

بررسی اثر سازگارکنندگی پلی پروپیلن اکسیدشده در فاز مذاب بر خواص مکانیکی، فیزیکی و ریخت‌شناسی چندسازه حاصل از آرد گیاه نی-پلی اتیلن سنگین

محمد شمسیان^۱، محمد دهمرده قلعه‌نو^۲، فاطمه دهدست^{۳*} و سیده راحیل چالاکه^۴

(۱) دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

(۲) استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

(۳) دانشجوی دکتری گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه زابل، زابل، ایران. *رایانامه نویسنده مسئول: fatima.dehdast61@gmail.com

(۴) دانشجوی دکتری گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۲/۲۲

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۵/۲۴

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی امکان ساخت چندسازه الیاف نی-پلی اتیلن سنگین با استفاده از پلی پروپیلن اکسید شده به عنوان سازگارکننده انجام گردید. برای این منظور آرد گیاه نی، پلی اتیلن سنگین و سازگارکننده پلی پروپیلن اکسید شده به مقدار تعیین شده در داخل دستگاه مخلوط‌کن داخلی به مدت ۶ دقیقه مخلوط شدند و پس از آن ماده بی‌شکل به دست آمده توسط آسیاب آزمایشگاهی به گرانول تبدیل شد. در نهایت گرانول‌ها توسط پرس گرم به صفحات الیاف نی-پلاستیک تبدیل شدند. آزمون‌های مکانیکی شامل مقاومت‌های خمشی و کششی و مدول‌های الاستیسیته خمشی و کششی و خواص فیزیکی شامل جذب آب و واکنش‌پذیری ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت بودند. برای بررسی میزان اصلاح پروپیلن اکسید شده از دستگاه طیف‌سنجی مادون قرمز و برای مطالعه ریخت‌شناسی چندسازه‌ها از تصاویر میکروسکوپ الکترونی استفاده گردید. نتایج نشان داد که با افزایش ماده سازگارکننده خواص مکانیکی به صورت خطی افزایش یافته، در حالی که جذب آب و واکنش‌پذیری ضخامت کاهش یافتند. تصاویر میکروسکوپ الکترونی حاکی از بهبود چسبندگی در فصل مشترک بین الیاف نی و پلیمر بود. طیف‌سنجی مادون قرمز نیز نشان داد که در اثر اکسیداسیون پلی پروپیلن، نواحی آبدوست در آن تشکیل شده است.

واژه‌های کلیدی: پلی پروپیلن اکسید شده، چندسازه الیاف نی-پلی اتیلن سنگین، ریخت‌شناسی، طیف‌سنجی مادون قرمز.

مقدمه

اولیه لیگنوسولوزی یکی از بزرگترین چالش‌های تولیدکنندگان چوب پلاستیک محسوب می‌شود (نصرتی ششکل و همکاران، ۱۳۹۷). از این رو یافتن ماده لیگنوسولوزی که هم از نظر کیفی و هم از نظر کمی جایگزین مناسبی برای ذرات چوب می‌باشد یکی از مهمترین عوامل بقای کارخانه‌های چوب پلاستیک است. در طی سالیان اخیر مطالعه‌های گسترده‌ای در رابطه با استفاده از مواد لیگنوسولوزی مختلف اعم از کاه و کلس، شلتوک برنج و ذرات باگاس صورت گرفته است. یکی دیگر از مواد لیگنوسولوزی که به مقدار زیاد در کشور وجود دارد ذرات گیاه نی می‌باشد که به دلیل داشتن خواص جالب

چندسازه‌های چوب پلاستیک فرآورده‌ای نسبتاً جدید است که در کشورهای توسعه‌یافته در بخش‌های مختلفی از قبیل خانه‌سازی، صنعت، اتومبیل‌سازی و غیره ورود کرده، اما در ایران تا طی چند سال اخیر نام این چندسازه کاربردی فقط در مقالات و نشریات مربوطه آورده می‌شد. با گسترش روز افزون استفاده از این چندسازه‌ها، به خصوص در شمال کشور در بخش ویلاسازی و احداث کارخانه‌های جدید چوب پلاستیک در کشور و با توجه به این واقعیت که ایران از لحاظ منابع چوبی جز کشورهای فقیر محسوب می‌شود، یافتن ماده

همان‌طور که گفته شد، هدف از انجام تحقیق حاضر، امکان ساخت چندسازه با استفاده از ذرات گیاه نی به عنوان پرکننده و پلی‌اتیلن سنگین به عنوان ماتریس پلیمری و همچنین اکسیداسیون پلی‌پروپیلن و استفاده از آن به عنوان سازگارکننده می‌باشد. با توجه به موارد یاد شده و اینکه استفاده از پلیمرهای صنعتی و تغییر ماهیت آنها به عنوان سازگارکننده موضوع جذاب و جدیدی برای تحقیقات بعدی می‌باشد، انجام این پژوهش ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

پودر پلی‌اتیلن سنگین فرآورده شرکت صنایع پتروشیمی اراک با نام تجاری ۵۲۵۱۸ و شاخص جریان مذاب ۱۸ گرم بر ۱۰ دقیقه که در دمای ۱۹۰ درجه سلسیوس و با وزن ۱۵/۲ کیلوگرم اندازه‌گیری شده است، به عنوان فاز پلیمری استفاده شد. همچنین از ساقه‌های نی (*Phragmites australis*) تهیه شده از تالاب هامون سیستان به عنوان الیاف لیگنوسلولزی (فاز طبیعی) استفاده گردید.

