جنگل و فرآورده‌های چوب، مجلهٔ منابع طبیعی ایران
دورهٔ ۷۰، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۶
ص ۷۰۱-۷۰۸
DOI: 1010.22059/jfwp.2018.229771.834

بهبود ویژگی‌های تخته‌فیبر نیمه‌سنگین تولیدشده از الیاف بازیافتی با استفاده از ایزوسیانات

ژینو شیخی سنندجی[1*]، تقی طبرسا[2]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گرگان
۲. استاد گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۱/۲۱ ، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۵/۲۵

چکیده

در این مطالعه، اثر اصلاح رزین اوره‌فرمالدهید با افزودن ایزوسیانات بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌های MDF ساخته‌شده از مخلوط الیاف بکر و الیاف بازیافتی بررسی شد.. ابتدا فرمولاسیون رزین اوره‌فرمالدهید با افزودن ۳ و ۵ درصد ایزوسیانات تغییر داده شد و ویژگی‌های رزین اصلاح‌شده اندازه‌گیری شد. پس از حصول اطمینان از عملکرد رزین اصلاح‌شده، تخته‌های آزمونی با افزودن الیاف بازیافتی به الیاف بکر به میزان ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد و با استفاده از رزین اوره‌فرمالدهید اصلاح‌شده به میزان ۱۰ درصد وزن خشک مجموع الیاف ساخته شد. خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌های ساخته‌شده براساس استاندارد DIN-68761 اندازه‌گیری شد. اطلاعات جمع‌آوری‌شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS تجزیه‌وتحلیل شد. نتایج نشان داد که با افزایش الیاف بازیافتی، مقاومت خمشی و چسبندگی داخلی کاهش می‌یابند، اما وقتی افزایش الیاف بازیافتی از ۴۰ درصد بیشتر می‌شود، شیب کاهش تندتر می‌شود؛ به‌طوری که مقاومت خمشی و چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته‌شده با افزایش ۴۰ درصد الیاف بازیافتی نسبت به الیاف بکر به‌ترتیب ۷ و ۲۱ درصد کاهش داشتند. این نقیصه با افزودن ۵ درصد ایزوسیانات به رزین اوره فرمالدهید اصلاح شد، به‌طوری که در همین شرایط ساخت مقاومت خمشی و چسبندگی تخته‌ها به‌ترتیب ۲۰ و ۱۰۶ درصد افزایش داشت. افزودن الیاف بازیافتی به الیاف بکر سبب کاهش جذب آب و واکشیدگی ضخامتی شد و اصلاح رزین اوره‌فرمالدهید به ایزوسیانات این اثر را تقویت کرد؛ به‌طوری که تخته‌های ساخته‌شده با ۱۰۰ درصد الیاف بازیافتی و رزین اوره‌فرمالدهید اصلاح‌شده با ۵ درصد ایزوسیانات کمترین جذب آب (۲۹/۸۶ درصد) و کمترین واکشیدگی ضخامت (۳/۳۸ درصد) را نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: اوره‌فرمالدهید، ایزوسیانات، تخته‌فیبر با چگالی متوسط، چسبندگی داخلی، خواص فیزیکی.

مقدمه

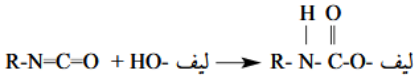
امروز MDF از پر مصرف‌ترین مواد در صنایع مبلمان و کابینت است. این محصول با توجه به ابزارخوری مناسب و تسهیل عملیات ماشین‌کاری و ظاهر مناسب، موارد مصرف زیادی دارد و در مدت کوتاهی توانسته جایگزین مناسبی برای چوب و تخته‌های ماسیو در بسیاری از کاربردها باشد. میانگین مصرف جهانی MDF در سال ۲۰۱۰ به‌ازای هر ۱۰۰۰ نفر جمعیت جهان ۸/۵ مترمکعب بود، درحالی که این عدد در ایران ۱۲/۵ متر مکعب به ازای هر ۱۰۰۰ نفر است [۱]. با توجه به نرخ مصرف MDF در کشور، پیش‌بینی می‌شود تا سال ۱۴۰۴ تولید و مصرف کشور افزایش چشمگیری داشته باشد (جدول ۱).

* نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۸۷۳۶۲۲۶۲۲۰
Email: zhinoo.sheykhi@yahoo.com

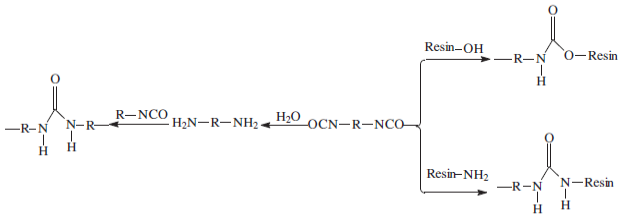
جدول ۱. MDF در سال ۱۳۹۴ و برآورد سال ۱۴۰۴ [۱].
مقایسهٔ تولید و مصرف انواع

سال	میزان مصرف (هزار متر مکعب)	میزان تولید داخلی (هزار متر مکعب)
۱۳۹۴	۱۱۰۲	۶۲۸
۱۴۰۴	۱۴۲۵	۱۲۶۸

با توجه به عمر مصرف MDF و تغییر سلیقهٔ مردم یا تخریب ساختمان‌ها برای توسعهٔ شهری در آیندهٔ نزدیک سالیانه حجم بسیار زیادی MDF به‌صورت مستعمل در خواهد آمد و در محیط‌های مسکونی یا حاشیهٔ شهرها دپو شده یا سوزانده خواهد شد؛ این وضعیت، آلودگی آب‌های زیرزمینی و هوا را در پی خواهد داشت و علاوه‌بر آن هزینه‌های زیادی به سیستم جمع‌آوری زبالهٔ شهری تحمیل خواهد کرد. در خصوص بازیافت MDF مطالعات زیادی صورت پذیرفته و روش‌های مختلف جداسازی الیاف از تخته‌فیبر بازیافتی آزمایش شده است. روش‌های بخارزنی و لیف‌زدایی از جمله روش‌هایی است که در گزارش‌ها مشاهده شده است [۳، ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۱]. بررسی‌ها نشان داده که تخته‌های حاصل از الیاف بازیافت‌شده به روش بخارزنی در مقایسه با تخته‌های ساخته‌شده با الیاف بکر، ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی ضعیف‌تری دارند. تخریب لیگنین سطحی الیاف در اثر بخارزنی و شکستگی الیاف بازیافتی در پی دیفبراسیون مجدد از دلایل اصلی کاهش ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی است [۹]. یکی دیگر از روش‌های بازیافت، فرایند حرارت‌دهی اهمیک است. اساس کار در حرارت‌دهی اهمیک، حضور یون‌ها و انتقال جریان الکتریکی به‌واسطهٔ آنهاست. نمک کلرید سدیم از متداول‌ترین منابع تأمین یون‌ها در این سیستم است. در این روش قطعات کوچک MDF مستعمل در محلول آب قرار می‌گیرند و پس از واکشیدگی و متورم شدن، جریان الکتریکی در محلول آب حاوی قطعات MDF برقرار می‌شود. پس از ۴۵ دقیقه الیاف بر اثر هیدرولیز اتصال بین آنها از هم جدا می‌شوند. الیاف حاصل کیفیت مناسبی دارند و قابلیت تولید تخته‌های جدید MDF از این الیاف بازیافت‌شده وجود دارد؛ اما تخته‌های ساخته‌شده ممکن است خواص فیزیکی و مکانیکی مطلوبی نداشته باشند که علت آن صدمات وارد به الیاف طی فرایند تولید در مرحلهٔ قبل است که سبب اتصال ضعیف چسب اوره‌فرمالدهید می‌شود [۱۲]. رزین‌های اوره‌فرمالدهید به‌علت واکنش سریع، قیمت کم و چسبندگی خوب در تولید MDF مصرف دارند، هرچند این رزین به محدودیت‌هایی نظیر انتشار فرمالدهید و مقاومت کم به رطوبت دچار است که می‌توان با بهبود فرمول‌بندی بر این محدودیت فائق آمد [۴]. گزارش شده است که ایزوسیانات در ساخت کامپوزیت‌های الیافی مقاوم به آب به‌کار می‌رود و اتصال بین لیف و ایزوسیانات خیلی خوب برقرار می‌شود (شکل ۱) [۱۴]. در ضمن، رزین اوره‌فرمالدهید با ایزوسیانات هم واکنش می‌دهد (شکل ۲). پلیمر رزین اصلاح‌شده با ایزوسیانات هنگام گیرا شدن با اتصالات اتیلنی و متیلنی بزرگ‌تر می‌شود تا پلی‌مریزه شدن کامل و اتصال استحکام کافی را بازیابد. [۱۵].



