‌های ساخته‌شده مطابق با متغیرهای موجود در جدول ۱ برای آزمایش استفاده شد.

جدول ۱- سطوح عوامل متغیر مورد مطالعه و علائم مربوط به آن در تخته‌خرده‌چوب.

عامل متغیر	علامت	تعداد سطح	نام‌گذاری سطوح
سطوح استیلاسیون	A	۳	A_1:صفر درصد A_2:۸/۳۹ درصد A_3:۱۷/۲۷درصد
نوع رزین	R	۲	R_1:ایزوسیانات R_2:اوره فرمالدئید
نوع تخته	S	۲	S_1:یک‌لایه S_2:سه‌لایه

1- Weight percentage gain
2- Burkle La 160

تعیین مقاومت به آتش: در این مطالعه به‌منظور بررسی مقاومت تخته‌ها در برابر آتش، دستگاه آزمون آتش که طبق استاندارد BS-476 ساخته‌شده‌بود، استفاده شد. نمونه‌ها به ابعاد ۱۰۰×۱۵۰ میلی‌متر بریده شده و سطح آن‌ها با سنباده نرم، صاف و عاری از آلودگی گردید. سپس، تحت رطوبت ٦٥±٥ درصد و دما ۱±۲۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۰روز در اتاق متعادل‌سازی قرار گرفتند و وزن اولیه آن‌ها اندازه‌گیری شد. دهانه نازل آتش با زاویه ٤٥ درجه و به فاصله ٥٠ میلی‌متر از سطح نمونه‌ها قرار گرفت و آزمون مقاومت به آتش با فشار ثابت گاز خروجی به‌مدت ۱۲۰ ثانیه انجام شد. پس از اتمام آزمون، مجدداً نمونه‌ها توزین گردیدند. درصد کاهش وزن نمونه‌ها نسبت به وزن اولیه به‌عنوان میزان مقاومت به آتش در نظر گرفته شد. علاوه بر این طول دامنه گسترش آتش‌گیری[1] در بازه‌های زمانی ۲۰، ٤٠، ٦٠ و ۱۲۰ ثانیه مورد بررسی قرار گرفت.

این مطالعه در قالب طرح کاملاً تصادفی و به صورت فاکتوریل با ۱۲تیمار و ٦ تکرار انجام شد و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

نتایج

کاهش جرم: جدول ۲ نتایج تجزیه واریانس عوامل متغیر بر درصد کاهش جرم را نشان می‌دهد.

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس اثر عوامل متغیر بر درصد کاهش جرم ناشی از آزمون مقاومت به آتش.

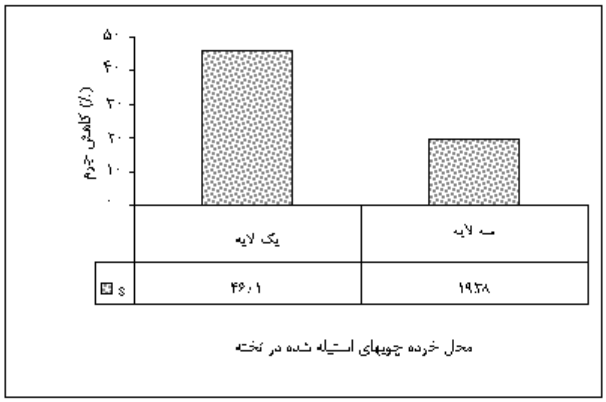
منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
نوع تخته	١١٦٠٥/٠١٥	١	١١٦٠٥/٠١٥	٥/٥٨٧*
نوع رزین	٥٨٧٢/٧٠٤	١	٥٨٧٢/٧٠٤	٢/٨٢٧ ns
سطوح استیلاسیون	٨٠١/٤٤٣	٢	٤٠٠/٧٢٢	٠/١٩٣ ns
نوع تخته- نوع رزین	٤٠٤٦/٩٢٥	١	٤٠٤٦/٩٢٥	١/٩٤٨ ns
نوع رزین× سطوح استیلاسیون	٨٤٨/٢٩٤	٢	٤٢٤/١٤٧	٠/٢٠٤ ns
نوع تخته× سطوح استیلاسیون	٨٢٦/٠٤٣	٢	٤١٣/٠٢٢	٠/١٩٩ ns
نوع تخته× نوع رزین× سطوح استیلاسیون	١٣٥٥/٩٨٢	٢	٦٧٧/٩٩١	٠/٣٢٦ ns
خطا	١١٢١٧٢/٨٢١	٥٤	٢٠٧٧/٢٧٤	
کل	٢١٠١٦٦/١٢٢	٦٦		

