بررسی تاثیر تیمار قلیایی کاه برنج بر ویژگی‌های کششی و مقاومت به ضربه چندسازه پلی‌پروپیلن - آردکاه برنج

حبیب الله خادمی اسلام[۱]، مهدی کلاگر[۲*]، بهزاد بازیار[۳] و سحاب حجازی[٤]

۱) دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
۲*) دانشجوی کارشناسی‌ارشد صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران. نویسنده مسئول:
mehdi.kalagar@gmail.com
۳) استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
٤) استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۳ تاریخ پذیرش: ۹۰/۳/۵

چکیده

در این پژوهش، اثر تیمار قلیایی بر ویژگی‌های کششی و مقاومت به ضربه چندسازه پلی‌پروپیلن- آرد کاه برنج مورد بررسی قرار گرفت. آرد کاه برنج (۴۰ مش) به وسیله هیدروکسید سدیم با غلظت ۵ و۱۰ درصد و دو زمان ۴۵ و ۹۰ دقیقه تیمار شدند. آرد کاه برنج به عنوان پرکننده به میزان ۳۰ درصد، پلی-پروپیلن به عنوان ماتریس به میزان ۶۵ درصد و انیدرید مالئیک به عنوان اتصال‌دهنده به میزان ۵ درصد وزنی برای ساخت چندسازه مورد استفاده قرار گرفتند. برای اختلاط مواد از دستگاه Haake و برای ساخت نمونه‌های استاندارد از روش قالب‌گیری تزریقی استفاده شد. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد تیمار قلیایی آرد کاه برنج در غلظت ۵ درصد هیدروکسید سدیم، با افزایش زمان تیمار مدول کششی و مقاومت به ضربه چندسازه را بهبود داد. در حالی‌که تیمار قلیایی با غلظت ۱۰ درصد با افزایش زمان، کاهش در مدول کششی و مقاومت به ضربه را نشان داد. همچنین با افزایش غلظت و زمان تیمار قلیایی آرد کاه برنج تمایل به افزایش در مقاومت کششی چندسازه مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: تیمار قلیایی، آرد کاه برنج، پلی‌پروپیلن، ویژگی‌های کششی و مقاومت به ضربه.

مقدمه

مواد مرکب چوب پلاستیک که به اختصار WPC[1] نامیده می‌شوند، گروه نسبتاً جدیدی از مواد مرکب هستند که به سرعت رو به گسترش هستند. در ساخت این مواد محدوده وسیعی از پلیمرها مانند پلی‌اتیلن، پلی‌پروپیلن، پلی‌استر به همراه پرکننده‌های سلولزی شامل آرد چوب، الیاف کتان، کنف، بامبو، کاه غلات مورد استفاده قرار می‌گیرند (Bledzki *et al.*, 1998). تجارت WPCها بیشترین رشد را در بخش‌های مختلف صنعت پلاستیک داشته است. این مواد کاربردهای زیادی دارند و می‌توانند به راحتی در اکثر موارد جایگزین مصنوعات چوبی و پلاستیکی شوند. بزرگترین و سریعترین رشد بازار برای WPCها جهت کاربردهای خارج

[1] Wood plastic composites

Archive of SID

www.SID.ir

ساختمان و محصولات ساختمانی می‌باشد که در حدود ۷۰ درصد کل تولید را به خود اختصاص می‌دهد. هیچ یک از محصولات ساختمانی به یک چنین بازار تقاضایی نرسیده‌اند (Morton, 2003). ساختمان‌سازی، دکوراسیون داخل و خارج ساختمان و خودروسازی بخش‌های اصلی هستند که این محصولات می‌توانند به‌کار روند.

کامپوزیت پلیمر- کاه کلش برنج مانند سایر کامپوزیت‌ها شامل فاز زمینه و تقویت‌کننده است و مشکل سازگاری فیبر قطبی (آب‌دوست) و ماتریس غیرقطبی (آب‌گریز) را دارا بوده که منجر به کاهش ویژگی‌های مکانیکی می‌شود. طی دو دهه گذشته کوشش‌های زیادی برای بهبود سازگاری بین پلیمر و پرکننده‌های طبیعی و در نتیجه بهبود مقاومت سطح اتصال بین آنها شده است.

