نشریه جنگل و فراورده‌های چوب. مجله منابع طبیعی ایران
دوره ٦٦. شماره ٣. پاییز ١٣٩٢
٣١٩

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۰/۱۲

بررسی اثر بازیلیت بر روی مقاومت به آتش و ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌فیبر سخت

❖ **ابراهیم حجتی مروست** *؛ کارشناس ارشد، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
❖ **صدیقه دادای قندی؛** کارشناس ارشد، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
❖ **علی‌اکبر عنایتی؛** استاد دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
❖ **کامبیز راشدی؛** کارشناس ارشد، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

Archive of SID

چکیـــده

تخته‌فیبر از پرکاربردترین فرآورده‌های چوبی داخل ساختمان است. در این تحقیق، امکان استفاده از مادهٔ شیمیایی بازیلیت (اسید بوریک) در دو غلظت ۳ درصد و ۵ درصد روی تخته‌فیبرِ سخت بررسی شد. خواص مقاومت به آتش شامل درصد کاهش جرم، توسعهٔ ارتفاع شعله، و ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی نمونه‌ها اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که نمونه‌های تیمارشده با بازیلیت ۳ درصد، درصد کاهش جرم کمتری از نمونه‌های تیمارشده با بازیلیت ۵ درصد و شاهد داشتند. از نظر خواص فیزیکی و مکانیکی، نمونه‌های تیمارشده با بازیلیت ۳ درصد کم‌ترین مقدار جذب آب و واکشیدگی ضخامت و بیشترین مقاومت خمشی را داشتند.

واژگان کلیدی: بازیلیت (اسید بوریک)، تخته‌فیبر سخت، روش خلأ، کندسوزکردن، ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی.

* نویسنده مسئول تلفن: ۰۹۳۶۱۷۵۲۵۶۵
E. mail: ebrahim_hojati@ut.ac.ir

www.SID.ir

مقدمه

حریق در ساختمان‌ها امری ناخواسته بوده که از یک جرقه یا شعلهٔ کبریت شروع می‌شود و گاهی یک شهر را به کام خود می‌کشد. آتش‌سوزی‌ها سالانه خسارات جانی و مالی فراوانی به‌بار می‌آورند. مقاومت ساختمان‌ها در برابر آتش یکسان نیست و به جنس مصالح و چگونگی ترکیب و رفتارشان در برابر آتش و نیز خود حریق بستگی دارد. چوب یک مادهٔ جامد طبیعی است و مانند هر مادهٔ بیولوژیک دیگر در معرض تخریب و نابودی قرار دارد. از تمهیدات مهمی، که برای کاربردی‌ترکردن چوب به‌عنوان مادهٔ خام به‌کار می‌رود، حفاظت آن در برابر عوامل مخرب غیرزنده مثل آتش است. آتش در زمرهٔ مهم‌ترین عوامل مخرب فیزیکی چوب است و از ترکیب سریع اکسیژن با اجسام (اکسایش) در دمای خاص، که نقطهٔ اشتعال یا آستانهٔ شعله‌وری نامیده می‌شود، به‌وجود می‌آید. نقطهٔ اشتعال پایین‌ترین دمایی است که مادهٔ سوختنی وقتی تا آن درجه گرم شود، شروع به سوختن همراه با شعله می‌کند. یکی از روش‌های کندسوزکردن مواد آتش‌گیر نظیر چوب، کاهش تماس اکسیژن هوا با این مواد یا کندکردن انتقال حرارت و در نهایت، به‌تأخیرانداختن آستانهٔ آتش‌گیری (شعله‌وری) آن‌هاست. روش کندسوزکردن به‌طور سطحی یا عمقی و با به‌کاربردن مواد شیمیایی مختلف ضدآتش در زمان ساخت تخته و با آغشته‌کردن الیاف یا مخلوط‌کردن با چسب انجام می‌پذیرد. هرودت اشباع‌کردن چوب به‌وسیلهٔ ماده‌ای به نام آلوم (به‌عنوان مادهٔ کندسوزکننده) را توسط مصریان باستان گزارش کرده که مربوط به ۴۰۰ سال قبل از میلاد مسیح (ع) است و ژلیوس در ۸۷ سال قبل از میلاد، از قلعه‌ای چوبی نام می‌برد که دشمن محاصره کرده بود و به‌علت آغشته‌بودن آن به آلوم از آتش مصون می‌ماند. در سال ۱۸۲۱، گیلوساک تکه‌هایی از کنف و الیاف کتان را با محلول‌هایی از آمونیوم فسفات و کلرید آمونیوم و بوراکس اشباع کرد. هنگامی که چوب با نمک‌های غیرآلی مانند اسید بوریک، دی‌آمونیوم فسفات، و سولفات آمونیوم تیمار می‌شود، تجزیهٔ چوب بر اثر حرارت، انتشار مواد فرّار و احتراق‌پذیری مواد تشکیل‌دهندهٔ آن تغییر می‌یابد. در این میان، ترکیبات بورون با مزیت‌هایی چون طیف گستردهٔ اثرگذاری بر فعالیت قارچ‌ها و حشرات، سمیت کم برای پستانداران، و نداشتن رنگ و بو، با رسوب‌کردن در حفرهٔ سلولی و دیوارهٔ سلول چوب به‌عنوان مادهٔ کندسوزکننده جایگاه ویژه‌ای دارد [۱].

