

تأثیر تیمار قلیایی بامبو بر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب حاصل از بامبو - خرده چوب صنعتی

چکیده

در این تحقیق، خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب همسان ساخته شده با پودر بامبو (با و بدون تیمار قلیایی) و ذرات خرده چوب مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور پودر بامبو (۳۰ مش) با هیدروکسید سدیم ۵ درصد به مدت ۱۲۰ دقیقه تیمار گردید. خرده چوب صنعتی از شرکت صنعت چوب شمال تهیه شد. نسبت وزنی پودر بامبو (با و بدون تیمار قلیایی) به خرده چوب در چهار سطح (۰/۱۰۰، ۱۰/۹۰، ۲۰/۸۰، ۳۰/۷۰) به عنوان متغیرهای مستقل این مطالعه انتخاب گردید. از رزین اوره فرم آلدهید به میزان ۱۰ درصد وزن خشک ماده اولیه و از کلرید آمونیوم به عنوان هاردنر به میزان ۲ درصد وزن خشک رزین استفاده شد. برای انجام آزمون‌های فیزیکی و مکانیکی از استانداردهای EN استفاده شد. نتایج خواص مکانیکی تخته‌های ساخته شده از بامبو تیمار شده به طور معنی داری بیشتر از نمونه‌های ساخته شده از بامبو تیمار نشده بود. در اثر تیمار قلیایی میزان جذب آب و واکنش ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب کاهش یافت. مرسریزاسیون یا تیمار الیاف سلولزی در محلول قلیایی به خاطر عمل لیفچه‌ای شدن، حذف لیگنین و همی سلولز باعث بهبود اتصال بین ذرات و رزین شده و در نتیجه باعث بهبود خواص مکانیکی و پایداری ابعاد تخته خرده چوب شد. نتایج نشان داد، قابلیت به کارگیری بامبوی تیمار شده تا ۳۰ درصد برای تخته‌های با اهداف عمومی (نجاری) به منظور استفاده در شرایط خشک وجود دارد.

واژگان کلیدی: تخته خرده چوب، تیمار قلیایی، بامبو، لیفچه‌ای شدن، خواص فیزیکی و مکانیکی.

وحید وزیری^{۱*}

محمدحسن مسگرهای کاشانی^۲

^۱ استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد، ایران

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد فرآورده‌های چوب، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد، ایران

مسئول مکاتبات:

vahidvaziri@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۳۱

مقدمه

چوب به عنوان ماده اصلی در تهیه میلمان، دکوراسیون داخلی، بناهای صنعتی و ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد و افزایش تقاضا در دنیا برای چوب، زمینه کمبود آن را پدید آورده است بنابراین نیاز فوری برای جایگزینی آن با ماده‌ای مشابه وجود دارد [۱]. یکی از راهکارهایی که

امروزه کاغذسازان با توجه به کمبود مواد لیگنوسلولزی چوبی انتخاب کرده‌اند، تغییر مواد اولیه لیگنوسلولزی چوبی مورد مصرف خود به مواد اولیه لیگنوسلولزی غیرچوبی مثل پسماندهای کشاورزی (باگاس، کاه گندم، برنج و...)، بامبو، نی، کف و... است. بی تردید این انتخاب می‌تواند فشار موجود بر منابع جنگلی را کاهش دهد

افزایش یافته و چسبندگی بین مولکولی بهبود می‌یابد که این عمل باعث بهبود خواص مکانیکی و کاهش جذب آب چندسازه می‌گردد [۱۱].

Wu Zhang و همکاران (۲۰۰۰) با بررسی تأثیر ماده چوبی و شرایط ساخت بر خصوصیات MDF، اظهار داشتند؛ که با افزایش نسبت الیاف بامبو به چوب، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌ها افزایش و چسبندگی داخلی آن‌ها کاهش پیدا می‌کند. به‌طور کلی می‌توان تخته‌هایی با کیفیت بالا از مخلوط الیاف چوب و بامبو تولید نمود [۱۲].

Takagi و همکاران (۲۰۰۵) در تحقیقی تأثیر تیمار قلیایی را بر آرد بامبو به‌منظور بررسی خصوصیات مکانیکی تخته خرده چوب مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که تیمار قلیایی آرد بامبو با سود ۵ درصد باعث بهبود مقاومت خمشی تخته‌های حاصله در حدود ۲۰ درصد می‌شود. دلیل این امر این است که چسبندگی بین آرد بامبو و رزین از طریق تیمار قلیایی افزایش یافته و همچنین کم شدن مقدار لیگنین در سطح بامبو نیز در افزایش مقاومت و بهبود چسبندگی تأثیرگذار بوده است [۷].

Wong و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر تیمار قلیایی بر چسبندگی سطحی الیاف بامبو با پلی‌استر را مورد تحقیق قرار دادند. نتایج نشان داد که در اثر تیمار قلیایی، مقاومت و سفتی الیاف افزایش یافت؛ زیرا تیمار قلیایی منجر به جدا شدن الیاف شده و همچنین از طریق خروج لیگنین، موم و روغن‌های پوشاننده سطوح الیاف باعث بهبود اتصال بین الیاف می‌شود [۱۳].