اکسیداسیون پلی‌پروپیلن در فاز مذاب: از اکسیداسیون در فاز مذاب و در حضور اکسیژن هوا مطابق با روش Abdouss و همکاران (۱۹۹۹)، برای تهیه پلی‌پروپیلن اکسید شده استفاده شد. در این روش ابتدا پلی‌پروپیلن و الکل ۱- دودکانول را در دستگاه مخلوط کن داخلی تحت درجه حرارت ۱۹۰- ۱۸۵ سانتی‌گراد قرار داده، سپس از اکسیژن هوا به‌منظور اکسیداسیون این ماده استفاده گردید. زمان اکسیداسیون ۲ ساعت و سرعت چرخش مخلوط کن ۶۰ دور بر دقیقه در نظر گرفته شد. البته قابل ذکر است که از الکل ۱- دودکانول به‌عنوان تسریع‌کننده در تمامی مراحل به‌میزان ۱۰۰ میلی‌گرم استفاده گردید. ماده حاصله پس از اتمام اکسیداسیون یک ماده شکننده و ترد است که دارای رنگ سفید متمایل به کرم می‌باشد.

آماده‌سازی و ساخت نمونه‌های آزمونی: برای تهیه چندسازه الیاف نی- پلاستیک مواد (آرد گیاه نی، پلی‌اتیلن سنگین، پلی‌پروپیلن اکسید شده در فاز مذاب به عنوان سازگارکننده) مطابق جدول ۱ در دستگاه مخلوط کن داخلی با سرعت ۶۰ دور در دقیقه و در دمای ۱۸۵ درجه سانتی‌گراد مخلوط شد. زمان هر اختلاط حدود ۶ دقیقه به طول انجامید. پس از فرآیند

توجه نظیر تکثیر آسان، رشد سریع، میزان تولید زیاد، دوره بهره‌برداری کوتاه، تداوم داشتن موجودی و امکان کشت در اراضی باتلاقی می‌تواند به عنوان یک ماده لیگنوسلولزی غیرچوبی ارزان، مناسب و تجدیدشونده در صنایع سلولزی مورد استفاده قرار گیرد (نصرتی‌ششکل و همکاران، ۱۳۹۷).

از سوی دیگر ذرات نی به‌دلیل قطبی بودن و پلی‌اتیلن سنگین به‌دلیل غیرقطبی بودن، سازگاری مناسبی با یکدیگر ندارند (اسمعیلی‌مقدم و همکاران، ۱۳۹۴). نتیجه این عدم سازگاری، کاهش خواص مکانیکی و عدم پایداری چندسازه در برابر رطوبت است. چندین روش و سازوکار برای افزایش سازگاری بین این دو فاز وجود دارد که یکی از آنها استفاده از مواد سازگارکننده است. مطالعات زیادی در رابطه با استفاده از سازگارکننده‌های مختلف و بررسی میزان بهره‌وری آنها صورت گرفته است، اما یکی از روش‌های موثر در این زمینه، اکسیداسیون پلیمرهای غیرقطبی و تبدیل آنها به ماده سازگارکننده است. از این رو در این پژوهش پلی‌پروپیلن که به عنوان یک پلیمر صنعتی معروف است توسط روش اکسیداسیون اصلاح شد، در اثر این اصلاح، گروه‌هایی که قابلیت جذب رطوبت دارند در آن ایجاد شد که می‌تواند از یک سو با پلیمر غیرقطبی وارد واکنش شود و از سوی دیگر با مواد لیگنوسلولزی قطبی پیوند هیدروژنی برقرار نماید.

دهقان و همکاران (۱۳۹۸) از ساقه کلزا به عنوان پرکننده و پلی‌لاکتیک اسید به عنوان ماتریس پلیمری در ساخت چندسازه چوب پلاستیک استفاده کردند. نتایج مطالعه نشان داد که چندسازه‌هایی که در آنها از ساقه کلزا استفاده شده بود، خواص مکانیکی مطلوب‌تری در مقایسه با پلی‌لاکتیک اسید خالص داشتند. نصرتی‌ششکل و همکاران (۱۳۹۷) در بررسی ساخت چندسازه با استفاده از الیاف گیاه نی و تقویت‌کننده نانو رس بیان کردند که استفاده از الیاف گیاه نی هم از نظر اقتصادی و هم از نظر کیفی مناسب ساخت این فرآورده می‌باشد. Reisi Nafchi و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی ساخت چندسازه چوب پلاستیک با استفاده از سازگارکننده پلی‌پروپیلن اکسید شده بیان کردند که استفاده از پلی‌پروپیلن اکسید شده به عنوان سازگارکننده منجر به بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی چندسازه چوب پلاستیک گردید.