کورت و منگلوگلو فرآوردهٔ چوب پلیمر کندسوزشده با استفاده از ترکیبات بورن (اسید بوریک، بوراکس، بورات روی، مخلوط بوراکس، و اسید بوریک) را در آمونیوم پلی‌فسفات بررسی و میزان سوختن، و خواص فیزیکی و مکانیکی آن را اندازه‌گیری کردند. نتایج نشان داد که کندسوزکردن، همهٔ خواص مکانیکی به‌جز مقاومت به ضربه را کاهش داد. این کاهش برای نمونه‌های حاوی ترکیبات بورن در فرمولاسیون کندسوزکردن کمتر بود. جذب آب و واکشیدگی ضخامت نمونه‌های تیمارشده بیشتر از نمونه‌های شاهد بود [۲].

استارک و همکاران اثر پنج نوع افزودنی کندسوزکننده را بر روی عملکرد در برابر آتش چندسازه‌های آرد چوب-پلی‌اتیلن بررسی کردند. به‌طور کلی، هیدروکسید منیزیم و آمونیوم پلی‌فسفات بیشترین بهبود، و بورات و برمین کمترین اثر را بر بهبود عملکرد نمونه‌های تیمارشده در برابر آتش داشتند [۳].

هاشم و همکاران تخته‌فیبر متوسط کندسوزشده و تیمارشده با رزین اورهٔ فرمالدئید را بررسی کردند. مواد شیمیایی کندسوزکننده شامل آلومینات سدیم، بورات روی، و تری هیدرات آلومینیوم با چهار غلظت ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۳۰ درصد و رزین فرمالدئید ۱۵ درصد برای تخته‌فیبر متوسط ساخته‌شده از چوب کائوچو استفاده شد. خواص فیزیکی و مکانیکی نمونه‌ها پس از تولید اندازه‌گیری شد. خاصیت کندسوزکنندگی با روش کابینت و نیز شاخص زغال‌شوندگی، کاهش وزن، و اندازهٔ ناحیهٔ بیضوی سنجیده شد و آنالیز خواص گرمایی با روش تجزیهٔ وزن‌سنجی حرارتی به‌دست آمد. خواص

Archive of SID

www.SID.ir

جذب آب، واکشیدگی ضخامت، و مقاومت خمشی با افزایش غلظت مادهٔ کندسوزکننده کاهش یافت. استحکام چسبندگی داخلی با افزایش غلظت مادهٔ کندسوزکننده کاهش یافت. شاخص زغال‌شوندگی، اندازهٔ بیضوی، و کاهش وزن با افزایش درصد مادهٔ کندسوزکننده کاهش یافت. از نظر کاهش تخریب حرارتی آلومینات سدیم بیشترین تأثیرگذاری را داشت [٤].

آیرلمیس در تحقیقی اثر کندسوزکننده‌ها را بر استحکام پیوند داخلی (IB) و دوام باند پیوندهای فنلی پانل‌های تخته‌فیبر (تخته‌فیبر با دانسیتهٔ متوسط) بررسی کرد. بوراکس (BX)، اسید بوریک (BA)، مونو آمونیوم فسفات (MAP)، دی‌آمونیوم فسفات (DAP)، و اسید فسفریک (PA) بر روی فیبرهای ساخته‌شده از ۵۰ درصد چوب کاج[1] و ۵۰ درصد چوب راش[2] در سطح غلظت ۲، ٤، و ٦ درصد بر مبنای وزن خشک فیبر، اسپری شدند. استحکام و دوام پیوند تمام پانل‌های تیمارشده با افزایش مادهٔ شیمیایی کاهش یافت. نمونه‌های تیمارشده با BX بهترین استحکام و دوام پیوند را در مقایسه با بقیه داشتند [٥].