Verma و Chariar (۲۰۱۲) در تحقیقی که بر روی گونه بامبو انجام دادند به این نتیجه رسیدند که ضایعات بامبو می‌تواند یک ماده مناسب جایگزین چوب در ساخت تخته خرده چوب با استفاده از پرس گرم باشد؛ زیرا الیاف بامبو به دلیل کشش طولی زیاد و مقاومت فشاری خوب منجر به کیفیت خوب تخته خرده چوب تولیدشده می‌شود [۱۴].

Hossain و همکاران (۲۰۱۴) تأثیر تیمار شیمیایی را بر ویژگی‌های مکانیکی چندسازه حاصل از ذرات خاکاره چوب و پلیمر پلی‌استر مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها دریافتند که در اثر تیمار قلیایی اندازه ذرات کاهش

[۲، ۳]. مواد لیگنوسلولزی غیرچوبی در صورتی می‌توانند به‌عنوان یک جایگزین مناسب برای چوب محسوب شوند که از نظر ساختارهای فیزیکی و شیمیایی به چوب نزدیک باشند. میزان ترکیبات شیمیایی مانند سلولز، همی‌سلولز، لیگنین، خاکستر به‌صورت مستقیم بر خواص کامپوزیت تولیدشده مؤثر است [۴]. بامبو به‌عنوان یکی از منابع مهم لیگنوسلولزی در کشورهای چین، ژاپن، آمریکا و تایلند مورد توجه بوده است. شرایط آب و هوایی ایران به‌ویژه در استان‌های شمالی کشور مناسب زراعت بامبو مربوط به مناطق معتدله است [۵]. با مدیریت مناسب نهالستان‌های بامبو، سالیانه به دست آوردن محصول ۲۰-۱۰ تن در هر هکتار امکان‌پذیر است [۵]. استفاده از الیاف طبیعی مشکلاتی از قبیل ناپایداری و تغییر ابعاد ناشی از جذب رطوبت، تخریب توسط عوامل مخرب زنده، تخریب بر اثر نور فرابنفش، اسیدها و بازها را دارد. در این زمینه اصلاح چوب و مواد لیگنوسلولزی فناوری نوینی است که اصولاً به تغییر ساختار اساسی آن‌ها می‌پردازد [۶]. تیمار شیمیایی سطحی الیاف طبیعی از اهمیت زیادی برخوردار است و جزء روش‌های کم‌هزینه طبقه‌بندی می‌شود؛ زیرا تیمار شیمیایی باعث حذف لیگنین آب‌گریز موجود در سطح مجاور الیاف شده و در نتیجه چسبندگی بین الیاف و رزین بهبود پیدا می‌کند [۷]. با تیمار قلیایی الیاف باگاس در هیدروکسید سدیم ۱۰ درصد در زمان ۱ ساعت و در صفر درجه سانتی‌گراد، مورفولوژی فیبرها پس از انجام تیمار به‌طور مشخصی تغییر می‌یابد. قطر فیبرها کاهش و سطح فیبرها انحنادار، نامنظم و زبر و در نتیجه تخلخل در سطح ایجاد می‌گردد و این تخلخل ممکن است سبب نفوذ پلیمر به داخل الیاف و ایجاد چسبندگی بیشتر پلیمر و الیاف گردد [۸]. تیمارهای قلیایی که در غلظت‌های مختلفی در دامنه ۱۰ تا ۲۵ درصد در زمان‌های ۳۰-۱ دقیقه برای الیاف کتان انجام شده بود، نشان داد که نتایج بهینه در غلظت هیدروکسید سدیم ۱۶ درصد به دست می‌آید و غلظت‌های بالای آن منجر به تخریب ساختمان کریستالی و تنها تبدیل جزئی به سلولز II می‌گردد [۹]. در اثر تیمار قلیایی قطر فیبرها کاهش و ضریب لاغری افزایش یافته و در واقع پدیده لیفچه‌ای شدن اتفاق می‌افتد [۱۰]. در نتیجه لیفچه‌ای شدن سطح مؤثر برای اتصال با ماده زمینه پلیمر

یک دستگاه آسیاب به آرد تبدیل شدند و سپس این ذرات از مش ۲۰ عبور داده و از ذرات باقیمانده بر روی مش ۳۰ استفاده شد که بعد از غربال کردن، این ذرات تا رطوبت ۴ درصد در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد داخل آون خشک شدند. در این تحقیق نسبت وزنی خرده چوب به بامبو در چهار سطح (۰/۱۰۰، ۱۰/۹۰، ۲۰/۸۰، ۳۰/۷۰) به‌عنوان متغیرهای مستقل این تحقیق انتخاب گردید.

تیمار قلیایی: بامبو تحت تیمار قلیایی با سود ۵ درصد قرار گرفت. نسبت پودر بامبو به محلول سود، ۱۰ درصد وزنی در نظر گرفته شد. بعد از هم زدن مخلوط در دمای اتاق به مدت ۱۲۰ دقیقه پودر بامبو از محلول خارج شد و سپس به‌طور کامل با آب مقطر شستشو داده شد تا هیدروکسید سدیم اضافی از ذرات بامبو خارج شود و سرانجام شستشوی نهایی با آب محتوی اسید استیک ۱ درصد انجام گردید. سپس آرد بامبو برای رسیدن به رطوبت تعادل با محیط در فضای آزمایشگاه قرار داده شد و پس از آن تا رطوبت ۴ درصد در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد داخل آون خشک گردید.