* معنی‌دار در سطح ٥ درصد؛ ns بدون اثر معنی‌دار

۱- منظور از طول دامنه گسترش آتش‌گیری طول سطح زغال شده بر اثر شعله بود.

اثر مستقل عوامل متغیر

اثر مستقل نوع تخته: در بین اثرات مستقل عوامل متغیر بر درصد کاهش جرم تنها تأثیر محل به‌کار بردن خرده چوب‌های استیله شده در تخته معنی‌دار می‌باشد. همان‌طور که در جدول تجزیه واریانس ۲ نیز مشاهده می‌گردد، نوع تخته در سطح اطمینان ۹۵ درصد بر درصد کاهش جرم مؤثر است. استفاده از خرده‌چوب‌های استیله شده تنها در سطوح تخته‌ها نسبت به پراکنش یکنواخت آن‌ها در کل تخته کاهش جرم کمتری را به‌همراه داشته است (شکل ۱).



شکل ۱- اثر محل خرده‌چوب‌های استیله شده در تخته بر کاهش جرم.

اثر متقابل عوامل متغیر: مطابق جدول تجزیه واریانس۲، اثر متقابل عوامل متغیر بر درصد کاهش جرم معنی‌دار نمی‌باشد.

طول دامنه گسترش آتشگیری

طول دامنه گسترش آتشگیری پس از ۲۰ ثانیه: همان‌طور که قبلاً اشاره شد، طول دامنه گسترش آتشگیری، طول سطح زغال شده بر اثر شعله می‌باشد. جدول ۳ تجزیه واریانس عوامل متغیر بر طول دامنه گسترش آتشگیری پس از ۲۰ ثانیه را برای بررسی تأثیر مستقل هر یک از عوامل متغیر نشان می‌دهند.

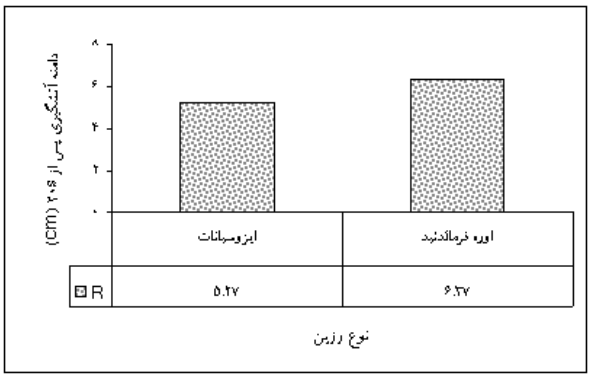
جدول ۳- جدول تجزیه‌واریانس اثر عوامل متغیر بر دامنه گسترش آتشگیری پس از ۲۰ثانیه.

منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
نوع تخته	۰/٤٨٣	۱	۰/٤٨٣	۰/۱۰۰ ns
نوع رزین	۲۱/۸۹۰	۱	۲۱/۸۹۰	٤/٥۲۸*
سطوح استیلاسیون	۱۰/۱٥٦	۲	٥/۰۷۸	۱/۰٥۰ ns
نوع تخته × نوع رزین	۰/۲۱۱	۱	۰/۲۱۱	۰/۰٤٤ ns
نوع رزین× سطوح استیلاسیون	۷/۷۷۲	۲	۳/۸۸٦	۰/۸۰٤ ns
نوع تخته × سطوح استیلاسیون	۲۳/٥٦۷	۲	۱۱/۷۸۳	۲/٤۳۷ ns
نوع تخته × نوع رزین× سطوح استیلاسیون	۰/۰٥۱	۲	۰/۰۲٥	۰/۰۰٥ ns
خطا	۲۹۰/۰۸۸	٦۰	٤/۸۳٥	
کل	۲۷۹۳/۷۳۰	۷۲		