مواد شیمیایی مختلفی برای بهبود سازگاری بین مواد چوبی و ترموپلاستیک شناسایی شدند. این مواد در ابتدا عوامل اتصال‌دهنده عرضی[1] نامیده می‌شدند، اما امروزه غالباً از آنها به عنوان سازگارکننده[2] یا عامل جفت کننده[3] نام برده می‌شود. تاکنون بیش از ٤٠ نوع سازگارکننده برای مواد مرکب چوب- پلاستیک معرفی شده است که متداول‌ترین آنها عبارتند از: ایزوسیانات‌ها، انیدریدها، سیلان‌ها و پلیمرهای اصلاح شده با انیدریدها مانند MAPP (پلی پروپیلن اصلاح شده با انیدرید مالئیک)[4] و MAPE (پلی اتیلن اصلاح شده با انیدرید مالئیک) (Lu *et al.*, 2000).

با وجود تفاوت‌های فراوانی که از نظر فیزیکی بین الیاف چوب و کاه غلات وجود دارد، ولی به دلیل برخی تشابهات، ترکیبات شیمیایی بین الیاف چوب و کاه غلات به ویژه کاه برنج را می‌توان به جای الیاف چوبی در ساخت کامپوزیت استفاده کرد (ذبیح‌زاده و همکاران، ١٣٨٦). تیمار قلیایی یا مرسریزاسیون[5] یکی از کاربردی‌ترین تیمارهای شیمیایی است وقتی‌که الیاف طبیعی برای اشباع ترموپلاستیک یا ترموست‌ها استفاده می‌شوند. اهمیت تیمار الیاف به وسیله قلیا شکستن پیوندهای هیدروژنی و افزایش زبری سطحی است. تیمار قلیایی روش متداول برای تولید الیاف با کیفیت بالاست (Ray *et al.*, 2001).

تیمار قلیایی از طریق خروج ناخالصی‌های طبیعی و مصنوعی یعنی لیگنین، موم و روغن-های پوشاننده سطوح الیاف باعث بهبود اتصال بین الیاف و ماتریس می‌شود (Mishra *et al.*, 2001). علاوه بر این تیمار قلیایی منجر به جدا شدن الیاف شده، یعنی مجموعه الیاف به الیاف مجزا و کوچکتر شکسته می‌شوند. به‌عبارت دیگر تیمار قلیایی ابعاد و به خصوص قطر الیاف را کاهش داده و در نتیجه ضریب ظاهری را افزایش می‌دهد و تولید سطح زبر و ضریب ظاهری بالاتر باعث بهبود اتصالات و مقاومت‌های مکانیکی می‌گردد.

در واقع از این طریق سطوح بیشتری در معرض اتصال قرار می‌گیرند. این عمل باعث افزایش مناطق ممکن جهت واکنش شده و ترشوندگی الیاف بهبود می‌یابد.

واکنش قلیا و الیاف (Li *et al.*, 2004):

$$Fiber\text{-}OH + NaOH \rightarrow Fiber\text{-}O\text{-}Na + H_2O$$

[1] Cross Linking
[2] Compatibilizer
[3] Coupling Agent
[4] Maleic anhydride

[5] Mercerization

Archive of SID

www.SID.ir

از این‌رو برای بهبود فعل و انفعال بین فیبر و ماتریس تیمار سطحی برای اصلاح مرفولوژی فیبرها ضروری است. تیمار الیاف به وسیله محلول قلیایی توسط چندین محقق برای توسعه ویژگی‌های مکانیکی و چسبندگی فیبر- ماتریس از پلاستیک‌های اشباع شده با فیبرهای طبیعی از قبیل پلی‌پروپیلن/ الیاف کتان، اپوکسی/ الیاف کتان و پلی‌استر/ کنف مورد استفاده قرار گرفته است.