بایسال و همکاران مقاومت در برابر آتش نمونه‌های دوگلاس‌فر[3] تیمارشده با اسید بوریک و بوراکس و مواد استخراجی (پودر پوست درخت کاج، پودر برگ سماق، پودر بلوط، و پودر گردو) را بررسی کردند. آزمون آتش در سه مرحله انجام شد: مرحلهٔ شعله، مرحلهٔ بدون شعله، و مرحلهٔ اشتعال. نتایج نشان داد که پایین‌ترین دما برای مرحلهٔ شعله، مرحلهٔ بدون شعله و مرحلهٔ اشتعال برای نمونهٔ تیمارشده با مخلوط اسید بوریک و بوراکس به‌دست آمده بود. کمترین درصد کاهش جرم مربوط به نمونه‌های مخلوط با اسید بوریک و بوراکس بوده است. مواد استخراجی در بهبود کندسوزکردن اثری نداشته است [٦].

آکبولوت و همکاران به بررسی خواص مکانیکی، جذب آب و واکشیدگی ضخامت، و مقاومت در برابر قارچ و موریانه در نمونه‌های تخته‌فیبر متوسط تیمارشده با نمک هیدروکسی لامین سدیم، بوراکس، اسید بوریک، و مخلوط نمک و بوراکس با غلظت‌های ۰/۱، ۰/۵، ۱، و ۳ پرداختند و گزارش کردند که نمونه‌های تیمارشده با مخلوط بوراکس و نمک هیدروکسی لامین سدیم در مقایسه با بقیه جذب آب پایین، مدول الاستیسیته بیشتر، و دوام بالایی در برابر قارچ مولد پوسیدگی سفید و موریانه داشتند. همچنین با افزایش غلظت اسید بوریک جذب آب و واکشیدگی ضخامت افزایش می‌یابد [۷].

کولاکوگلو و همکاران اثر اسید بوریک روی خواص مکانیکی تخته‌لایهٔ تولیدشده با روکش راش را بررسی و گزارش کردند که روکش تیمارشده به روش غوطه‌وری برای تولید تخته‌لایه‌ها باعث کاهش مدول الاستیسیته و مقاومت خمشی، مقاومت فشاری عمود بر الیاف، افزایش مقاومت فشاری موازی الیاف، و سختی عمود بر سطح تخته شدند [۸].

هدف از این مطالعه بررسی تأثیر مادهٔ شیمیایی بازیلیت بر کندسوزکردن و برخی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌فیبر سخت و تعیین شرایط مناسب این ماده برای کندسوزکردن این فرآورده بوده است.

روش‌شناسی

نمونه‌های تخته‌فیبر سخت ساخته‌شده در کارخانهٔ فیبر ایران (حسن‌رود) با ابعاد ۵۰cm ×۵۰ و ضخامت ۳ mm به‌طور تصادفی از خط تولید کارخانه تهیه و به آزمایشگاه منتقل شدند. این تخته‌ها طبق استاندارد DIN٦٨٧٥٠و JISA ۱۳۲۱-۱۹۹٤ به اندازه‌های مورد نیاز برای انجام آزمایش‌های آتش و ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تبدیل شدند [۹]. سپس نمونه‌ها به‌مدت دو هفته در اتاق کلیما با دمای ۲۰°C و رطوبت نسبی ٥±٦٥ درصد نگه‌داری شدند تا به تعادل رطوبتی برسند.

مادهٔ شیمیایی بازیلیت B (اسید بوریک) در دو غلظت ۳ و ۵ درصد تهیه شد.۹۰ نمونه به‌صورت

1. Pinus Nigra
2. Fagus Orientalis
3. Pseudotsuga Menzieesi

Archive of SID

www.SID.ir

تصادفی انتخاب و در سه گروه ۳۰ تایی به‌عنوان شاهد و تیمارشده با بازیلیت با غلظت ۳ و ۵ درصد، دسته‌بندی شدند. برای آغشتن نمونه‌ها به مادهٔ شیمیایی، نمونه‌ها به‌مدت ۲٤ ساعت در اتو با دمای ۲±۱۰۳ درجهٔ سانتی‌گراد خشک و سپس توزین شدند. برای اشباع نمونه‌ها از یک دستگاه دسیکاتور مجهز به امکانات ایجاد خلأ برای آغشته‌سازی نمونه‌های تخته‌فیبر استفاده شد. نمونه‌ها طبق استاندارد DIN۵۲۱٦۰ در دسیکاتور با دمای اتاق به‌مدت ۱۵ دقیقه تحت خلأ به میزان ۰/۷ mbar قرار گرفتند. پس از اعمال خلأ حباب‌های ریز هوا روی سطح نمونه ایجاد و رها می‌شدند (نشانهٔ خارج‌شدن هوا از نمونه‌ها و جایگزین‌شدن محلول شیمیایی). پس از برداشتن خلأ، نمونه‌های تیمارشده به‌همراه محلول به‌مدت ۱ساعت در هوای محیط قرار داده شدند و بعد آن‌ها را خارج کردند و به‌صورت عمودی قرار داده شدند تا قطره‌های اضافی آن‌ها گرفته شد. نمونه‌های تیمارشده پس از توزین به‌منظور ثابت‌شدن وزن و رسیدن به رطوبت تعادل در اتاق کلیمای نرمال (با دمای ۲۰°C و رطوبت نسبی ۵±٦۵ درصد) قرار گرفتند.