شکل ۱. واکنش بین لیف و ایزوسیانات



شکل ۲. واکنش شیمیایی اوره‌فرمالدهید با ایزوسیانات

با افزایش مقدار ایزوسیانات به رزین اوره‌فرمالدهید تا حد معقول (۳ تا ٤ درصد) همهٔ خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها بهبود می‌یابد [۱۳].

مواد و روش

در این بررسی الیاف بازیافتی با استفاده از روش اهمیک تهیه شد [۱۲]. الیاف صنعتی از شرکت تولید MDF کیمیا، رزین اوره‌فرمالدهید از کارخانهٔ ممتاز گلستان و رزین ایزوسیانات از شرکت طب شیمی خریداری شد (مشخصات رزین اوره‌فرمالدهید و ایزوسیانات در جدول ۲ آورده شده است).

قطعات MDF از مازاد مقطوعات کارگاه‌های کابینت‌سازی جمع‌آوری شد. این قطعات داخل محفظه‌ای از جنس پلی‌اتیلن مجهز به دو ردیف الکترود از جنس استیل و حاوی محلول آب قرار گرفتند. پس از واکشیده شدن کامل قطعات MDF، جریان الکتریکی در محیط محلول برقرار شد. بر اثر مقاومت الکتریکی قطعات MDF حرارت به‌صورت یکنواخت در تمام نقاط محلول آب حاوی قطعات MDF افزایش یافت و به ۱۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد رسید. این افزایش ناگهانی سبب هیدرولیز اتصال بین الیاف قطعات MDF و جداسازی الیاف شد. رطوبت الیاف به‌دست‌آمده در خشک‌کن به ۳–۲ درصد کاهش داده شد. الیاف بکر صنعتی از شرکت MDF ممتاز گلستان تهیه شد. ابعاد الیاف بازیافتی و بکر صنعتی با استفاده از میکروسکوپ الکترونی اندازه‌گیری شد که مشخصات آن در جدول ۳ آورده شده است.

برای ساخت تخته، ابتدا الیاف بازیافتی و الیاف بکر با نسبت‌های ۰،۲۰،۸۰،٦۰،٤۰ و ۱۰۰ با هم مخلوط شدند. رزین اوره‌فرمالدهید اصلاح‌شده با ایزوسیانات به میزان ۱۰ درصد وزن خشک الیاف استفاده شد. ۳٦ تختهٔ آزمونی در آزمایشگاه تولید شد. برای تولید تخته‌ها فشار پرس ۳٤ بار و دمای پرس ۱٦۰ درجهٔ سانتی‌گراد و زمان پرس ۷ دقیقه استفاده شد. خواص فیزیکی (جذب آب و واکشیدگی ضخامتی) براساس استاندارد DIN-68761 و خواص مکانیکی (مقاومت خمشی و چسبندگی داخلی) براساس استاندارد DIN-68763 اندازه‌گیری شده و نتایج در قالب طرح فاکتوریل با استفاده از نرم‌افزار SPSS تجزیه‌وتحلیل شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیهٔ واریانس در جدول ٤ آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، به‌جز واکشیدگی ضخامتی، اثر مستقل درصد اختلاط و رزین بر همهٔ خواص اندازه‌گیری‌شدهٔ تخته‌های آزمون اثر معنی‌دار دارد که در ادامه بررسی می‌شوند.

جدول ۲. مشخصات رزین اوره‌فرمالدهید و رزین ایزوسیانات

مشخصات رزین اوره‌فرمالدهید				
نوع چسب	اسیدیته	درصد جامدات	گرانروی (cp)	چگالی (gr/cm^3)
اوره‌فرمالدهید	۶/۸	۵۶	۱۷۰	۱/۲۶۵
ایزوسیانات	–	۱۰۰	۳۰۰	۱/۲۷

با افزودن رزین ایزوسیانات در دو سطح ۳ و ۵ درصد به رزین اوره‌فرمالدهید دو نوع رزین اصلاح‌شده تهیه شد.