در طی تیمار قلیایی تغییر ساختار فیزیکی فیبرها به علت فعالیت سفیدگری (پرداخت) قلیایی که مواد موم و ناخالصی‌ها را زدوده و این واکنش منجر به بهبود چسبندگی سطحی بین فیبر و ماتریس می‌شود (Aziz *et al*., 2005; Weyenberg *al*., 2005). در واقع از این طریق سطوح بیشتری در معرض اتصال قرار می‌گیرند. این عمل باعث افزایش مناطق ممکن جهت واکنش شده و ترشوندگی الیاف بهبود می‌یابد. بنابراین هدف از این پژوهش ارزیابی اثر غلظت و زمان تیمار قلیایی آرد کلش برنج بر ویژگی‌های کششی و مقاومت به ضربه کامپوزیت حاصل از آرد کاه برنج (پرکننده) و پلیمر پلی‌پروپیلن (ماده زمینه) می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از پلی‌پروپیلن محصول شرکت پتروشیمی اراک با شاخص مذاب (MFI) ۱۶ min/۱۰gr به عنوان ماده زمینه و کاه برنج از منطقه کشاورزی رویان به عنوان تقویت‌کننده و پرکننده استفاده شد. هم‌چنین از انیدرید مالئیک یوند خورده با پلی‌پروپیلن (MAPP) با شاخص جریان مذاب ٦٤min/١٠gr و ۰/۱ درصد مالئیک انیدرید پیوند خورده، استفاده گردید.

کلش‌های برنج تهیه شده از منطقه کشاورزی رویان در ابعاد تقریبی بین ٥-٤ سانتی‌متر قطع شده و سپس به مدت ٤٨ ساعت در آون در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. سپس توسط آسیاب چکشی آزمایشگاه آسیاب و با الک الکتریکی از الک ٤٠ مش عبور داده شدند. الیاف الک شده به محیط آزمایشگاهی انتقال داده شده و مورد تیمار قلیایی قرار گرفتند.

آرد کاه برنج در یک ظرف استیل ضد زنگ در غلظت محلول قلیایی ۵ و ۱۰ درصد وزنی برای مدت ٤٥ و ۹۰ دقیقه خیسانده شده و سپس آرد به صورت کامل با آب شستشو داده شد تا NaOH اضافی از آرد کلش برنج زدوده شده و سرانجام شستشوی نهایی با آب محتوی کمی اسید استیک (۱ درصد) انجام گیرد. سپس فیبرها برای مدت ٤٨ ساعت در دمای 70^{oC} در آون خشک شدند.

جدول شماره ۱ تیمار و سطوح اختلاط مواد در کلیه تیمارها را نشان می‌دهد. این نوع تیمار قلیایی روش متداول برای تیمار الیاف بوده که توسط Ichazo *et al*. (2001) نیز برای تیمار الیاف در ساخت چوب‌پلاستیک استفاده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. تیمارها و سطوح اختلاط مواد

تیمار کد	غلظت تیمار(٪)	زمان تیمار (٪)	مقدار کاه برنج (٪)	مقدار پلی‌پروپیلن (٪)	مقدارMAPP(٪)
UT	–	–	۳۰	٦٥	٥
A١١	٥	٤٥	۳۰	٦٥	٥
A١٢	٥	۹۰	۳۰	٦٥	٥
A٢١	١٠	٤٥	۳۰	٦٥	٥
A٢٢	١٠	۹۰	۳۰	٦٥	٥

فرایند اختلاط

عملیات اختلاط پلیمر و آرد کلش برنج در دستگاه Haake در دمای 190^{oC} با سرعت ٤٥rpm به مدت ١١ دقیقه انجام شد. ابتدا پلی-پروپیلن به دستگاه اضافه و پس از اطمینان از ذوب شدن به ترتیب جفت‌کننده به مقدار ٥ درصد وزنی و کاه برنج به میزان ۳۰ درصد وزنی اضافه شد. به منظور آماده‌سازی مواد قبل از ساخت نمونه‌های استاندارد مواد داغ شکل‌پذیر به دست آمده از فرآیند اختلاط بین دو صفحه فلزی سرد با اعمال فشار به صورت ورقه‌ای شده و پس از سرد شدن و سخت شدن، به منظور تهیه گرانول برای تغذیه به دستگاه تزریق، از خردکن نیمه صنعتی شرکت WIESER موجود در پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران استفاده شد. نمونه‌های آزمون مکانیکی، به روش قالب‌گیری تزریقی به وسیله دستگاه تزریق نیمه صنعتی تهیه شد.