نمونه‌ها با استفاده از دستگاه تست آتش ساخته‌شده طبق استاندارد BS ٤۷٦ Part ۱۲:۱۹۹۱ آزمایش شدند.

شاخص دوام در برابر آتش (کاهش جرم و توسعهٔ ارتفاع شعله) طبق استاندارد JISA ۱۳۲۱-۱۹۹٤، و ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی طبق استانداردهای DIN۵۲۳۵۰، DIN۵۲۳۵۱ ، ASTM ۱۰۳۷-٦۵T و ASTM ۱۰۳۷-۶۴ اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها

۱. دانسیتهٔ خشک، واکشیدگی ضخامت، و جذب آب در این بررسی، برای تعیین دانسیتهٔ خشک از نمونه‌های ۵×۵ سانتی‌متر، و برای واکشیدگی ضخامت و جذب آب از نمونه‌های ۲۵×۲۵ میلی‌متر استفاده شد. جرم نمونه‌ها با ترازوی با دقت ۰/۰۱ گرم، و حجم و ضخامت آن‌ها با اندازه‌گیری ابعاد با کولیس به دقت ۰/۰۲ میلی‌متر تعیین و در نتیجه دانسیتهٔ خشک و واکشیدگی ضخامت و جذب آب نمونه‌ها محاسبه شد. برای اندازه‌گیری واکشیدگی ضخامت و جذب آب، نمونه‌ها در آب با دمای ۱±۲۰ °C و عمق ۲ cm از سطح آب با فاصلهٔ مناسب از هم، قرار داده شد. بعد از گذشت ۲ و ۲٤ ساعت مجدداً جرم و ضخامت نمونه‌ها با همان شرایط اندازه‌گیری شد.

۲. مقاومت به خمش

برای انجام این آزمایش از نمونه‌های به ابعاد ۱۲۵×۷۵ میلی‌متر استفاده شد. حداکثر نیروی مورد نیاز تا ایجاد گسیختگی به کمک ماشین آزمایش چوب نوع Wolpert-٦۷۰۰ اندازه‌گیری شد.

۳. مقاومت به کشش موازی سطح

برای این آزمون از نمونه‌های آماده‌شده طبق استاندارد ASTM ۱۰۳۷-٦۵T استفاده شد. برای تعیین نیروی گسیختگی، نمونه‌ها به‌طور جداگانه و به‌وسیلهٔ ماشین آزمایش با سرعت ٤ میلی‌متر در دقیقه تحت تأثیر نیروی کششی قرار گرفتند و مقاومت به کشش موازی با سطح محاسبه شد.

این بررسی در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد و نتایج ویژگی‌های اندازه‌گیری‌شده به‌وسیلهٔ نرم‌افزار SPSS به‌کمک تجزیهٔ واریانس تحلیل و بررسی شد و گروه‌بندی میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی

دانسیته و رطوبت تخته‌ها

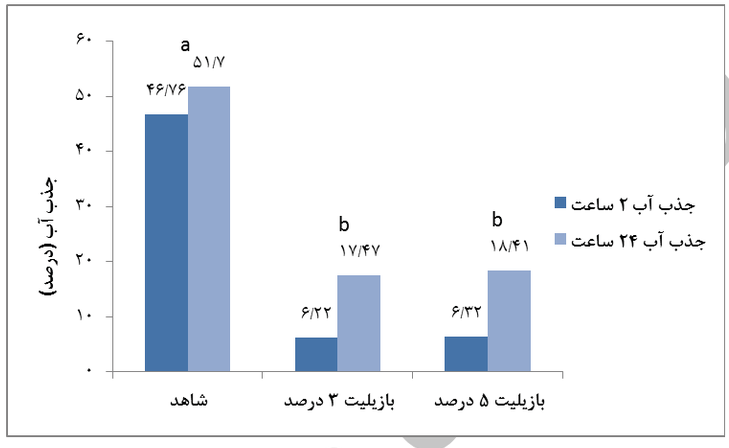
اندازه‌گیری‌های انجام‌شده از رطوبت و دانسیتهٔ نمونه‌ها نشان داد که مقدار درصد رطوبت نمونه‌ها بین ۷/۷_۱۲/۷ درصد، و دانسیتهٔ خشک آن‌ها بین ۰/۹۲_۰/۹۸ g/cm^3 بوده است.