رزین اوره فرم آلدهید: رزین اوره فرم آلدهید مورد استفاده، از شرکت سامد مشهد تهیه شده و پس از انتقال به آزمایشگاه صنایع چوب دانشگاه گنبدکاووس، ویژگی‌های آن مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱). مقدار رزین اوره فرم آلدهید مورد استفاده برای ساخت هر تخته ۱۰ درصد وزن خشک ماده اولیه چوبی در نظر گرفته شد.

ضریب ظاهری افزایش یافته که این عمل باعث چسبندگی بهتر بین ذرات خاکاره و پلی‌استر شده که در نتیجه ویژگی‌های مکانیکی بهبود پیدا می‌کند [۱۵].

Zhang و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی تأثیر تیمار سطحی بر ویژگی‌های ساختاری و گرمایی - مکانیکی الیاف بامبو پرداختند. نتایج نشان داد که تیمار قلیایی منجر به حذف موادی از قبیل همی سلولز و لیگنین موجود در الیاف بامبو شده و در نتیجه تیمار قلیایی نقش مهمی را در افزایش پیوند سطحی ایفاء می‌نماید [۱۶].

از آنجایی که برای اصلاح مورفولوژی الیاف، تیمار سطحی امری ضروری است و با توجه به‌مرور منابع انجام شده تاکنون تحقیق جامعی در خصوص اثر استفاده از تیمار قلیایی بر روی کیفیت تخته خرده چوب ساخته شده از بامبو و خرده چوب انجام نگرفته است. لذا در این تحقیق سعی شده است تا اثر تیمار قلیایی بامبو بر خصوصیات تخته خرده چوب مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

خرده چوب: در این تحقیق از خرده‌چوب صنعتی با ضخامت ۰/۶-۰/۸ میلی‌متر از شرکت صنعت چوب شمال (نئوپان گنبد) استفاده شد. خرده‌چوب‌ها در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا رطوبت ۴ درصد خشک شدند.

بامبو: بامبو مورد استفاده (*Phyllostachys pubescens*) از منطقه گرگان تهیه شد. با استفاده از خردکن به خرده‌های مناسب و سپس توسط

جدول ۱- مشخصات رزین اوره فرم آلدهید مصرفی

نوع رزین	شرکت سازنده	مواد جامد (%)	pH	زمان ژله‌ای شدن (ثانیه)	ویسکوزیته در دمای ۲۰°C (سانتی پواز)	وزن مخصوص (گرم بر بر سانتی‌متر مکعب)
اوره فرم آلدهید مایع	سامد مشهد	۶۳/۵	۷/۵	۵۴	۳۲۰	۱/۲۷۴

بدون تیمار قلیایی) و ذرات خرده چوب مورد بررسی قرار گرفت. برای هر تیمار در انجام آزمون‌ها، از سه تکرار استفاده شد. برای هر تیمار کد مشخصی تعریف شده که در جدول ۲ شرح داده شده است.

کلرید آمونیوم: از نمک کلرید آمونیوم به‌عنوان سخت‌کننده (هاردنر) رزین اوره فرم آلدهید ساخت شرکت مرک آلمان استفاده شد. کلرید آمونیوم به‌صورت پودر به میزان ۲ درصد وزن خشک رزین مورد استفاده قرار گرفت.

فرآیند اختلاط اولیه: در این مطالعه خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب تولید شده با پودر بامبو (با و

جدول ۲- ترکیب نمونه‌های آزمونی

ردیف	کد تیمار	درصد ترکیبی خرده چوب + بامبو (%)
۱	100% W	۰+۱۰۰
۲	10% B(-) + 90% W	۱۰+۹۰
۳	20% B(-) + 80% W	۲۰+۸۰
۴	30% B(-) + 70% W	۳۰+۷۰
۵	10% B(+) + 90% W	۱۰+۹۰
۶	20% B(+) + 80% W	۲۰+۸۰
۷	30% B(+) + 70% W	۳۰+۷۰

(-) بدون تیمار قلیایی، (+) با تیمار قلیایی

پس از تشکیل کیک وارد پرس شدند تا سیکل پرس اعمال شود. برای هر تیمار ۳ تخته ساخته شد. تخته‌های ساخته شده به مدت ۱۵ روز در اتاق کلیما (دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰ درصد) نگهداری شده تا به رطوبت تعادل با محیط برسند. سپس برش تخته‌ها جهت تهیه نمونه‌های آزمونی انجام گرفت.