اندازه‌گیری خواص مکانیکی

آزمون کشش طبق آیین‌نامه D٦٣٨ استاندارد ASTM به وسیله دستگاه (INSTRON) مدل ٤٤٨٩ با سرعت بارگذاری ٥ mm/min بروی نمونه‌های M-I دمبلی انجام شد. آزمون مقاومت به ضربه، مطابق آیین‌نامه D٢٥٦ استاندارد ASTM به صورت نمونه‌های بدون فاق به وسیله دستگاه ضربه مدل ٥١٠٢ ساخت شرکت Zwick انجام شد.

با توجه به عوامل متغیر و سطح آنها در کل ٥ تیمار موجود بود که برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل آماری نتایج با استفاده از آزمون فاکتوریل در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی و با استفاده از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با توجه به گروه‌بندی دانکن توسط نرم‌افزار SPSS انجام شد.

نتایج

مدول کششی

با مراجعه به جدول شماره ۲ اثر مستقل غلظت و اثر متقابل غلظت و زمان بر مدول کششی کامپوزیت معنی‌دار بوده، اما اثر مستقل زمان تیمار قلیایی معنی‌دار نمی‌باشد. شکل شماره ۱ تاثیر غلظت و زمان‌های متفاوت تیمار قلیایی بر میانگین مدول کششی کامپوزیت را نشان می‌دهد. چنانچه در نمودار مشاهده می-شود، بیشترین افزایش مدول کششی در غلظت ٥ درصد هیدروکسید سدیم و زمان ۹۰ دقیقه به میزان (MPa) ۳۸۰٥ مشاهده شد که نسبت به حالت بدون تیمار ۲۸/٥ درصد افزایش را نشان داد. بر اساس گروه‌بندی دانکن تیمار قلیایی با

Archive of SID

www.SID.ir

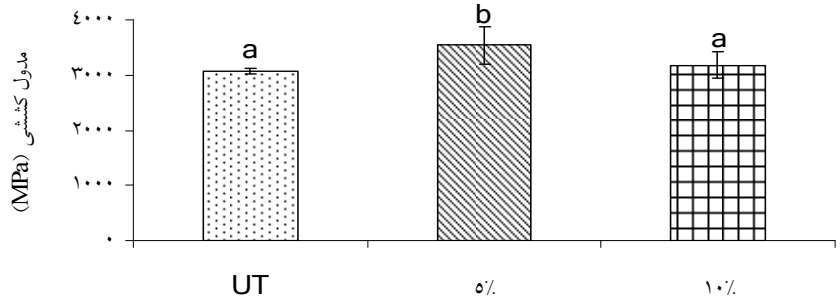
غلظت ۱۰ درصد با حالت بدون تیمار چندسازه تفاوتی نداشته و در گروه a قر ار می‌گیرد. تیمار قلیایی با غلظت ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با دو گروه دیگر داشته و در گروه b قرار می‌گیرد (شکل ۲). با توجه به شکل شماره ۳ مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان می‌دهد که نمونه بدون تیمار دارای اختلاف معنی‌دار با نمونه‌های غوطه‌ور شده در ٤٥ و ۹۰ دقیقه داشته و در گروه a قرار می‌گیرد، اما بین نمونه‌های تیمار شده با محلول قلیایی دارای دو زمان غوطه‌وری اختلاف معنی‌داری وجود نداشته و هر دو زمان در گروه b قرار می‌گیرند. با توجه به شکل شماره ٤ مشاهده می‌شود بر اساس گروه‌بندی دانکن نمونه تیمار شده با ۱۰ درصد قلیا و۹۰ دقیقه غوطه‌وری دارای کمترین میزان مدول کششی بوده و در گروه a، نمونه بدون تیمار در گروه ab ،نمونه تیمار شده با ۵ درصد و زمان ٤٥ دقیقه در گروه bc، نمونه تیمار شده با ۱۰ درصد قلیا و ٤٥ دقیقه غوطه‌وری در گروه c و نمونه تیمار شده با ۵ درصد قلیا و ۹۰ دقیقه غوطه‌وری با دارا بودن بالاترین میزان مدول کششی دارای اختلاف معنی‌دار با سایر گروه‌ها بوده و در گروه d قرار دارد.