مدت ۱۲ دقیقه به صفحاتی در ابعاد ۱۵×۱۵×۰/۲ سانتی متر تبدیل شدند.

اختلاط، مواد به وسیله آسیاب آزمایشگاهی خرد شده و با پرس گرم در دمای ۱۸۰ درجه سانتی گراد و فشار ۱۵ بار و در

جدول ۱. درصد وزنی اجزای تشکیل دهنده ترکیبات مختلف چندسازه چوب پلاستیک

تیمار	آرد گیاه نی (درصد)	پلی اتیلن سنگین (درصد)	پلی پروپیلن اکسید شده (درصد)
۱	۵۰	۵۰	۰
۲	۵۰	۴۹	۱
۳	۵۰	۴۸	۲
۴	۵۰	۴۷	۳

۱۰۰ در دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. همچنین به منظور تحلیل بهتر نتایج حاصل و مطالعه مرفولوژی سطوح شکست و ناحیه بینایی پل مری و پرکننده‌ها از مقاطع شکست نمونه در آزمایش خمش تصاویر الکترونی با استفاده از دستگاه FESEM تهیه گردید. این امر توسط دستگاه میکروسکوپ الکترونی از نوع FESEM و ساخت شرکت Hitachi و مدل S-۴۱۶۰ در دانشگاه تهران انجام شد.

بردازش آماری داده‌ها: برای تجزیه و تحلیل نتایج و بررسی معنی دار بودن و تعیین بهترین ترکیب شرایط از نرم افزار SPSS در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار بین تیمارها از تجزیه واریانس یک طرفه استفاده شد و برای مقایسه بین میانگین‌ها نیز از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده گردید.

نتایج

نتایج حاصل از آنالیز آماری چندسازه‌های چوب پلاستیک در جدول ۲ به صورت خلاصه نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، تاثیر سازگارکننده بر روی تمامی خواص اندازه‌گیری شده در سطوح اطمینان ۹۹ و ۹۵ درصد دارای اختلاف معنی دار می‌باشد.

اندازه‌گیری خواص: آزمون خمش سه نقطه‌ای با طول دهانه ۱۰ سانتی متر و سرعت بارگذاری ۲ میلی متر بر دقیقه مطابق استاندارد ASTM ۴-۷۰۱۴ D برای اندازه‌گیری مدول الاستیسیته (MOE) و مدول گسیختگی (MOR) بر روی نمونه‌ها به ابعاد ۱۵×۲×۰/۲ سانتی متر انجام و آزمون کششی مطابق استاندارد ASTM D ۶۳۸ انجام شد. نمونه‌های دمبلی شکل به ابعاد ۱۵×۲/۵×۰/۲ سانتی متر در این تست با سرعت بارگذاری ۵ میلی متر بر دقیقه تحت کشش قرار گرفت. نمونه‌ها توسط دستگاه HOUNS مدل H 25 KS، با ظرفیت سلول ۲۵۰۰۰N مورد آزمایش قرار گرفت.

آزمایش‌های فیزیکی شامل جذب آب و واکنشیدگی کوتاه مدت مطابق استاندارد ASTM آیین‌نامه ۰۴-۷۰۱۳ D انجام شد. نمونه‌های آزمایشی به ابعاد ۲×۲×۰/۲ سانتی متر تهیه و سپس برای توزین نمونه‌ها از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم و برای ضخامت نمونه‌ها از میکرومتر با دقت ۰/۰۰۱ میلی متر استفاده شد. در این آزمون نمونه‌ها در آب غوطه‌ور شدند و در زمان‌های ۲ و ۲۴ ساعت از آب خارج شدند و جذب آب و واکنشیدگی ضخامت در زمان‌های مختلف محاسبه گردیدند.

جهت اطمینان از انجام اکسیداسیون پلی پروپیلن از دستگاه طیف‌سنجی مادون قرمز فوریه (FTIR) با مدل Nicolet IR –

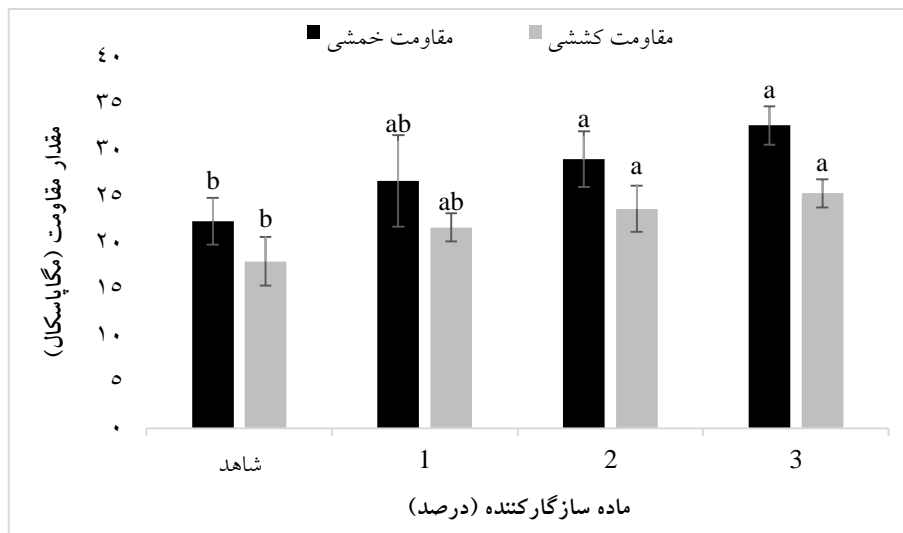
جدول ۲. مقدار F و سطح معنی داری حاصل از آنالیز آماری