* معنی‌دار در سطح ۵ درصد؛ ns بدون اثر معنی‌دار

اثر مستقل عوامل متغیر

اثر مستقل نوع رزین: بر اساس نتایج به‌دست آمده در جدول تجزیه واریانس ٤ تأثیر نوع رزین بر طول دامنه گسترش آتشگیری پس از ۲۰ ثانیه در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار است. در این رابطه رزین ایزوسیانات بهتر عمل نموده و طول دامنه گسترش آتشگیری پس از ۲۰ ثانیه در تخته‌های حاوی این رزین نسبت به تخته‌های حاوی رزین اوره فرمالدئید کمتر بوده است (شکل ۲).



شکل ۲- اثر نوع رزین بر طول دامنه گسترش آتشگیری پس از ۲۰s.

اثر متقابل عوامل متغیر: جدول تجزیه‌واریانس۳ نشان می‌دهد که اثر متقابل عوامل متغیر بر طول دامنه گسترش آتشگیری پس از ۲۰ ثانیه معنی‌دار نمی‌باشد.

طول دامنه گسترش آتشگیری پس از ٤۰ و ٦۰ ثانیه: بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثرات مستقل و متقابل عوامل متغیر بر طول دامنه گسترش آتشگیری پس از ٤۰ (جدول ٤) و ٦۰ ثانیه (جدول ٥) معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول ٤- جدول تجزیه واریانس اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر دامنه گسترش آتشگیری پس از ٤۰s.

منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
نوع تخته	۱۰/٤۲۷	۱	۱۰/٤۲۷	۱/۲٦۳ ns
نوع رزین	٤/۸۰٥	۱	٤/۸۰٥	۰/٥۸۲ ns
سطوح استیلاسیون	۱٤/۲٦۸	۲	۷/۱۳٤	۰/۸٦٤ ns
نوع تخته × نوع رزین	۲/٤۹٤	۱	۲/٤۹٤	۰/۳۰۲ ns
نوع رزین× سطوح استیلاسیون	۸/۲٦۳	۲	٤/۱۳۲	۰/٥۰۱ ns
نوع تخته × سطوح استیلاسیون	۳۲/۷٤۱	۲	۱٦/۳۷۱	۱/۹۸۳ ns
نوع تخته × نوع رزین× سطوح استیلاسیون	۱۷/۳۳٤	۲	۸/٦٦۷	۱/۰٥۰ ns
خطا	٤۹٥/۲۸۷	٦۰	۸/۲٥٥	
کل	٥۲٤۸/۱۸۰	۷۲		

ns بدون اثر معنی‌دار

جدول ٥- جدول تجزیه‌واریانس اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر دامنه گسترش آتشگیری پس از ٦۰s.

منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
نوع تخته	۱/۹۳٤	۱	۱/۹۳٤	۰/۱۷۸ ns
نوع رزین	۱٦/٦۲۷	۱	۱٦/٦۲۷	۱/٥۳۲ ns
سطوح استیلاسیون	٦۳/٥۲۷	۲	۳۱/۷٦۳	۲/۹۲۸ ns
نوع تخته × نوع رزین	۱/٦۲۰	۱	۱/٦۲۰	۰/۱٤۹ ns
نوع رزین× سطوح استیلاسیون	۱۹/۸٦٤	۲	۹/۹۳۲	۰/۹۱٥ ns
نوع تخته × سطوح استیلاسیون	٥۸/٦۱٤	۲	۲۹/۳۰۷	۲/۷۰۱ ns
نوع تخته × نوع رزین× سطوح استیلاسیون	۳/۸۸٦	۲	۱/۹٤۳	۰/۱۷۹ ns
خطا	٦٥۰/۹۹۳	٦۰	۱۰/۸٥۰	
کل	۷٤۸۳/۳٤۰	۷۲		