جذب آب

شکل ۱ نشان می‌دهد که نمونه‌های تیمارشده با بازیلیت

Archive of SID

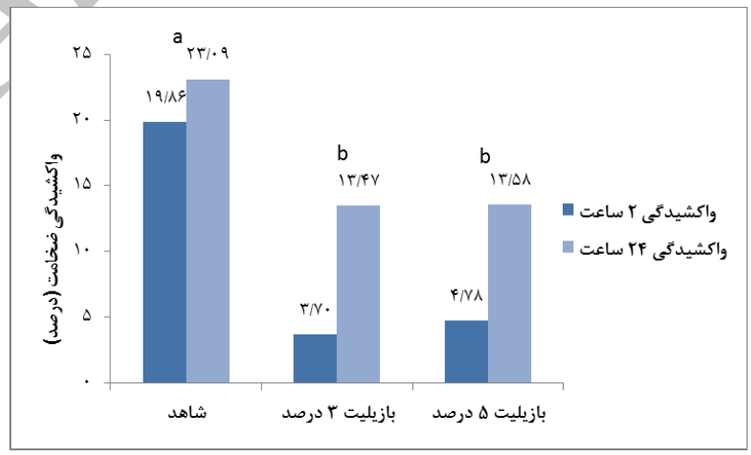
در مقایسه با نمونه‌های شاهد به‌طور چشمگیری جذب آب کمتری داشتند. بر اساس تحلیل و بررسی آماری نتایج، تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد بین میانگین جذب آب نمونه‌های تیمارشده با نمونه‌های شاهد مشاهده شد. ضمن اینکه افزایش غلظت بازیلیت اثر معنی‌داری بر کاهش جذب آب نمونه‌ها نداشته است. همچنین، در گروه‌بندی دانکن نمونه‌های شاهد و نمونه‌های تیمارشده از نظر مقدار جذب آب در دو گروه قرار گرفتند.



شکل ۱. مقایسهٔ میانگین جذب آب نمونه‌ها

واکشیدگی ضخامت

شکل ۲ نشان می‌دهد که در نمونه‌های تیمارشده در مقایسه با نمونه‌های شاهد واکشیدگی ضخامت کمتر بوده است. بر اساس تحلیل و بررسی آماری نتایج، تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد بین میانگین واکشیدگی ضخامت نمونه‌های تیمارشده با نمونه‌های شاهد مشاهده شد. ضمن اینکه افزایش غلظت بازیلیت اثر معنی‌داری بر کاهش واکشیدگی ضخامت نمونه‌ها نداشته است. همچنین در گروه‌بندی دانکن نمونهٔ شاهد در یک گروه و نمونه‌های تیمارشده در گروه دیگر قرار گرفتند.



شکل ۲. مقایسهٔ میانگین واکشیدگی ضخامت نمونه‌ها

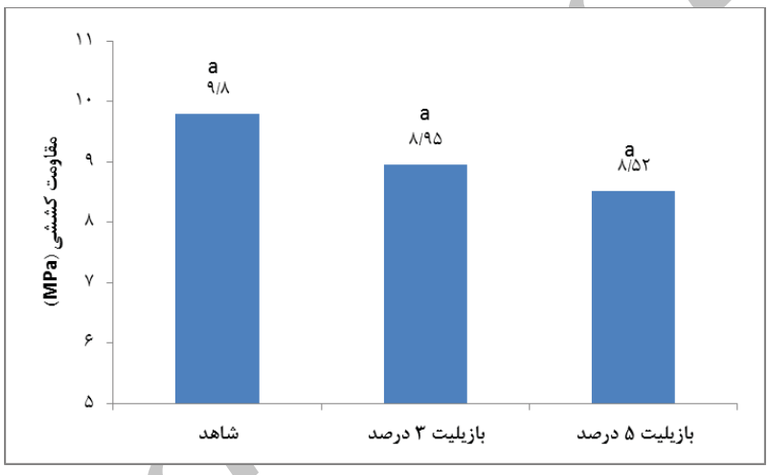
Archive of SID
www.SID.ir

بنابراین، با افزایش غلظت بازیلیت جذب آب و واکشیدگی ضخامت افزایش می‌یابد [۷]. کاهش جذب آب و واکشیدگی ضخامت در این روش به این دلیل است که دیوارهٔ الیاف به‌علت غوطه‌ورشدن در آب واکشیده شده و در نتیجه بازیلیت در بین میکروفیبریل‌های بخش آمورف دیوارهٔ سلولی قرار گرفته و به‌دلیل قطبی‌بودن توانسته است با گروه‌های هیدروکسیل این منطقه واکنش دهد. ولی در روش‌های رایج، که بازیلیت در چسب مخلوط می‌شود، به‌علت آزادبودن گروه‌های قطبی بازیلیت که جاذب رطوبت‌اند موجب افزایش جذب آب شده است.