جدول ۳. مشخصات الیاف بکر و الیاف بازیافتی

الیاف	طول (میکرون)	قطر (میکرون)	ضریب لاغری
الیاف کارخانه	۸۸۹/۶۰	۸/۱۲	۱۰۹/۴۴۸
الیاف بازیافتی	۸۱۶/۴۰	۷/۸۷	۱۰۳/۷۳

جدول ۴. نتایج تجزیهٔ واریانس اثر عوامل متغیر بر خواص تخته (مقدار F محاسبه‌شده برای هر خاصیت)

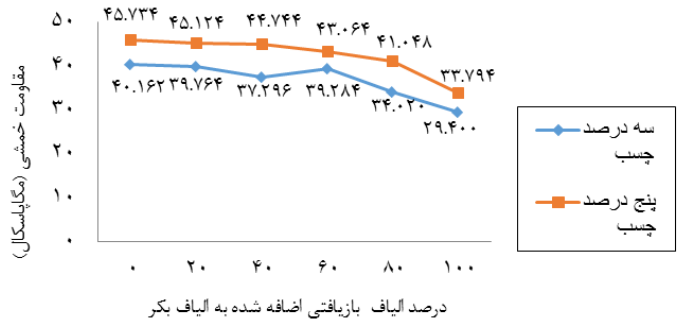
متغیر	مقاومت خمشی	چسبندگی داخلی	واکشیدگی ضخامتی ۲	واکشیدگی ضخامتی ۲۴	جذب آب ۲	جذب آب ۲۴
اختلاط	۵/۹۵۷*	۰۵۵/۱۲*	۹۹۹/۲۷ns	۱۹۴/۲۹*	۱۴۰/۵*	۸۵۴/۷*
رزین	۶۹۴/۱۳*	۱۹۵/۹۷*	۷۷۴/۸*	۹۴۰/۸*	۳۳۸/۸*	۳۵۵/۷*
متقابل	۷۵۰*	۷۳۷ns	۹۰۰/۴*	۵۹۵/۲ns	۹۵۰/۱ns	۶۸۳/۲ns

*: معنی‌داری در سطح ۵ درصد، ns: غیرمعنی‌داری از لحاظ آماری

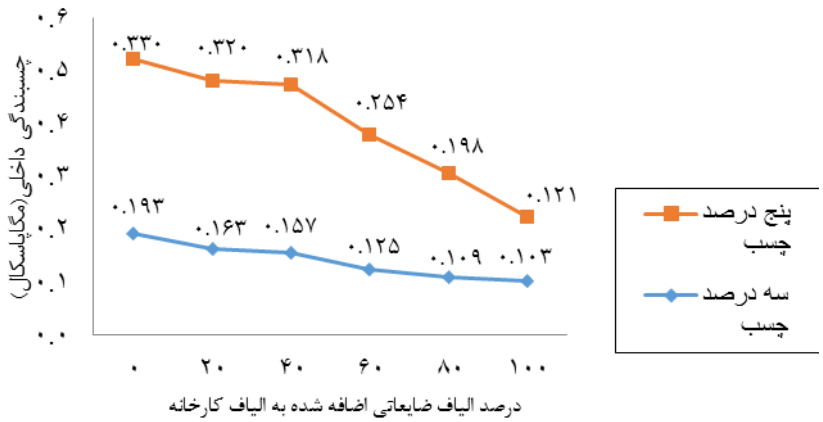
با افزودن الیاف بازیافتی به الیاف بکر به میزان ۲۰، ٤٠، ٦٠، ۸۰ و ۱۰۰ درصد، مقاومت خمشی به‌ترتیب ۱/۲، ۷/۱، ۲/۱۹، ۱٤/۸و ۲٦/۷ درصد کاهش یافت؛ اما با اصلاح رزین اوره‌فرمالدهید این اثر منفی بهبود یافت؛ به‌طوری که در همین شرایط، مقاومت خمشی تخته‌ها به ترتیب ۱۳/٤، ۱۹/۹، ۱۱، ۲۰/۵ و ۱٤/۹۳ درصد افزایش یافت (شکل ۳). علت کاهش مقاومت خمشی با افزودن الیاف ضایعاتی این است که این الیاف یک‌بار در فرایند تولید و تحت تأثیر فشار و حرارت در پرس گرم قرار گرفته‌اند. این عوامل ممکن است در ویژگی‌های سطحی الیاف تغییراتی ایجاد کرده یا بر مقاومت مکانیکی انفرادی الیاف تأثیر منفی گذاشته باشند که سبب کاهش مقاومت کلی تخته شده است. بهبود مقاومت خمشی با مصرف رزین اصلاح‌شده با ایزوسیانات به این دلیل است که رزین ایزوسیانات بسیار فعال‌تر از رزین اوره با الیاف سلولزی واکنش می‌دهد. همین امر موجب تقویت اتصالات و افزایش مقاومت خمشی شده است. براساس تحقیق انجام‌گرفته، استفاده از الیاف بازیافتی بر خواص مکانیکی از جمله مقاومت خمشی اثر منفی داشته است [٦، ۸، ۱۰]. این نتایج به‌خوبی نشان می‌دهد که کاهش مقاومت خمشیِ ناشی از کاربرد الیاف بازیافتی، با اصلاح رزین اوره‌فرمالدهید جبران‌شدنی است.