خواص	مقدار F	سطح معنی داری
مقاومت خمشی	۵/۱۱۱*	۰/۰۲۹
مقاومت کششی	۱۰۳/۴۳۰**	۰/۰۰۰
مدول خمشی	۶/۶۴۳*	۰/۰۱۵
مدول کششی	۱۱/۳۸۳**	۰/۰۰۳
جذب آب ۲ ساعت	۸۸/۳۰۲**	۰/۰۰۰
جذب آب ۲۴ ساعت	۳۷/۵۳۰**	۰/۰۰۰
واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت	۱۸/۳۷۵**	۰/۰۰۱
واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت	۱۴/۱۸۱**	۰/۰۰۱

** معنی داری در سطح اطمینان ۹۹ درصد و * معنی داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد است.

مقاومت‌های خمشی و کششی افزایش یافتند. با افزودن ۳ درصد ماده سازگارکننده، مقاومت خمشی حدود ۳۱/۶۳ درصد و مقاومت کششی ۲۸/۹۴ درصد افزایش یافت.

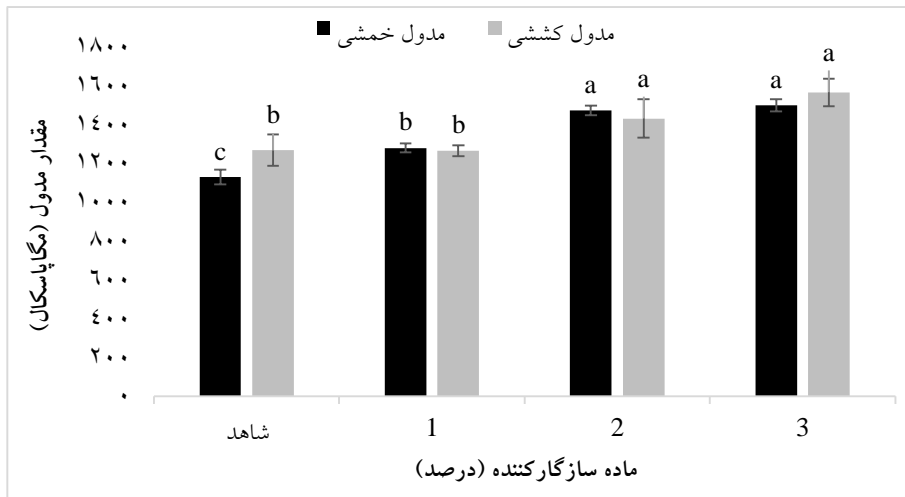
تاثیر ماده سازگارکننده بر روی مقاومت‌های خمشی و کششی چندسازه چوب پلاستیک در شکل ۱ نشان داده شده است. بر اساس شکل با افزایش ماده سازگارکننده،



شکل ۱. تاثیر ماده سازگارکننده بر مقاومت‌های خمشی و کششی

با افزودن ۳ درصد ماده سازگارکننده، مدول خمشی حدود ۲۴/۷۳ درصد و مدول کششی ۱۹/۰۳ درصد افزایش یافت.

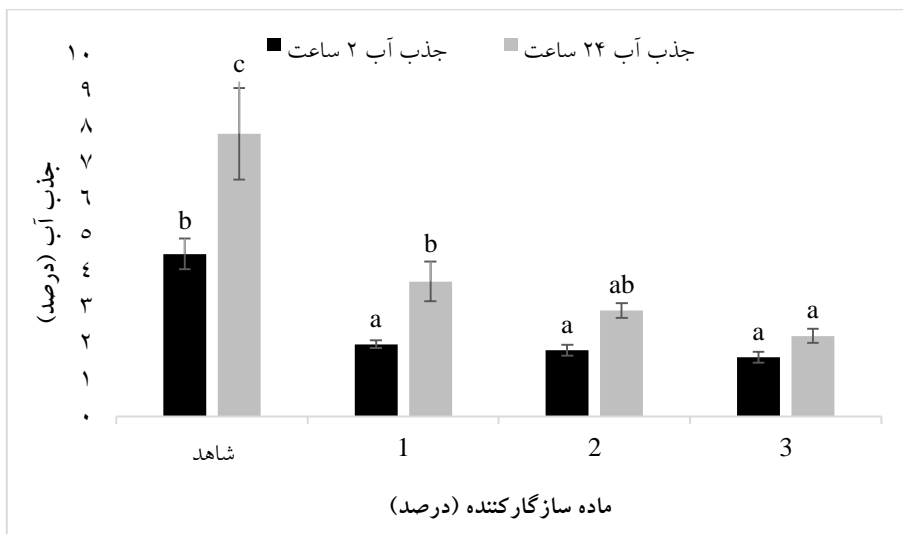
تاثیر ماده سازگارکننده بر مدول‌های خمشی و کششی در شکل ۲ نشان داده شده است. بر اساس این شکل، با افزایش ماده سازگارکننده، مدول‌های خمشی و کششی افزایش یافتند.