ns بدون اثر معنی‌دار

طول دامنه گسترش آتشگیری پس از۱۲۰ ثانیه: جدول٦ تجزیه واریانس عوامل متغیر بر طـول دامنـه گسترش آتشگیری پس از ۱۲۰ ثانیه برای بررسی اثر مستقل هر یک از عوامل متغیر را نشان می‌دهند.

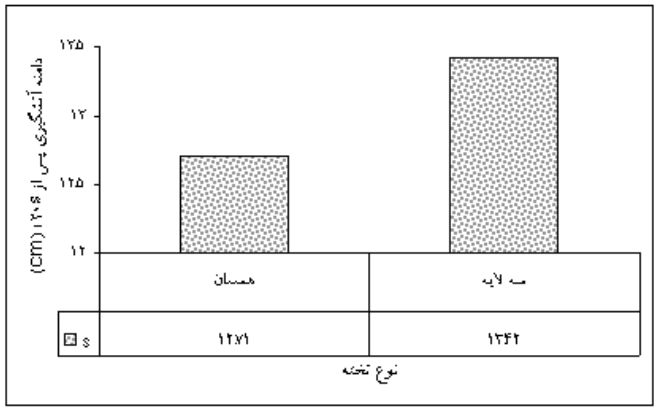
جدول ٦- جدول تجزیه واریانس اثر عوامل متغیر بر دامنه گسترش آتشگیری پس از ۱۲۰ثانیه.

منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
نوع تخته	۳/۰۸۲	۱	۳/۰۸۲	*۵/۹٦۵
نوع رزین	۱/۵۰۰	۱	۱/۵۰۰	۲/۹۰۳ ns
سطوح استیلاسیون	۱۳/۱۵۱	۲	٦/۵۷۵	**۱۲/۷۲۷
نوع تخته× نوع رزین	۰/٦۰۲	۱	۰/٦۰۲	۱/۱٦۵ ns
نوع رزین× سطوح استیلاسیون	۲/۸٤۲	۲	۱/٤۲۱	۲/۷۵۱ ns
نوع تخته× سطوح استیلاسیون	۳/٤۳٦	۲	۱/۷۱۸	۳/۳۲۵ ns
نوع تخته × نوع رزین× سطوح استیلاسیون	۰/۲۸۱	۲	۰/۱٤۰	۰/۲۷۲ ns
خطا	٦/۲۰۰	۱۲	۰/۵۱۷	
کل	٤۱۲۸/۸۰۰	۲٤		

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد؛ * معنی‌دار در سطح ۵ درصد؛ ns بدون اثر معنی‌دار

اثر مستقل عوامل متغیر

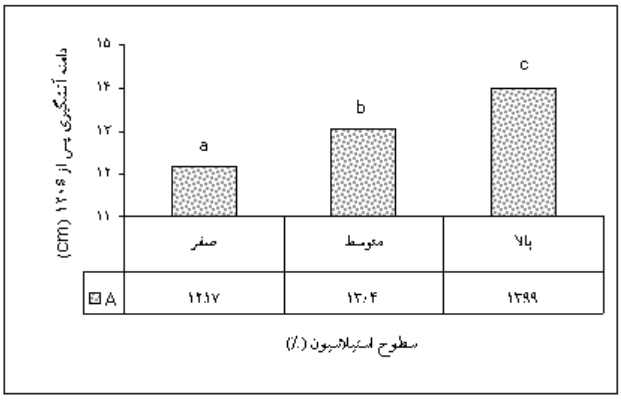
اثر مستقل محل خرده چوب‌های استیله شده در تخته: جدول تجزیه واریانس ٦ نشان مـی‌دهـد کـه محل خرده‌چوب‌های استیله شده در تخته بر طول دامنه گسترش آتشگیری پس از ۱۲۰ ثانیه در سـطح ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. مقادیر میانگین حاصل از اثر مستقل این عامل بر طول دامنه مـورد نظـر در شکل ۳ نشان داده شده است. طبق نتایج به‌دست آمده، پس از گذشـت۱۲۰ثانیـه، تختـه‌هـای همـسان نسبت به تخته‌های سه‌لایه دارای طول دامنه گسترش آتشگیری کمتری بودند.