چسبندگی داخلی هم با افزودن الیاف بازیافتی به الیاف بکر کاهش یافت؛ به‌طوری که با افزودن الیاف ضایعاتی به میزان ۲۰،٤٠، ٦٠، ۸۰ و ۱۰۰ درصد به الیاف بکر، چسبندگی داخلی به‌ترتیب ۱۵/۷، ۱۸/٦، ۳۲، ٤۳ و ٤٦ درصد کاهش یافت. هنگامی که برای ساخت از رزین اوره‌فرمالدهید اصلاح‌شده با ۵ درصد وزنی ایزوسیانات استفاده شد، چسبندگی داخلی تخته‌ها با همان نسبت اختلاط یادشده به‌ترتیب ۹٦، ۱۰۲، ۱۰۳، ۸۱ و ۱۷/۵ درصد بهبود یافت (شکل ٤) به‌نظر می‌آید کاهش چسبندگی تخته‌هایی که با افزودن الیاف بازیافتی به الیاف بکر ساخته شده بودند به این علت باشد که چسب مصرفی در فرایند قبلی تولید روی سطح الیاف بازیافتی باقی مانده و مانع آغشته شدن الیاف در این مناطق با چسب جدید شده است. اصلاح رزین اوره‌فرمالدهید با ایزوسیانات به تا حد زیادی این مشکل را حل کرد؛ زیرا واکنش‌پذیری بسیار زیاد رزین ایزوسیانات موجب تقویت قدرت اتصال شد. کاهش چسبندگی داخلی در اثر استفاده از الیاف بازیافتی گزارش شده است. [۷].

در شکل ٤، اثر متقابل عوامل متغیر بر چسبندگی داخلی نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، تخته‌های ساخته‌شده با مصرف ۵ درصد ایزوسیانات چسبندگی داخلی بیشتری دارند. خواص مکانیکی تخته‌خردهٔ تهیه‌شده از ساقهٔ گندم با رزین ایزوسیانات ۳ تا ۱۰ برابر بیشتر از تخته‌ای است که از ساقهٔ گندم با رزین اوره‌فرمالدهید تهیه شده است [۲].