فرآیند ساخت تخته خرده چوب: عوامل ثابت تحقیق جهت ساخت تخته خرده چوب در جدول ۳ ارائه شده است. برای ساخت تخته ابتدا پودر بامبو (با و بدون تیمار قلیایی) و خرده چوب با درصد اختلاط مشخص شده (۰/۱۰۰، ۱۰/۹۰، ۲۰/۸۰، ۳۰/۷۰) توسط چسب‌بزن آزمایشگاهی چسب‌زنی شدند. ذرات چسب‌خورده توسط قالب چوبی به ابعاد ۴۵×۴۵ سانتی‌متر، فرم دهی شده و

جدول ۳- عوامل ثابت مورد استفاده در ساخت تخته خرده چوب

مقدار	عوامل
۱۰	رطوبت کیک (%)
۱۲/۳۸	فشار پرس (مگاپاسکال)
۱۶۰	دمای پرس (درجه سانتی‌گراد)
۵	زمان پرس (دقیقه)
۱۰	مقدار رزین اوره فرم آلدهید (%)
۲	کلرید آمونیوم (%)
۱۶	ضخامت تخته (میلی‌متر)
۰/۷ تقریباً	دانسیته تخته (گرم بر سانتی‌متر مکعب)

داخلی ۰/۲۴ مگاپاسکال) طبق استاندارد EN 312 مورد مقایسه قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری: برای تجزیه و تحلیل نتایج از آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. میانگین داده‌ها، با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفت. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS 16 استفاده شد.

اندازه‌گیری خواص فیزیکی و مکانیکی: برای تعیین جذب آب و واکنشیدگی ضخامت از استاندارد EN 317، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته از استاندارد EN 310 و چسبندگی داخلی از استاندارد EN 319 استفاده شد. نتایج حاصل از این تحقیق با تخته‌های تپ ۱ (تخته‌هایی با اهداف عمومی به منظور استفاده در شرایط خشک با مقاومت خمشی ۱۱/۵ مگاپاسکال و چسبندگی

نتایج و بحث

اثر متقابل نسبت اختلاط و تیمار قلیایی بر جذب آب و واکسیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات مستقل و

متقابل عوامل متغیر تأثیر معنی داری را در سطح اطمینان ۵ درصد بر جذب آب و واکسیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب داشته است (جدول ۴).

جدول ۴- آنالیز واریانس اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر جذب آب و واکسیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت

ویژگی	منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی داری
جذب آب بعد از ۲ ساعت	نسبت اختلاط	۳	۱۵۱/۱۱۴	۳۸۵/۴۹۶	۰/۰۰۱**
	تیمار قلیایی	۱	۷۸/۶۶۸	۲۰۰/۶۸۳	۰/۰۲۲*
	نسبت اختلاط * تیمار قلیایی	۲	۲/۲۲۶	۵/۶۸۰	۰/۰۱۶*
	خطا	۱۴	۰/۳۹۲		
	کل	۲۰			
جذب آب بعد از ۲۴ ساعت	نسبت اختلاط	۳	۳۱/۸۸۶	۱۹۱/۰۹۵	۰/۰۱۳*
	تیمار قلیایی	۱	۱۰۷/۰۱۸	۶۴۱/۳۷۸	۰/۰۰۳**
	نسبت اختلاط * تیمار قلیایی	۲	۰/۴۴۴	۲/۶۶۱	۰/۰۳۴*
	خطا	۱۴	۰/۱۶۷		
	کل	۲۰			
واکسیدگی ضخامت بعد از ۲ ساعت	نسبت اختلاط	۳	۱۷/۶۳۲	۲۹۴/۴۷۸	۰/۰۰۶**
	تیمار قلیایی	۱	۳/۰۱۸	۵۰/۳۹۷	۰/۰۱۳*
	نسبت اختلاط * تیمار قلیایی	۲	۰/۵۷۱	۹/۵۴۲	۰/۰۰۳**
	خطا	۱۴	۰/۰۶۰		
	کل	۲۰			
واکسیدگی ضخامت بعد از ۲۴ ساعت	نسبت اختلاط	۳	۴۰/۶۱۱	۳۶۷/۸۳۷	۰/۰۰۳**
	تیمار قلیایی	۱	۱۳/۸۶۹	۱۲۵/۶۱۹	۰/۰۰۸**
	نسبت اختلاط * تیمار قلیایی	۲	۰/۱۵۴	۱/۳۹۱	۰/۰۱۷*
	خطا	۱۴	۰/۱۱۰		
	کل	۲۰			

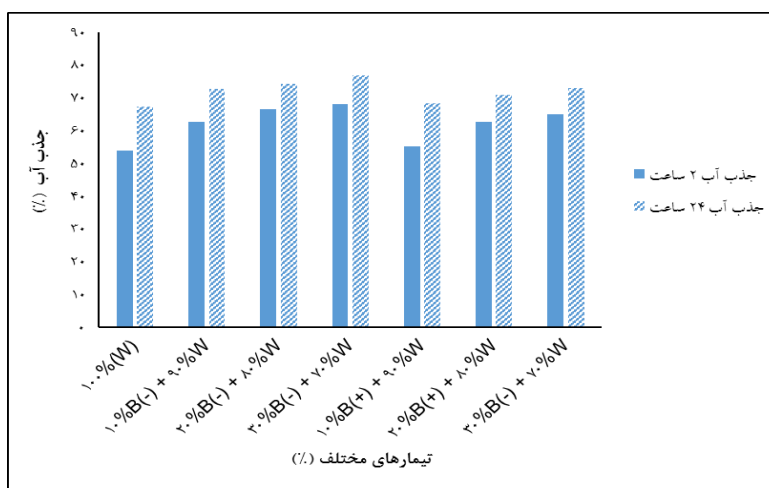
* معنی داری در سطح اطمینان ۵ درصد، ** معنی داری در سطح اطمینان ۱ درصد