ویژگی‌های مکانیکی

مقاومت و مدول الاستیسیتهٔ کششی

شکل ۳ نشان می‌دهد که میانگین مقاومت کششی در نمونه‌های تیمارشده کمتر از نمونه‌های شاهد است. بر اساس تحلیل و بررسی آماری نتایج به‌دست‌آمده از این ویژگی مشخص است که تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد بین میانگین مقاومت کششی این نمونه‌ها وجود ندارد. همچنین در گروه‌بندی دانکن نمونه‌ها همه در یک گروه قرار گرفتند.



شکل ۳. مقایسهٔ میانگین مقاومت کششی نمونه‌ها

شکل ٤ نشان می‌دهد که میانگین مدول الاستیسیتهٔ کششی در نمونه‌های تیمارشده کمتر از نمونه‌های شاهد است، اما بین آن‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد و در یک گروه قرار گرفتند.

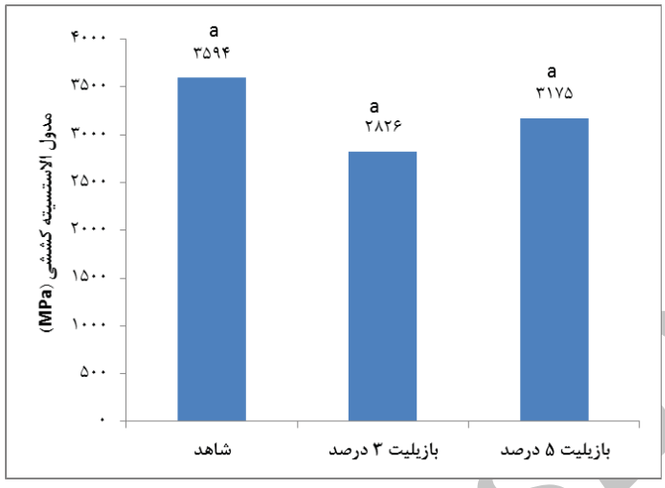
مقاومت و مدول الاستیسیتهٔ خمشی

در شکل ۵، مقایسهٔ میانگین مقاومت خمشی نمونه‌های تیمارشده و شاهد نشان می‌دهد که مقدار این ویژگی در نمونه‌های تیمارشده با بازیلیت ۳ درصد بیشتر از نمونه‌های تیمارشده با بازیلیت ۵ درصد و نمونه‌های شاهد است و با افزایش درصد مادهٔ شیمیایی مقاومت نمونه‌های تیمارشده کاهش می‌یابد [۷].

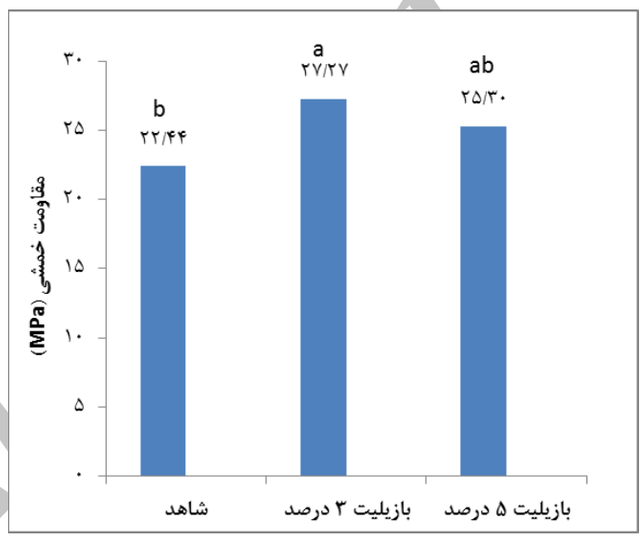
با توجه به نتایج آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد بین میانگین مقاومت خمشی نمونه‌های تیمارشده با بازیلیت ۳ درصد با نمونه‌های شاهد مشاهده شد.

در این تحقیق بر خلاف تحقیق آکبولوت و همکاران، که از روش اشباع الیاف با مادهٔ کندسوزکننده قبل از ساخت تخته‌ها استفاده کردند، مقاومت خمشی و خواص فیزیکی نمونه‌های تیمارشده با بازیلیت به‌طور چشمگیری بهبود یافتند، که این می‌تواند ناشی از روش اشباع باشد.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ٤. مقایسهٔ میانگین مدول الاستیسیتهٔ کششی نمونه‌ها



شکل ٥. مقایسهٔ میانگین مقاومت خمشی نمونه‌ها

شکل ٦ نشان می‌دهد که میانگین مدول الاستیسیتهٔ خمشی در نمونه‌های تیمارشده با بازیلیت ۵ درصد بیشتر از نمونه‌های تیمارشده با بازیلیت ۳ درصد بوده است. با توجه به نتایج تجزیهٔ واریانس، بین میانگین مقاومت خمشی نمونه‌های تیمارشده با نمونه‌های شاهد تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد. ضمن اینکه نمونه‌های شاهد و حاوی بازیلیت ۳ درصد در یک گروه، و نمونه‌های حاوی بازیلیت ۵ درصد در گروه دیگر قرار گرفتند.