شکل ۲. تاثیر ماده سازگارکننده بر مدول های خمشی و کششی

افزودن ۳ درصد ماده سازگارکننده، جذب آب ۲ ساعت حدود ۶۳/۷۸ درصد و جذب آب ۲۴ ساعت، ۷۱/۵۲ درصد کاهش یافت.

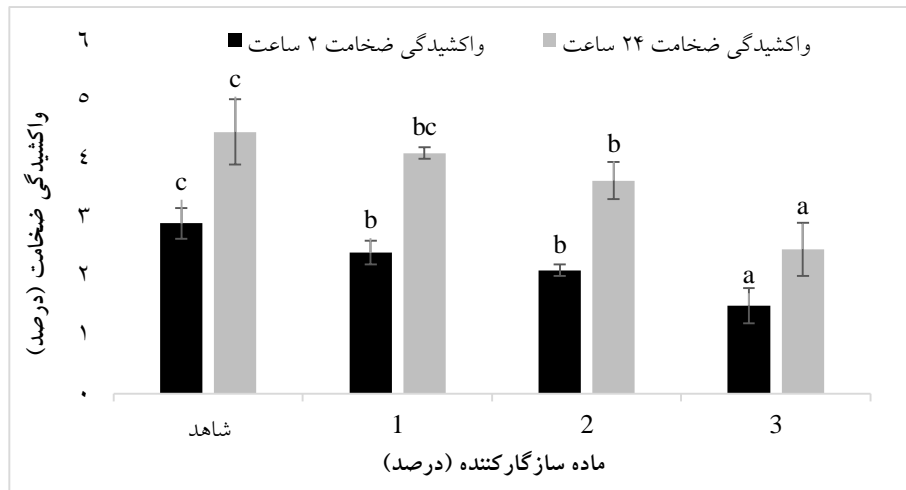
تاثیر ماده سازگار کننده بر جذب آب ۲ و ۲۴ ساعت چندسازه های چوب پلاستیک در شکل ۳ نشان داده شده است. بر اساس این شکل، جذب آب در زمان های ۲ و ۲۴ ساعت در اثر افزودن ماده سازگارکننده کاهش یافت. با



شکل ۳. تاثیر ماده سازگارکننده بر جذب آب ۲ و ۲۴ ساعت

کاهش یافت. با افزودن ۳ درصد ماده سازگارکننده، واکنش پذیری ضخامت ۲ ساعت حدود ۶۳/۷۸ درصد و واکنش پذیری ضخامت ۲۴ ساعت، ۷۱/۵۲ درصد کاهش یافت.

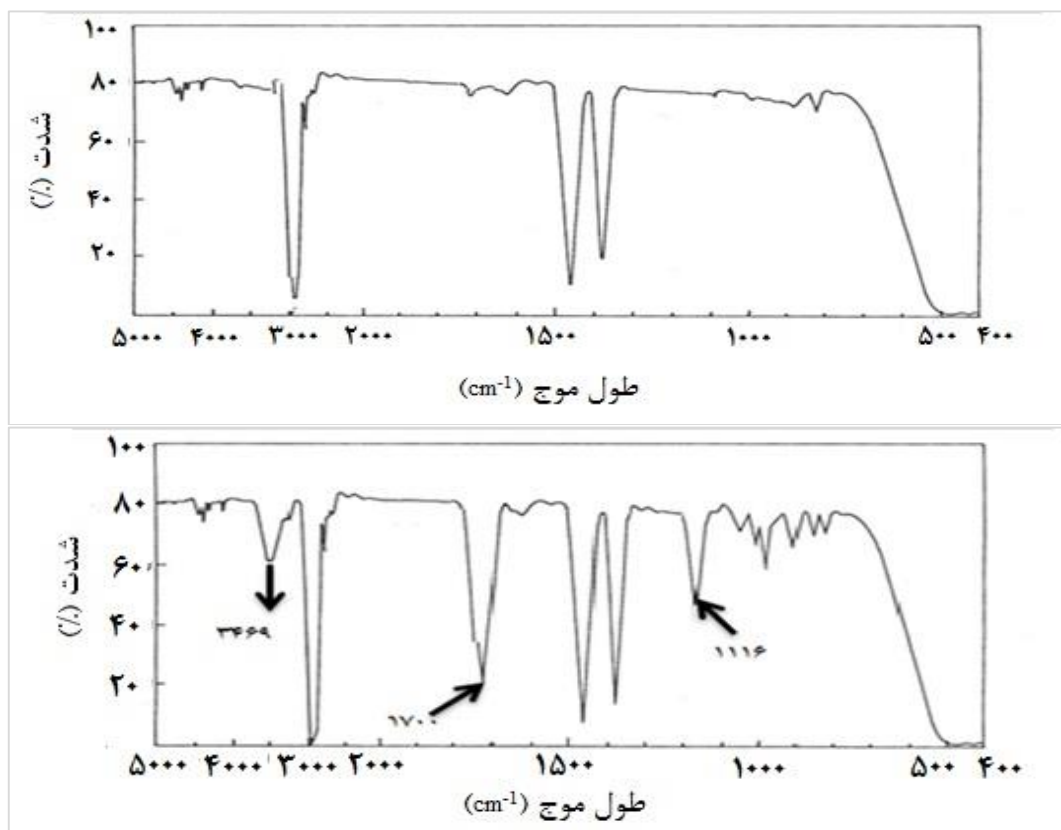
تاثیر ماده سازگارکننده بر واکنش پذیری ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت چندسازه های چوب پلاستیک در شکل ۴ نشان داده شده است. بر اساس این شکل، واکنش پذیری ضخامت در زمان های ۲ و ۲۴ ساعت در اثر افزودن ماده سازگارکننده