کامپوزیت را کاهش می‌دهد [۱۴، ۱۷] و از طرف دیگر قابلیت آب‌دوستی چوب را از طریق حذف گروه‌های هیدروکسیل کاهش می‌دهد و باعث بهبود ثبات ابعاد و کاهش جذب آب می‌شود [۱۱].

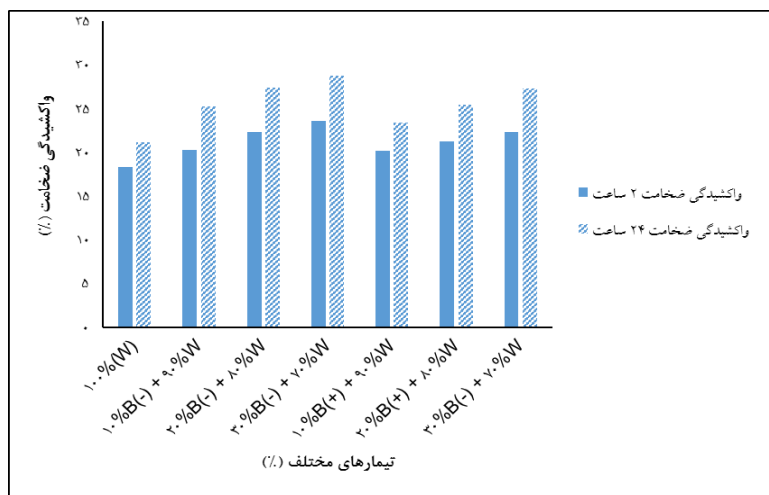
اثر متقابل نسبت اختلاط و تیمار قلیایی بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات مستقل و متقابل عوامل متغیر تأثیر معنی داری را در سطح اطمینان ۵ درصد بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته داشته است (جدول ۵).

با افزایش میزان بامبو میزان جذب آب و واکسیدگی ضخامت افزایش یافت؛ زیرا با افزودن بامبو از چسبندگی داخلی تخته‌ها کاسته شده و در نتیجه میزان تخلخل در تخته افزایش یافته که این عمل باعث افزایش جذب آب تخته‌ها گردید [۵]. تخته‌های دارای ۳۰ درصد بامبو (30%B(-) + 70%W) دارای بالاترین میزان جذب آب و واکسیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب بوده است (شکل‌های ۱ و ۲). تیمار قلیایی بامبو در کاهش جذب آب و واکسیدگی ضخامت مؤثر بوده است؛ زیرا تیمار قلیایی از طریق خروج ناخالصی‌های طبیعی و مصنوعی (لیگنین، موم و...)، از یک طرف تخلخل موجود در



شکل ۱- تأثیر تیمارهای مختلف بر جذب آب بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب



شکل ۲- تأثیر تیمارهای مختلف بر واکسیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب

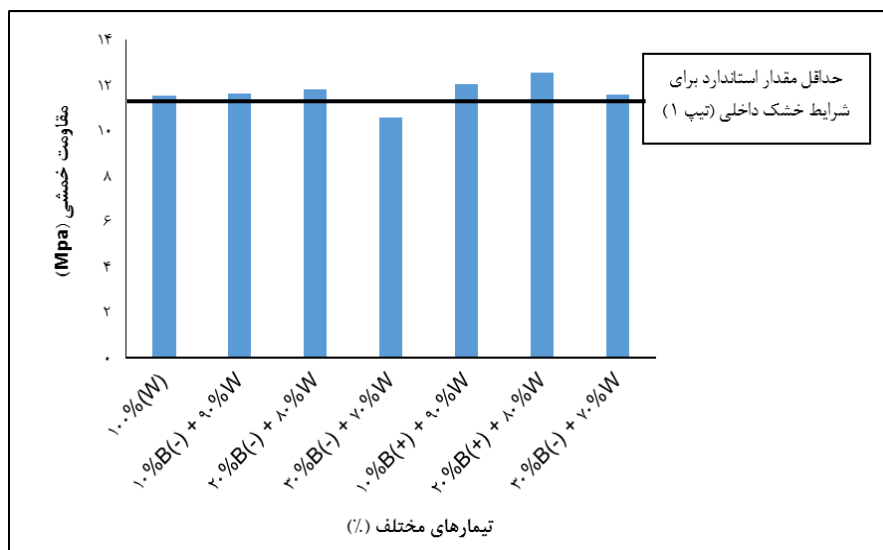
جدول ۵- آنالیز واریانس اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته

ویژگی	منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
مقاومت خمشی	نسبت اختلاط	۳	۱/۴۱۴	۷۰۷/۱	۰/۰۰۱**
	تیمار قلیایی	۱	۲/۲۹۷	۱۱۴۸/۵	۰/۰۱۱*
	نسبت اختلاط * تیمار قلیایی	۲	۰/۱۰۶	۵۳/۱۶	۰/۰۲۳*
	خطا	۱۴	۰/۰۰۲		
مدول الاستیسیته	کل	۲۰			
	نسبت اختلاط	۳	۳۹۸۲۹۷/۰۱۳	۱۵۱۱/۲۰	۰/۰۳۵*
	تیمار قلیایی	۱	۹۳۷۱۸/۵۲۲	۳۵۵/۵۸۳	۰/۰۰۸**
	نسبت اختلاط * تیمار قلیایی	۲	۳۷۶۵۴/۲۲۵	۱۴۲/۸۶۶	۰/۰۲۶*
	خطا	۱۴	۲۶۳/۵۶۳		
	کل	۲۰			

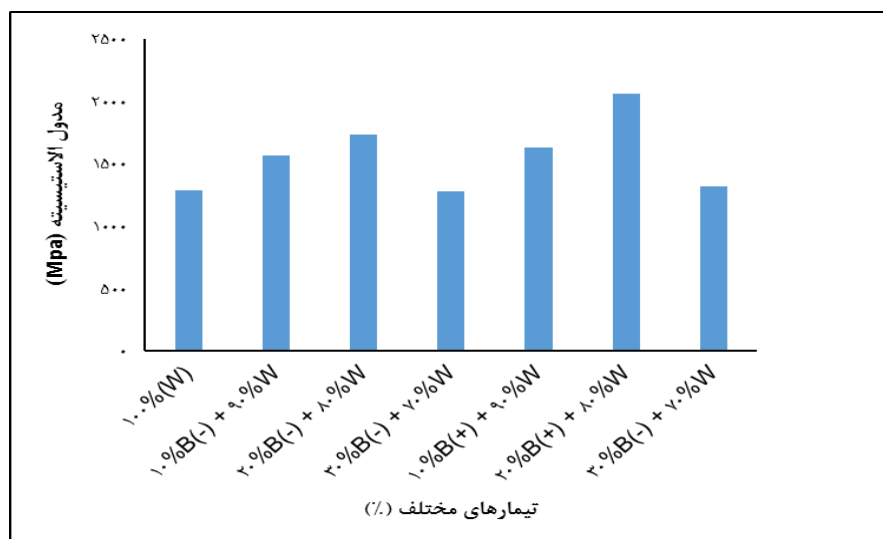
* معنی‌داری در سطح اطمینان ۵ درصد، ** معنی‌داری در سطح اطمینان ۱ درصد

است؛ بنابراین مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده تا ۲۰ درصد بامبو بالاتر از حد استاندارد هستند. البته با تیمار قلیایی بامبو می‌توان حتی بامبوی تیمار شده تا ۳۰ درصد (مقاومت خمشی ۱۱/۵۷ مگاپاسکال) را بر اساس استاندارد EN 312 پیشنهاد نمود. در اثر تیمار قلیایی، هیدروکسید سدیم با گروه‌های هیدروکسیل همی سلولز و سلولز واکنش می‌دهد و باعث لیفچه‌ای شدن، کاهش قطر الیاف و افزایش ضریب ظاهری شده و در نتیجه مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته افزایش می‌یابد [۱۱، ۱۶].

با افزایش میزان بامبو تا ۲۰ درصد، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته افزایش یافته است (شکل‌های ۳ و ۴)؛ زیرا احتمالاً با افزودن بامبو به دلیل داشتن طول الیاف بلندتر (۲/۵ میلی‌متر) و ضریب کشیدگی و ضریب پهنی بیشتر، موجب فشردگی بیشتر تخته و بهبود کیفیت اتصال بین ذرات شده و در نتیجه مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته زیاد شده است [۳، ۱۳]. بر اساس استاندارد EN 312 حداقل مقاومت خمشی تخته خرده چوب برای مصارف عمومی (تیپ ۱) ۱۱/۵ مگاپاسکال



شکل ۳- تأثیر تیمارهای مختلف بر مقاومت خمشی



شکل ۴- تأثیر تیمارهای مختلف بر مدول الاستیسیته

اثر متقابل نسبت اختلاط و تیمار قلیایی بر چسبندگی داخلی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات مستقل و