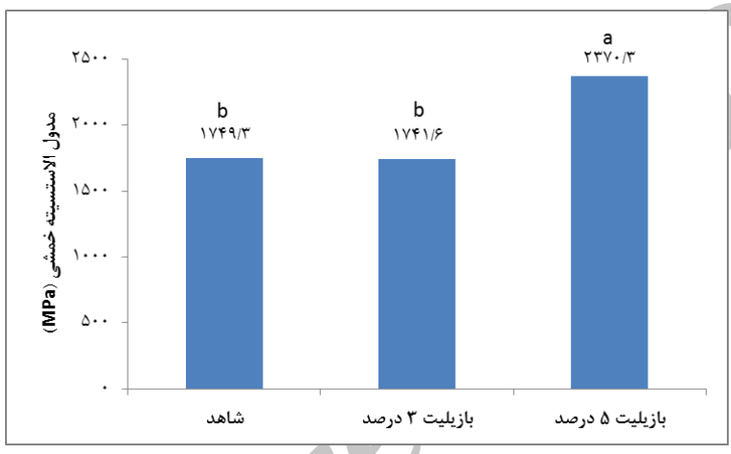
ویژگی‌های کندسوزکنندگی

درصد کاهش وزن

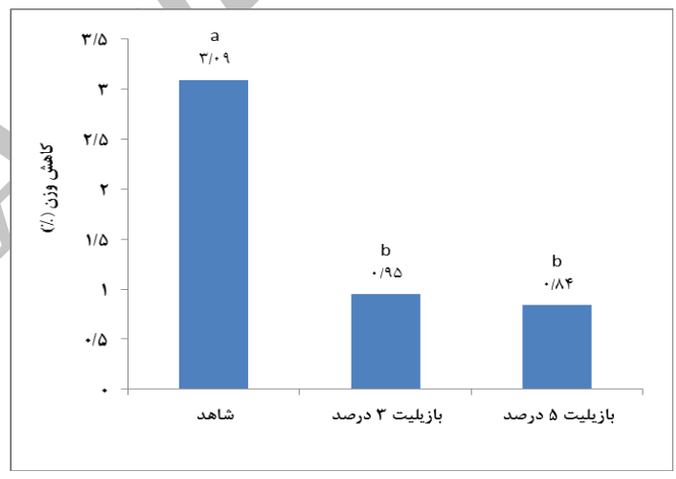
شکل ۷ نشان می‌دهد که نمونه‌های شاهد در مقایسه

www.SID.ir

با نمونه‌های تیمارشده بیشترین درصد کاهش وزن را داشته‌اند. همچنین نمونه‌های تیمارشده با بازیلیت ۵ درصد در مقایسه با نمونه‌های تیمارشده با بازیلیت ۳ درصد، درصد کاهش وزن کمتری دارند. بر اساس نتایج تجزیهٔ واریانس، تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد بین کاهش وزن نمونه‌های تیمارشده با نمونه‌های شاهد مشاهده شد. همچنین در گروه‌بندی دانکن نمونه‌های شاهد در یک گروه، و نمونه‌های تیمارشده با بازیلیت در گروه دیگر قرار گرفتند. بنابراین، با افزایش درصد بازیلیت مقدار درصد کاهش وزن نمونه‌های تیمارشده کاهش یافت [٤، ٦].