شکل ۴. تاثیر ماده سازگارکننده بر واكشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت

پیک‌های نسبتاً تندی مشاهده می‌شود که باند جذبی در ناحیه 3448 cm^{-1} را می‌توان به مُد کششی پیوند هیدروژنی هیدروکسیل الکل نسبت داد و مُد کششی در ناحیه $1780-1700\text{ cm}^{-1}$ به گروه‌های کربونیل انیدریدی، کتون و آلدیدی و مُد کششی در ناحیه 1164 cm^{-1} به گروه‌های استری مربوط می‌شود (Kazemi Najafi et al., 2010; Reisi Nafchi et al., 2015).

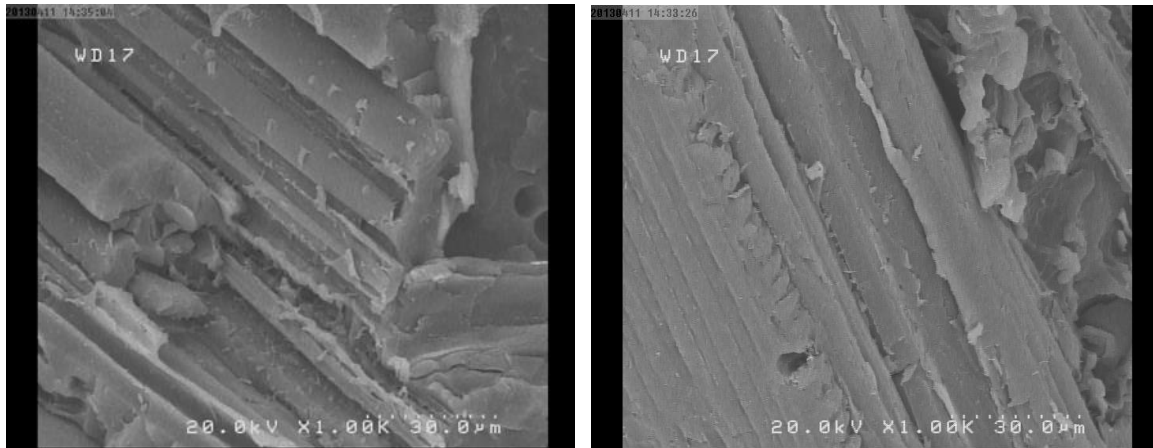
طیف جذبی FTIR پلی پروپیلن اکسیدنشده و اکسیدشده در شکل ۵ نشان داده شده است. با توجه به اینکه پلی پروپیلن در حالت طبیعی فاقد گروه‌های قطبی می‌باشد، طی فرآیند اکسیداسیون دسته‌ای از عوامل قطبی نظیر گروه‌های کتونی، کربوکسیلیک اسید و استری در پلی پروپیلن ایجاد می‌شود که باعث افزایش چسبندگی بین دو بخش طبیعی و پلیمر چندسازه‌ای حاصل می‌گردد (رئیزی، ۱۳۹۰). در طیف FTIR در نواحی 1776 cm^{-1} ، 1714 cm^{-1} ، 1164 cm^{-1} و 3448 cm^{-1}



شکل ۵. طیف‌سنجی مادون قرمز (FTIR)، پلی پروپیلن اکسیدنشده (بالا) و پلی پروپیلن اکسیدشده (پایین)

ندارند و به شکل دو فاز مجزا از هم دیده می‌شوند. از طرف دیگر، حضور سازگارکننده در چندسازه (تصویر راست) سبب بهبود چسبندگی بین دو فاز پرکننده و ماتریس می‌شود به گونه‌ای که شکست در این چندسازه در سطح مشترک بین دو فاز نبوده و عمدتاً شکستگی یا در ماتریس پلیمری و یا در پرکننده اتفاق افتاده است.