شکل ۳- اثر محل خرده‌چوب‌های استیله شده در تخته بر طول دامنه گسترش آتشگیری پس از ۱۲۰ ثانیه.

اثر سطوح استیلاسیون: نتایج جدول تجزیه واریانس ٦ نشان می دهد که سطوح استیلاسیون بر طول دامنه گسترش آتشگیری پس از۱۲۰ثانیه در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. در این سیکل زمانی، طول دامنه گسترش آتشگیری تخته‌های شاهد در مقایسه با تخته‌های استیله شده در سطح بالا کاهش معنی‌داری داشت (شکل ٤).

اثر متقابل عوامل متغیر: طبق جدول تجزیه واریانس ٦ اثر متقابل عوامل متغیر بر طول دامنه گسترش آتشگیری پس از ۱۲۰ ثانیه معنی‌دار نمی‌باشد.



شکل ٤- اثر سطوح استیلاسیون بر طول دامنه گسترش آتشگیری پس از ۱۲۰ثانیه.

بحث

در این پژوهش اثر متغیرها بر اساس دو معیار طول دامنه گسترش آتشگیری و کاهش جرم بررسی شد. در ۲۰ ثانیه اول، آتشگیری تخته‌های حاوی رزین ایزوسیانات کمتر ازتخته‌های حاوی رزین اوره‌فرمالدئید بود و در طی زمان این اثر کاهش یافت. از امتیازات رزین ایزوسیانات آن است که هیچ‌گونه آبی در سیستم آن وجود ندارد (دوست‌حسینی، ۲۰۰۱). این رطوبت پائین موجب کاهش انتقال حرارت طی فرآیند همرفت به‌واسطه بخار آب می‌گردد (قربانی کوکنده، ۲۰۰۷)، که در ثانیه‌های اولیه اثر آن به‌وضوح مشاهده می‌گردد. با گذشت زمان و اثر متقابل سایر عوامل، به‌تدریج اثر این عامل نامحسوس گردید.

به‌نظر می‌رسد پس از گذشت ۱۲۰ ثانیه، با افزایش شدت استیلاسیون، خرده‌چوب‌های زغال شده سطح تخته و طول دامنه گسترش آتشگیری افزایش یافته، کاهش جرم نمونه‌ها از ۳۳/۷۰٤ درصد در نمونه شاهد به ۲۸/۰۵۲ در اصلاح شده با شدت ۸/۳۹ درصد تنزل یافت که این کاهش به لحاظ آماری معنی‌دار نبود.

در توجیه نتایج فوق باید اظهار داشت که، تیمار استیلاسیون از طریق حجیم ساختن دیواره سلول‌های چوبی سبب کاهش خلل و فرج تخته شده و به‌دلیل جایگزینی گروه‌های هیدروکسیل با گروه‌های استیل، ماده بیشتری برای سوختن وجود دارد. بنابراین در تخته‌های استیله شده طول دامنه گسترش آتشگیری افزایش یافت و سطح زغال شده بیشتری مشاهده گردید که مانند عایقی در مقابل انتقال حرارت به بخش‌های داخلی عمل می‌نماید. محبی و همکاران (۲۰۰۷) نیز با بررسی مقاومت به آتش تخته‌لایه راش دریافتند با بالا بردن سطوح تیمار استیلاسیون سطح زغال شده افزایش می‌یابد.