شکل ٦. مقایسهٔ میانگین مدول الاستیسیتهٔ خمشی نمونه‌ها

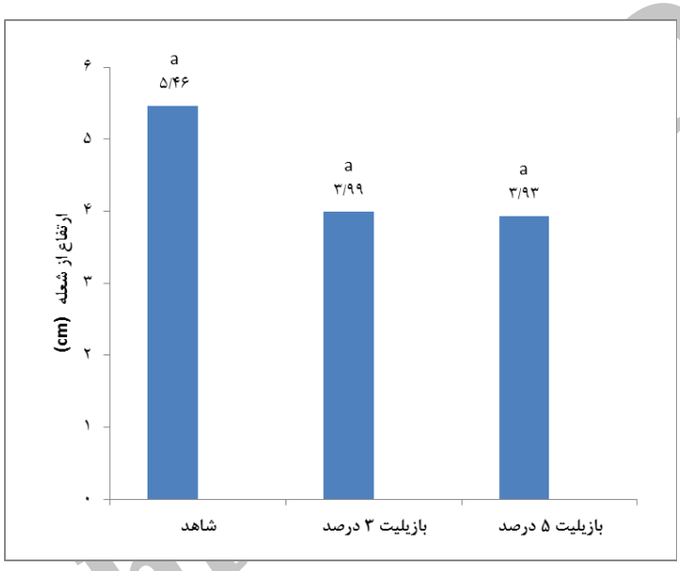


شکل ۷. مقایسهٔ میانگین کاهش جرم نمونه‌ها

Archive of SID
www.SID.ir

توسعه ارتفاع شعله

شکل ۸ نشان می‌دهد که میانگین ارتفاع شعله در نمونه‌های تیمارشده با بازیلیت در مقایسه با نمونه‌های شاهد کمتر، و میانگین ارتفاع شعله در نمونه‌های تیمارشده با بازیلیت ۵ درصد کمتر از نمونه‌های تیمارشده با بازیلیت ۳ درصد بوده است. با توجه به نتایج تجزیهٔ واریانس، تفاوت معنی‌داری بین توسعهٔ ارتفاع شعلهٔ نمونه‌های تیمارشده با نمونه‌های شاهد مشاهده نشد. همچنین در گروه‌بندی دانکن نمونه‌ها همه در یک گروه قرار گرفتند.



شکل ۸. مقایسهٔ میانگین توسعهٔ ارتفاع شعله در نمونه‌ها بعد از ۶۰ ثانیه

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصله می‌توان گفت که اشباع تخته‌فیبر سخت با مادهٔ کندسوزکنندهٔ بازیلیت سبب شد که نمونه‌های تیمارشده در مقایسه با نمونه‌های شاهد، مقاومت بیشتری در مقابل آتش از خود نشان دهند. همچنین سبب شد مقاومت خمشی آن‌ها در مقایسه با نمونه‌های شاهد افزایش و خواص فیزیکی آن‌ها بهبود یابد. همچنین با توجه به اینکه در اکثر ویژگی‌های اندازه‌گیری‌شده اثر مادهٔ شیمیایی بازیلیت به‌خصوص با غلظت ۳ درصد در مقایسه با نمونه‌های شاهد معنی‌دار و باعث بهبود ویژگی‌های مختلف فیزیکی و مکانیکی و کندسوزی تخته‌فیبر شد، بنابراین، استفاده از بازیلیت با غلظت ۳ درصد توصیه می‌شود تا از نظر اقتصادی نیز مقرون به‌صرفه باشد.

Archive of SID
www.SID.ir

References

[1]. Yalinkilic, M., Gezer, E., Takahashi, M., Demirci, Z., Ilhan, R., and Imamura, Y. (1999). Boron addition to non-or low-formaldehyde cross-linking reagents to enhance biological resistance and dimensional stability of wood. Holz als Roh-und werkstoff, 57(5): 351-357.

[2]. Kurt, R., and Mengeloglu, F . (2011). Utilization of boron compounds as syner gists with ammonium polyphosphate for f ame retardant wood-polymer composites. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 35: 155-163.

[3]. Stark, N.M., White, R.H., Mueller, S.A., and Osswald, T.A. (2010). Evaluation of various f re retardants for use in wood f our–polyethylene composites. Polymer Degradation and Stability , 95(9): 1903-1910.

[4]. Hashim, R., Sulaiman, O., Kumar, R., Tamyez, P., Murphy, R., and Ali, Z. (2009). Physical and mechanical properties of f ame retardant urea formaldehyde medium density f berboard. Journal of Materials Processing Technology, 209(2): 635-640.

[5]. Ayrilmis, N. (2007). Effect of f re retardants on internal bond strength and bond durability of structural f berboard. Building and environment, 42(3): 1200-1206.

[6]. Baysal, E., Altinok, M., Colak, M., Kiyoka Ozaki, S., and Toker, H. (2007). Fire resistance of Douglas f r (Pseudotsuga menzieesi) treated with borates and natural extractives. Bioresource technology, 98(5): 1101-1105.

[7]. Akbulut, T., Kartal, S.N., and Green, F (2004). Fiberboards treated with N›-N-(1, 8-Naphthalyl) hydroxylamine (NHA-Na), borax, and boric acid. Forest products journal, 54(10): 59-64.

[8]. Colakoglu, G., Colak, S., Aydin, I., Yildiz, U.C., and Yildiz, S. (2003). Ef fect of boric acid treatment on mechanical properties of laminated beech veneer lumber Silva Fennica, 37(4): 505-510.

[9]. Association, J.S. (1994). Testing Method for Incombustibility of Interior Finish Material and Procedure of Buildings. Japanese Standards Association, 1321: 1994.

Archive of SID

www.SID.ir