شکل ۶، تصاویر میکروسکوپ الکترونی مربوط به چندسازه‌ها را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود در تیمار فاقد سازگارکننده (تصویر چپ)، فاز طبیعی یا همان ذرات نی کمترین چسبندگی را با ماتریس پلیمری دارد، به نحوی که شکست در چندسازه در محل سطح مشترک بین دو فاز پرکننده و ماتریس اتفاق افتاده است. به عبارت دیگر بدون استفاده از سازگارکننده دو فاز تمایلی به اختلاط با یکدیگر



شکل ۶. تصاویر میکروسکوپ الکترونی FESEM بدون سازگارکننده (چپ) همراه با سازگارکننده (راست)

با افزایش ماده سازگارکننده، جذب آب و واکنش‌پذیری ضخامت در چندسازه به شدت کاهش یافت. جذب آب در چندسازه‌های چوبی از طریق چند سازوکار انجام می‌شود. جذب آب از طریق گروه‌های هیدروکسیل مواد لیگنوسلولزی که منجر به واکنش‌پذیری ضخامت در چندسازه (Espert et al., 2004) و جذب آب از طریق شکاف‌ها و لوله‌های مویین بین دو فاز پرکننده و ماتریس پلیمری می‌شود (روحانی و همکاران، ۱۳۹۳). افزودن ماده سازگارکننده از یک‌طرف گروه‌های هیدروکسیل ماده لیگنوسلولزی را به واسطه ایجاد پیوند هیدروژنی به شدت کاهش می‌دهد و از سوی دیگر فاصله بین دو فاز پرکننده و ماتریس را کاهش می‌دهد. بنابراین مولکول‌های آب برای رسیدن به الیاف طبیعی باید مسیر طولانی‌تری را طی کنند. به واسطه افزودن ماده سازگارکننده شعاع لوله‌های مویین موجود در چندسازه به شدت کاهش می‌یابد و این موضوع یکی دیگر از دلایل کاهش جذب آب و واکنش‌پذیری ضخامت در چندسازه می‌شود (اسمعیلی مقدم، ۱۳۹۵).

بحث و نتیجه‌گیری

با افزایش ماده سازگارکننده خواص مکانیکی شامل مقاومت‌های خمشی و کششی و مدول الاستیسیته آنها افزایش چشمگیری داشتند. علت افزایش خواص مکانیکی در اثر افزودن ماده سازگارکننده به چند مکانیسم عمده بستگی دارد که از مهمترین آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: ۱. ماده سازگارکننده از یک طرف با الیاف طبیعی پیوند هیدروژنی و از طرف دیگر با ماتریس پلیمری پیوند کووالانس برقرار می‌کند و منجر به اتصال بهتر این دو فاز با یکدیگر شوند (قلی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴). به عبارت دیگر ماده سازگارکننده فاصله آنگسترومی بین دو فاز موجود در چندسازه را کمتر می‌کند (Rowell et al., 2000)؛ ۲. به تبع کاهش فاصله بین دو فاز پرکننده و ماتریس پلیمری، انتقال تنش از ماتریس به پرکننده بهتر صورت گرفته و چندسازه تنش بیشتری را در تغییر مکان کمتر تحمل می‌کند (کارگرفرد، ۱۳۹۱؛ خادمی‌اسلام و همکاران، ۱۳۹۲) که این موضوع به خصوص در افزایش مدول‌های الاستیسیته بسیار موثر هستند.