شکل ۳. اثر متقابل الیاف بازیافتی و ایزوسیانات بر مقاومت خمشی

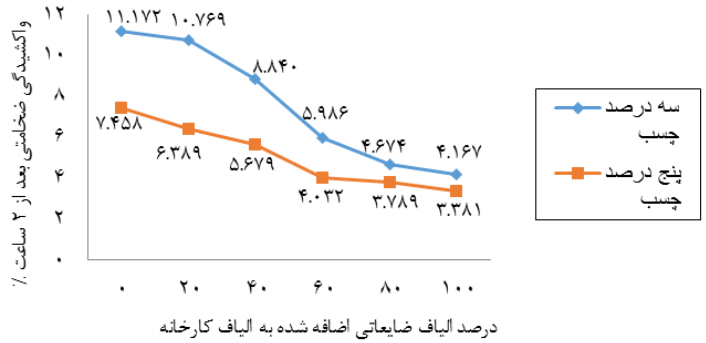


شکل ۴. اثر متقابل الیاف بازیافتی و ایزوسیانات بر چسبندگی داخلی

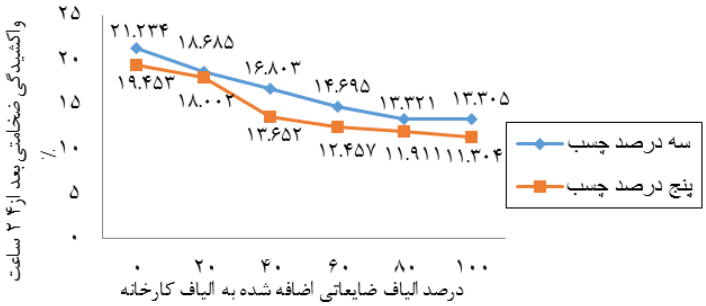
افزودن الیاف بازیافتی به الیاف بکر، بر واکشیدگی ضخامتی بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری اثر مثبت داشت؛ به‌طوری که با افزودن الیاف بازیافتی به الیاف بکر به میزان ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد به الیاف بکر، واکشیدگی تخته‌ها به‌ترتیب ۳/۶، ۲۰/۸، ۴/۴۴، ۶ و ۲۷ درصد کاهش نشان داد. با اصلاح رزین اوره‌فرمالدهید با افزودن ۵ درصد ایزوسیانات و ساخت تخته‌ها با این رزین، کاهش واکشیدگی ضخامت به میزان ۴۰، ۳۵/۷، ۳۲/۶، ۱۸/۹ و ۱۸/۸ درصد نسبت به مقادیر یادشده افزایش یافت (شکل ۵). اثر الیاف بازیافتی و رزین اصلاح‌شده بر واکشیدگی ضخامت بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری هم همین روند را داشت (شکل ۶). افزودن الیاف بازیافتی به الیاف بکر بر جذب آب بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری اثر مثبت داشت؛ به‌طوری که با افزودن الیاف بازیافتی به الیاف بکر به میزان ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد، میزان جذب آب در مقایسه با تخته‌های ساخته‌شده با صددرصد الیاف بکر به‌ترتیب ۱۷/۹، ۴۵/۹، ۵۸/۵، ۱۰۶ و ۹۲/۴ درصد کاهش نشان داد. هنگامی که در ساخت تخته‌ها از رزین اوره‌فرمالدهید اصلاح‌شده با ۵ درصد وزنی ایزوسیانات استفاده شد، کاهش جذب آب در همان درصد اختلاط های یادشده به ترتیب ۲۸/۷، ۶/۶، ۱۰/۲، ۱/۰۳ و ۲۴/۹ درصد بهبود یافت (شکل ۷). روند مشابهی در تخته‌هایی که ۲۴ ساعت در آب غوطه‌ور شدند مشاهده شد (شکل۸).

نقش مثبت الیاف بازیافتی در کاهش واکشیدگی و کاهش جذب آب، شاید ناشی از چسب پلیمرشده روی سطح الیاف از فرایند قبلی باشد که مانع نفوذ آب به الیاف شده است.

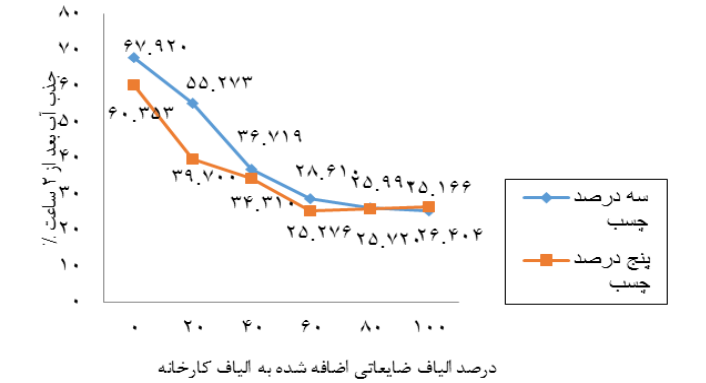
براساس جدول ۴، اثر الیاف بازیافتی بر واکشیدگی ضخامتی بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب معنی‌دار است. با افزایش الیاف بازیافتی به الیاف کارخانه از میزان واکشیدگی ضخامتی کاسته می‌شود. این اثر مثبت استفاده از الیاف بازیافتی است که در تحقیقات دیگر نیز گزارش شده است [۱۰، ۱۱]. براساس جدول ۳، اثر متقابل الیاف بازیافتی و ایزوسیانات بر واکشیدگی ضخامت و جذب آب بعد از ۲ و ۲۴ ساعت در سطح ۹۵ درصد اعتماد معنی‌دار است. این اثرها در شکل‌های ۴، ۵، ۶ و ۷ نمایش داده شده است. کاهش واکشیدگی و جذب آب در تخته‌های ساخته‌شده با رزین اوره‌فرمالدهید که با مصرف ۵ درصد ایزوسیانات اصلاح‌شده صورت گرفته بیشتر است. همچنین افزایش درصد الیاف بازیافتی هم کاهش واکشیدگی ضخامتی و جذب آب را به‌همراه داشته است. به‌نظر می‌آید هر دو عامل اثر تکمیلی بر هم دارند؛ به‌طوری که تخته‌های اصلاح‌شده با رزین اصلاح‌شدهٔ اوره‌فرمالدهید با مصرف ۵ درصد ایزوسیانات و ۱۰۰ درصد الیاف بازیافتی کمترین واکشیدگی ضخامتی و جذب آب را دارند.