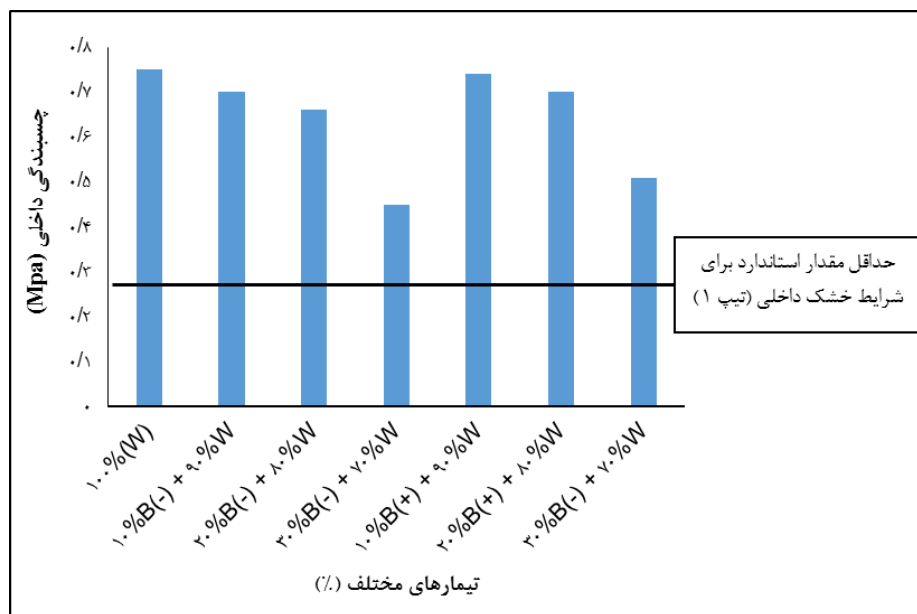
متقابل عوامل متغیر تأثیر معنی‌داری را در سطح اطمینان ۵ درصد بر چسبندگی داخلی داشته است (جدول ۶).

جدول ۶- آنالیز واریانس اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر چسبندگی داخلی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
نسبت اختلاط	۳	۰/۰۸۲	۴۷۹/۵۳	۰/۰۰۴**
تیمار قلیایی	۱	۰/۰۰۷	۴۰/۹۴	۰/۰۱۶*
نسبت اختلاط * تیمار قلیایی	۲	۰/۰۰۰۳۱۶	۱/۸۴۷	۰/۰۳۷*
خطا	۱۴	۰/۰۰۰۱۷۱		
کل	۲۰			

بهبود پیدا کرده و در نتیجه نسبت به بامبوهای تیمار نشده، تخته‌ها چسبندگی داخلی بیشتری داشتند [۸، ۱۶]. نتایج نشان داد چسبندگی داخلی تمامی تخته‌های ساخته‌شده بالاتر از حد استاندارد EN 312 (۰/۲۴) مگاپاسکال هستند.

با افزایش مقدار بامبو، چسبندگی داخلی کاهش یافت. حداکثر مقدار چسبندگی داخلی مربوط به نمونه شاهد بود (شکل ۵). به علت بیشتر بودن ضریب کشیدگی بامبو نسبت به خرده چوب، با افزایش نسبت اختلاط بامبو نسبت به چوب، چسبندگی داخلی تخته کاهش پیدا کرد [۱۳]. در اثر تیمار قلیایی، چسبندگی بین ذرات اندکی



شکل ۵- تأثیر تیمارهای مختلف بر چسبندگی داخلی

نتیجه‌گیری

تیمار قلیایی الیاف به‌طور معنی‌داری باعث افزایش مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، چسبندگی داخلی و پایداری ابعاد تخته خرده چوب شد؛ زیرا تیمار قلیایی باعث واکنش‌دهی فیبریل‌های سلولز می‌گردد. از طرفی با زدودن ناخالصی‌ها زمینه سازگاری ساختمان مولکولی روی سطح فیبرها را فراهم می‌آورد [۱۰]. تیمار قلیایی باعث کاهش زاویه انحراف میکروفیبریل‌ها و افزایش در جهت‌گیری مولکولی و شاخص بلورینگی الیاف تیمار شده به‌واسطه حذف موادی از قبیل لیگنین و همی سلولز می‌گردد. در نتیجه چسبندگی بین آرد بامبو و خرده چوب و رزین در اثر تیمار قلیایی افزایش یافته و باعث افزایش انتقال تنش بین ذرات و رزین می‌گردد [۸، ۱۶]. کاهش مقدار لیگنین در سطح آرد بامبو نیز به‌طور مستقیم در افزایش مقاومت‌ها سهم عمده‌ای دارد [۱۴، ۱۷]. نتایج

تحقیق نشان داد با اضافه کردن بامبو و جایگزین کردن آن با بخشی از چوب، در زمانی که بامبو تحت عمل تیمار قرار نگرفته بود تنها تا سطح ۲۰ درصد با توجه به استانداردهای مربوطه می‌توان از بامبو استفاده نمود اما زمانی که بامبو تحت تیمار قلیایی قرار گرفت حتی تا سطح ۳۰ درصد نیز می‌توان حداقل استانداردهای مربوطه را برآورده نمود. کشور ایران نیز با وسعت فراوان و عدم داشتن منابع چوبی کافی، ناگزیر در توسعه این نوع گیاهان برای تأمین بخشی از منابع لیگنوسلولزی موردنیاز برای صنایع چوب و کاغذ است که یکی از این منابع مهم بامبو است که با توجه به بعضی رویشگاه‌های طبیعی آن در شمال کشور، می‌بایست با برنامه استراتژیک در خصوص توسعه کشت و زراعت آن به‌عنوان یک ماده جایگزین برای تأمین منابع الیاف سلولزی صنایع مرتبط اقدام نمود