منابع

- کارگرفرد، ا. (۱۳۹۱) بررسی و ارزیابی تاثیر میزان سازگارکننده و الیاف بر ویژگی‌های کششی و فیزیکی چندسازه الیاف ساقه پنبه- پلی‌پروپیلن بازیافت شده. مجله صنایع چوب و کاغذ ایران، ۳(۲): ۱۳۱-۱۴۰.
- نصرتی‌ششکل، ب.، دهدست، ف.، محبی‌گرگری، ر. و عبدوس، م. (۱۳۹۷) تاثیر ذرات نانو رس و سازگارکنندگی پلی‌پروپیلن اکسید شده در فاز مذاب بر خواص مکانیکی و فیزیکی چندسازه چوب پلاستیک. مجله صنایع چوب و کاغذ ایران، ۹(۱): ۱۳۷-۱۵۱.
- رئیزی، ه. (۱۳۹۰) ساختار و بررسی خواص چندسازه آرد چوب / نانورس / پلی‌پروپیلن. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد رشته علوم صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه تربیت مدرس، ۸۲ صفحه.
- Abdous, M., SHarifi-Sanjani, N. and Bataille, P. (1999) Oxidation of Polypropylene in a Solution of Monochlorobenzene. *Journal of Applied Polymer Science*, 47(14): 3417-3427.
- Espert, A., Vilaplana, F. and Karlsson S. (2004) Comparison of water absorption in natural cellulosic fibers from wood and one-year crops in polypropylene composites and its influence on their mechanical properties. *Journal of Composites Part A*, 35(11): 1267-1276.
- Kazemi Najafi, S., Bahra, A. and Abdous, M. (2010) Effect of oxidized polypropylene as a new compatibilizer on water absorption and mechanical properties of wood flour/polypropylene composites. *Journal of Applied Polymer Science*, 119(1): 438-432.
- Reisi Nafchi, H., Abdous, M., Kazemi Najafi, S., Mohebbi gargari, R. and Mazhar, M. (2015) Effects of nano-clay particles and oxidized polypropylene polymers on improvement of the practical properties of wood-polypropylene composite. *Advanced Composite Materials*, 24(3): 239-248.
- Rowell, M.R., Lange, S.E. and Jacobson, R.E. (2000) Weathering performance of plant-fiber thermoplastic composites. *Molecular Crystals and Liquid Crystals*, 353(1): 85-94.
- اسمعیلی‌مقدم، س. (۱۳۹۵) تاثیر اصلاح شیمیایی آرد چوب بر جذب آب و واکنشیدگی ضخامت طولانی‌مدت و ریخت‌شناسی چندسازه چوب پلاستیک. نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل، ۲۳(۴): ۱۷۵-۱۹۸.
- اسمعیلی‌مقدم، س.، شمسیان، م.، بیات‌کشکولی، ع. و کرد، ب. (۱۳۹۴) تاثیر اصلاح شیمیایی آرد چوب بر ویژگی‌های نانوکامپوزیت‌های هیبریدی پلی‌پروپیلن- نانو سیلیس. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، ۳۰(۴): ۶۷۴-۶۸۹.
- دهقان، م.، صادقی‌فرد، ا.ح.، دهمرده، ح. و شهرکی، ا. (۱۳۹۸) تاثیر پلی‌لاکتیک اسید بر خواص مکانیکی و فیزیکی چندسازه چوب پلاستیک. مجله صنایع چوب و کاغذ ایران، ۱۰(۲): ۲۶۱-۲۷۲.
- روحانی، م.، کرد، ب.، مطیع، ن. و شرری، م. (۱۳۹۳) مطالعه رفتار زیست‌تخریب‌پذیری نانوکامپوزیت‌های پلی‌وینیل الکل-نانو کریستال سلولز. مجله صنایع چوب و کاغذ ایران، ۵(۲): ۱-۱۳.
- خادمی‌اسلام، ح.ا.، یوسف‌نیا، ز.، قاسمی، ا. و طلائی‌پور، م. (۱۳۹۲) بررسی خواص مکانیکی کامپوزیت حاصل از آرد چوب نونل، پلی‌پروپیلن و نانو کلی (نانو رس). فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، ۲۸(۱): ۱۵۳-۱۶۸.
- قلی‌زاده، م.، جمالی‌راد، ل.، امینیان، ه.ا. و حجازی، س. (۱۳۹۴) بررسی ویژگی‌های مکانیکی چندسازه پلی‌پروپیلن تقویت شده با آرد ساقه توتون. مجله جنگل و فرآورده‌های چوب، ۶۸(۲): ۲۶۱-۲۷۲.

Investigation of the effect of compatibilization of oxidized polypropylene in molten phase on the mechanical, physical, and morphological properties of reed plant flour-high density polyethylene composite

Mohammad Shamsian¹, Mohammad Dahmardeh Ghalehno², Fatemeh Dehdast^{3*} and Seyedeh Rahil Chalakeh⁴

- 1) Associate Professor, Department of Wood and Paper Science and Technology, University of Zabol, Zabol, Iran.
- 2) Assistant Professor, Department of Wood and Paper Science and Technology, University of Zabol, Zabol, Iran.
- 3) Ph.D. Student, Department of Wood and Paper Science and Technology, University of Zabol, Zabol, Iran. *Corresponding Author Email Address: fatima.dehdast61@gmail.com

Date of Submission: 2020/05/11

Date of Acceptance: 2020/08/14

Abstract

This study aimed to investigate the possibility of making reed plant flour-high density polyethylene composite using oxidized poly-propylene as a compatibilizer. For this purpose, reed plant flour, high density polyethylene, and oxidized poly-propylene compatibilizer in the specified value were mixed into the internal mixer for 6 min and after that, the resulting amorphous materials turned to the granules using a laboratory mill. Finally, the granules turned to reed-plastic plates using a hot press. Mechanical tests such as bending and tensile resistances and their modulus and physical properties such as water absorption and thickness swelling in 2 and 24 h were measured. A fourier transform infrared spectroscopy machine was used to check the modification of oxidized poly-propylene and the morphology of the composites was studied by electron microscopy images. The results demonstrated that with increasing the compatibilizer, the mechanical properties were linearly increased, while the water absorption and thickness swelling were decreased. Electron microscopy images showed that improved adhesion at the interface between the reed plant flour and polymer fibers. The Fourier-transform infrared spectroscopy also showed that due to the oxidation of polypropylene, hydrophilic regions are formed in it.

Keywords: Fourier-transform infrared spectroscopy, Morphology, Oxidized poly-propylene, Reed plant flour-high density polyethylene composite.