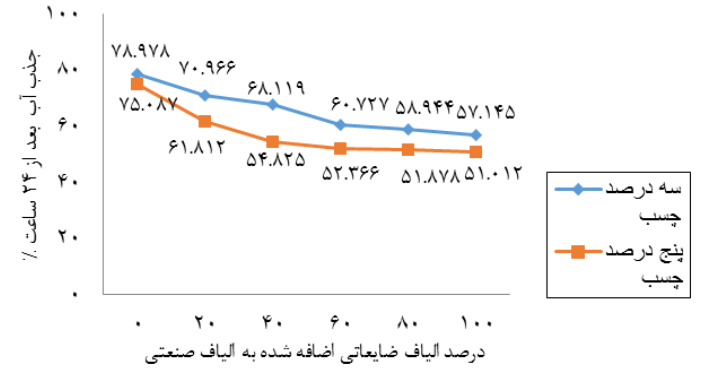
شکل ۵. اثر متقابل الیاف بازیافتی و ایزوسیانات بر واکشیدگی ضخامتی بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری



شکل ۶. اثر متقابل الیاف بازیافتی و ایزوسیانات بر واکشیدگی ضخامتی بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری



شکل ۷. اثر متقابل عوامل متغیر بر جذب آب بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب



شکل ۸. اثر متقابل عوامل متغیر بر جذب آب بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب

نتیجه‌گیری

براساس نتایج این تحقیق، آشکارا مشاهده شد که استفاده از الیاف بازیافتی به‌همراه الیاف بکر در ساخت MDF به‌جز واکشیدگی ضخامتی، بر بقیهٔ خواص تخته‌های ساخته‌شده اثر منفی داشت. اصلاح رزین اوره‌فرمالدهید با ایزوسیانات تأثیر مطلوبی بر خواص تخته‌ها گذاشت؛ به‌طوری که همهٔ خواص تخته‌های ساخته‌شده با رزین‌های اوره‌فرمالدهید اصلاح‌شده بهبود یافت. وقتی مقدار افزایش ایزوسیانات به ۵ درصد رسید، خواص تخته‌ها تا حد زیادی افزایش یافت؛ به‌طوری که قابلیت افزایش ۴۰ درصد الیاف بازیافتی به الیاف بکر فراهم آمد.

References

[1]. Afra, E., Khazaeian, Gh., and Ziarati, J. (2011). Survey of wood and paper industries (Iran). The 1st national conference on Iranian road map at 1404 for supplying raw material and development of wood and paper industries, 581-593.

[2]. Compak, H.G. (1997). Ten Years of Experience with Commercial Straw Particleboard Production, Wolcott, M. P., Miklosk, l. C., and Lentz, M. T. (Eds.), 31th International Particleboard/Composite Materials Symposium Proceeding, April 8-10., Washington State University, 109-113.

[3]. Dix, B., Schafer, M., and Roffael, E. (2001). Using fibers from waste particleboard and fiberboards pulped by a chemo-thermo-mechanical process to produce medium density fiberboard (MDF). Holz als Roh and Werkstoff, 59(4): 299-300.

[4]. Ferra, J., Mendes, A. M., and Costa, M. R. (2007). Study of the Morphology of Urea- Formaldehyde Resins. Proceedings of the International Panel Products Symposium, October 17-19, Cardiff, Wales, UK.

[5]. Forest products statistics, (2013). Global forest products facts and figures. www.fao.org.