بخشی از گرما داده شده نیز، صرف واکنش‌های استیل‌زدایی و شکستن پیوندهای استری بین گروه‌های استیل و بسپارهای دیواره سلولی می‌شود. درواقع، لایه‌های استیله‌شده نسبت به نمونه شاهد به انرژی اولیه بیشتری برای سوختن نیاز دارند. در نتیجه، به‌دلیل وجود مقدار ماده بیشتر و بالاتر بودن سطح انرژی گروه‌های استیلی نسبت به گروه‌های هیدروکسیل بسپارهای دیواره سلولی، کاهش جرم نمونه‌های استیله کمتر از نمونه‌های شاهد می‌باشد (طلایی، ۲۰۰۵). در این پژوهش، علی‌رغم مشاهده روند نزولی بین کاهش جرم نمونه شاهد با استیله، اختلاف به لحاظ آماری معنی‌دار گزارش نگردید.

تخته‌های سه‌لایه که در آن‌ها خرده‌چوب‌های استیله تنها در سطوح تخته استفاده شده، تراکم بیشتری نسبت به تخته‌های یک‌لایه دارند. بنابراین، خلل و فرج کمتر و ماده سوختنی بیشتر با تراز

انرژی بالاتر در سطح به‌علت جانشینی گروه‌های استیل، به افزایش طول دامنه گسترش آتشگیری، سطح زغال شده و کاهش جرم منتهی گردید. همچنین در تخته‌های سه‌لایه به‌علت تراکم بیشتر سطح، امکان انتقال بخار آب و متعاقباً حرارت از طریق فضا بین خرده‌چوب‌ها کاهش یافته، در حالی‌که در تخته‌های یک‌لایه، علی‌رغم اثر مثبت استیلاسیون به‌دلیل کاهش رطوبت و کاهش حفرات درون سلولی، به‌علت عدم گیرایی و ایجاد فضا بین تراشه‌ها، ساختار نمونه متخلخل‌تر بوده، انتقال حرارت در لحظات اولیه با سرعت بیشتری انجام می‌گردد. در نتیجه، تخریب ماده چوبی تخته‌های یک‌لایه بیش از سه‌لایه بوده، و کاهش جرم به‌دست آمده بیشتر می‌باشد.

نتیجه‌گیری

تیمار استیلاسیون با افزایش تراکم تخته و در اختیار قرار دادن ماده سوختنی بیشتر، طول دامنه گسترش آتشگیری و سطح زغال شده را افزایش داد و در محدوده زمانی مشخص سبب کاهش جرم نمونه‌ها گردید که، اختلاف کاهش جرم به لحاظ آماری معنی‌دار گزارش نگردید. همچنین، تخریب ماده چوبی تخته‌های یک‌لایه بیش از سه‌لایه بوده، کاهش جرم به‌دست آمده بیشتر می‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که استیلاسیون سبب مقاوم‌سازی تخته‌ها در برابر آتش نشده اما استفاده از خرده‌چوب اصلاح شده در سطوح تخته، باعث کندتر سوختن و کاهش جرم آن‌ها می‌گردد.

منابع

1.Brelid, P.L. and Westin, M. 2007. Acetylated wood- Results from long- term field tests. The Third European Conference on Wood Modification. Cardiff, UK. Pp: 71-78.
2.Doosthoseini, K. 2001. Wood composite materials, manufacturing, applications. Tehran University Press, 1, 648p. (In Persian)
3.Evans, P.D., Wallis, A.F.A. and Owen, N.L. 2000. Weathering of chemically modified of scoot pine acetylated to different weight gains. Wood Sci. Tec. 34:2:151-165.
4.Ghorbani Kokandeh, M. 2007. Influences of wood- particle acetylating on heat transfer in pressing operation and practical properties of particleboard with emphasis on bioresistance of boards. Ph.D. Thesis. Tehran University, 110 p. (In Persian).