منابع

- [1] Abdolzadeh, H., Ebrahimi, Gh., Layeghi, M., Ghassemieh, M. and Mirshokrai, S. A., 2014. Mechanical properties of Beech-Furfuryl alcohol wood polymer. Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 4(2): 131-140. (In Persian).
- [2] Ashori, A. and Nourbakhsh, A., 2010. Bio-based composites from waste agricultural residues. Waste Management, 30(4): 680-684.
- [3] Doosthoseini, K., 2001. Wood composite materials manufacturing, applications. Tehran University Press, 648p. (In Persian).
- [4] Saberhamishegi, S. M. and Baba Akbari, M., 2008. Rice technology. Organization of Agricultural Engineering and Natural Resources, 83p. (In Persian).
- [5] Faezipour, M., Kabourani, A. and Parsapajouh, D., 2002. Paper and composites from agro-based resources. Tehran University Press, 573p. (In Persian).
- [6] Ghorbani Kookandeh, M., Doosthoseini, A., Karimi, N. and Mohebbi, B., 2008. Investigation on the effect of wood particles acetylation on heat transfer during press and Mechanical properties of particleboard. Journal of the Iranian Natural Resources, 61(1): 163-174. (In Persian).
- [7] Takagi, H., Takura, R. and Ochi, SH., 2005. Mechanical properties of green composite made from starch-based biodegradable resin and bamboo powder. Journal of Material Science, 3: 33-38.
- [8] Bertoti, A., Luporini, S. and Azevedo Esperidi, M., 2008. Effects of acetylation in vapor phase and mercerization on the properties of sugarcane fibers. Carbohydrate Polymer, 77: 20-24.
- [9] Borysiak, S. and Garbarczyk, J., 2003. Applying the WAXS method to estimate the super molecular structure of cellulose fibers after mercerization. Fibers Textiles Eastern Europe, 11(5): 104-106.

- [10] Cao, Y., Shibata, S. and Fukumoto, I., 2006. Mechanical properties of bridgeable composite reinforced with bagasse fiber before and after alkali treatment. *Composite Part A: Applied Science and Manufacturing*, 37: 423-429.
- [11] Selke, S. and Wichman, I., 2004. Wood fiber/polyolefin composites. *Composite Part A: Applied Science and Manufacturing*, 35: 321-326.
- [12] Wu-Zhang, H. J., Huang, S.Y. and Yuan, Y. S., Wu- Zhang, H. J., Huang, S. Y. and Yuan, Y. S., 2000. Effect of manufacturing technology on properties of MDF from bamboo and wood. *China Wood Industry*, 14(3): 7-10.
- [13] Wong, K. J., Yousif, B. F. and Low, K. O., 2010. The effects of alkali treatment on the interfacial adhesion of bamboo fibers. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part L: Journal of Materials Design and Applications*, 224(3): 139-148.
- [14] Verma, C. S. and Chariar, V. M., 2012. Development of layered laminated bamboo composite and their mechanical properties. *Composite Part B: Engineering*, 43: 1063-1069.
- [15] Hossain, M. F., Islam, M. K. and Islam, M. A., 2014. Effect of chemical treatment on the mechanical and physical properties of wood saw dust particles reinforced polymer matrix composites. *Procedia Engineering*, 90: 39-45.
- [16] Zhang, X., Wang, F. and Keer, L. M., 2015. Influence of surface modification on the microstructure and thermo-mechanical properties of bamboo fibers. *Materials*, 8(10): 6597-6608.

The effect of alkali treatment of bamboo on the physical and mechanical properties of particleboard made from bamboo - industrial wood particles

Abstract

In this study, physical and mechanical properties of single layer particleboard made from bamboo powder (with and without alkali treatment) and wood particles were investigated. Bamboo powder (30 mesh particles) was treated with 5% hydroxide sodium for 120 minutes. Industrial wood chips from Sanate Choube Shomal Company were used. The variables in this research were the ratio of bamboo powder (with and without alkali treatment) to wood chips (at four levels; 0:100, 10:90, 20:80, 30:70). Urea formaldehyde resin and ammonium chloride were used at 10 and two percent level of the dry weight of raw material and adhesive, respectively. Physical and mechanical properties of panels were measured according to EN Standard. Mechanical properties of the particleboards made from treated bamboo was superior to the relevant untreated bamboo. Water absorption and thickness swelling after 2 and 24 hours of immersion in water decreased with alkali treatment. Mercerization, or treating cellulose fibers in alkaline solution enhanced the mechanical properties and dimension stability of the particleboard because of fibrillation, the removal of lignin and hemicelluloses and by promoting resin-fiber mechanical interlocking at the interface. Results proved the usability of the treated bamboo up to 30 percent for general purpose boards for use in dry conditions.

Key words: particleboard, alkali treatment, bamboo, fibrillation, physical and mechanical properties.

V. Vaziri^{1*}
M. H. Mesgarhaye Kashani²

¹ Assistant prof., Department of wood and paper science and technology, Gonbad Kavous university, Gonbad, Iran

² M.Sc. student of wood composite products, Gonbad Kavous University, Gonbad, Iran

Corresponding author:
vahidvaziri@gmail.com

Received: 2017/05/06
Accepted: 2017/06/21