[6]. Lykidis. C. H., and Grigoriou. A. (2008). Hydrothermal recycling of waste and performance of the recycled wooden particleboards, Waste management, 28(1): 57-63.

[7]. Mantanis, G., Athanassiadou, E., Nakos, P., and Coutinho, A. (2004). A new recycling process for waste panels. In: Proc. of European COST E31 Conference: "Management of recovered wood". Ed. C. Gallis, April 22-24, Thessaloniki, Greece: 204-210.

[8]. Michanickl, A., and Boehme, C. (2003). Method for recovering chips and fibers of bonded wood materials involves passing of steam through a vessel with such materials which have been soaked with a heated impregnation solution. German Patent DE10144793.

[9]. Moradikia, S., Doosthoseini, K., and Jahan latibari, A. (2008). Investigation on possibility of utilization of MDF residues in its manufacturing process. Journal of the Iranian Natural Resource, 61(2): 455-463.

[10]. Nicewics, D., and Danecki, L. (2010). Recycling of insulation boards by reuse. Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW, Forestry and Wood Technology, 72: 57-61.

[11]. Li, X., Tabil, L. G., and Panigrahi, S. (2007). Chemical treatments of natural fiber for use in natural fiber-reinforced composites: a review. Journal of Polymers and the Environment, 15(1): 25-33.

[12]. Yanhua, Zh., Jigou, G., Haiyan, T., Xangkai, J., Junyou, Sh., Yingfeng, Z., and Xiangli, W. (2013). Fabrication, performances, and reaction mechanism of urea-formaldehyde resin adhesive with isocyanate. Journal of Adhesion Science and Technology, 27(20): 2191-2203.

[13]. Tarmian, A., and Doosthoseini, K. (2005). An Investigation of Practical Properties of Particleboard Produced with Methylene Diphenyl Diisocyanate (MDI). Iranian Journal of Natural Resource, 58(3): 671-678.

[14]. Roffael, E., Dix, B., Behn, C., and Bar, G. (2009). Chemical properties of TMP and CTMP prepared from pine wood and UF-bonded medium density fibreboards (MDF). European Journal of wood and wood products, 67(1):113-115.

[15]. Sheykhi, Zh., Tabarsa, T., and Mashkour, M. (2016). Effects of nano-cellulose and resine on MDF properties produced from recycled MDF using electrolise method. Journal of Wood Forest Science and Technology, 23(3): 271-288.

Improvement of properties of medium density fiberboard manufactured from recycled fibers using modified resin with isocyanate

Z. Sheykhi Sanndaji*; M.Sc. Student, Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resource, University of Gorgan, Gorgan, I.R. Iran

T. Tabarsa; Prof., Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resource, University of Gorgan, Gorgan, I.R. Iran

(Received: 15 April 2017, Accepted: 16 August 2017)

ABSTRACT

In this study, in order to improve the medium density fiberboard properties made of mixture of virgin and recycled fibers, urea formaldehyde resin was modified by adding 3 and 5% isocyanate. Experimental boards were made by adding recycled fibers to virgin fibers (0, 20%, 40%, 60%,80% and 100%) and using 10% urea formaldehyde as binder. Mechanical (modulus of rupture and internal bond) and physical properties (water absorption and thickness swelling after 2 and 24 hours submerging) were measured based on DIN68761 standard. The results showed that by increasing recycled fibers, the modulud of rupture and internal bond were reduced but inclination was slow up to 40% recycled fibers while by addition the recycled fibers more than 40%, the inclination became faster. On the other hand, the modulus of rupture and internal bond of fiberboards made of mixture of 40% recycled fibers and 60% virgin fibers reduced 7% and 21% respectively. This fault was fixed by modifying urea formaldehyde resin by adding 5% isocyanate adhesive. The results demonstrated that the modulus of rupture and internal bond of fiberboards made in this condition increased 20% and 102% respectively. Furthermore, adding recycled fibers to virgin fibers reduced water absorption and thickness swelling. This improvement can be attributed to the modifying of urea formaldehyde resin with isocyanate. In addition, the fiberboards made of 100% recycled fibers and modified urea formaldehyde resin by adding 5% isocyanate showed the lowest water absorption (29.86%) and also thickness swelling (3.38%).

Keywords: Medium density fiberboard, Isocyanate, Urea formaldehyde, Physical properties, Internal bond.

* Corresponding Author, Email: zhinoo.sheykhi@yahoo.com, Tel: +988736226220