5.MILITZ, H. 1991. The improvement of dimensional stability and durability of wood through treatment with non- catalysed acetic acid anhydride. Holz als Roh- und Werkstoff, 49, 147-152.
6.Mohebby, B. 2003. Biological attack of acetylated wood. Ph.D. thesis. Göttingen university, Göttingen, 147 p. (In Persian)
7.Mohebby, B., Talaii, A., and Kazemi Najafi, S. 2007. Influence of acetylating on fire resistance of beech plywood. Materials Letters, 61; 359-362. (In Persian).
8.Nilsson, T., Rowell, Roger M., Simonson, R., Tillman, A. 1988. Fungal resistance of Pine particleboards made from various types of acetylated chips. Holzforschung, 42: 123-126.
9.Parsapajouh, D., Faezipour, M., and Taghiyari, H.R. 1996. Industrial timber preservation. University of Tehran Press. 4th Edition. 657pp. (In Persian)
10.Rowell, R.M. 1983. Chemical modification of wood. Forest prod. Abstr. 6:12: 363-381.
11.Rowell, R.M. 1984. The Chemistry of Solid Wood, Advances in Chemistry Series No. 207, American Chemical Society, Washington, DC. 614p.
12.Rowell, R.M., Esenther, G.R., Youngquist, J.A., Nicholas, D.D., Nilsson, T., Imamura, Y., kerner-Gang, W., Trong, L., and Deon, G. 1988. Wood modification in the protection wood composites, Proceedings of the IUFRO Wood Protections Subject Group, Honey Harber, Ontario, Canada. Canadian Forestry Service, Pp: 238-266.
13.Rowell, R.M., Simonson, R., and Tilmon, A.M. 1990. Acetyl balance for the acetylating of wood particles by simplified procedure. Holzforschung. 44: 4. 263-269.
14.Rowell, R.M. 1996. Physical and mechanical properties of chemically modified wood. P. 295-310. In: Hon DNS, editor. Chemical modification of lignocellulosic materials. New York: Marcel Dekker.
15.Takahashi, M. 1996. Biological properties of chemically modified wood. P 339-369 In: D.N.S. Hon (ed.) Chemical modification of lignocellulosic materials; Marcel Dekker, Inc.; New York, Basel, Hong Kong.
16.Talaii, A. 2005. Influences of acetylation on thermal behavior and fire resistance of Beech plywood. M.Sc. thesis. Tarbiat Modares University, 40 p. (In Persian)

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 18(4), 2012
http://jwsc.gau.ac.ir

Investigation on The Effect of Acetylation and The Type of Resin on The Fire Resistance of One and Three Layered Poplar Particleboard

K. Doost Hosseini[1], M. Ghorbani Kokandeh[2], S. Mohammadali Beyk[3] and A.N. Karimi[4]

[1]Professor, Dept. of Natural Resources, Tehran University, [2]Assistant Prof., Dept. of Natural Resources, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]M.Sc. Dept. of Wood and Paper Science and Technology, Tehran University, [4]Professor, Dept. of Natural Resources Tehran University

Received: 2010-11-1; Accepted: 2011-09-17

Abstract

This research was conducted to investigate the effect of acetylation and type of resin on fire resistance of one and three layered Populus particleboard. Populus particles were acetylated at three levels of acetyl content (WPG of 0, 8.39% and 17.27%). In manufacturing of one and three layered boards with acetylated particles in all thickness or surface of the boards two type of resin, urea formaldehyde and isocyanate (were used). Fire resistance test was carried out in cycles 20, 40, 60 and 120 seconds. At first 20 second, flammability of boards made from isocyanate was less than that for boards containing urea formaldehyde resin, and with time passing, this effect decreased. Regarding to weight loss, three layered boards showed less weight loss than single layered boards. By increasing of acetylation level, the extent length of fire extension and coal surface was increased and during distinct time, burned depth and weight loss decreased. This effect was more obvious at 120 second. Indeed, acetylation not make boards resustant to fire, but retarded their combustion.

Keywords: Isocyanate; Urea formaldehyde; Acetylation; Fire resistance; *Poplar*.

*Corresponding Author; Email: ghorbani_mary@yahoo.com