جدول ۲. تجزیه واریانس اثر مستقل و متقابل غلظت و زمان تیمار قلیایی

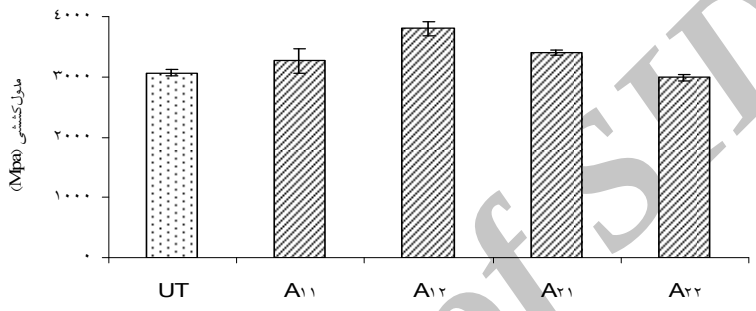
انواع آزمون	منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین	F	سطوح معنی‌داری
مدول کششی	غلظت	۳۷۹۸۵۲/۰۸۳	۱	۳۷۹۸۵۲/۰۸۳	۲۹/۳۲۲	**
	زمان	۷۷۵۲/۰۸۳	۱	۷۷۵۲/۰۸۳	۰/۵۹۸	n.s
	غلظت و زمان	۷۱۱۰۲۰/۰۸۳	۱	۷۱۱۰۲۰/۰۸۳	٥٤/۸۸٥	**
مقاومت کششی	غلظت	۰/٦۱۷	۱	۰/٦۱۷	۰/٥۳۰	n.s
	زمان	۰/٤٤۹	۱	۰/٤٤۹	۰/۳۸٦	n.s
	غلظت و زمان	۰/۱۷۸	۱	۰/۱۷۸	۰/۱٥۳	n.s
مقاومت به ضربه	غلظت	۱۲۰۰/۹٤۰	۱	۱۲۰۰/۹٤۰	۲۱۷/۱۸۷	**
	زمان	۱۲۳/۹۰۲	۱	۱۲۳/۹۰۲	٤۰۷/۲۲	**
	غلظت و زمان	۲٦۹/٥۲٥	۱	۲٦۹/٥۲٥	٤۸/۷٤۳	**

Archive of SID

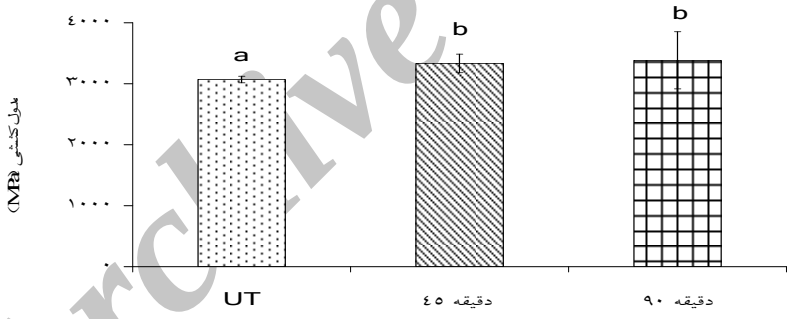
www.SID.ir



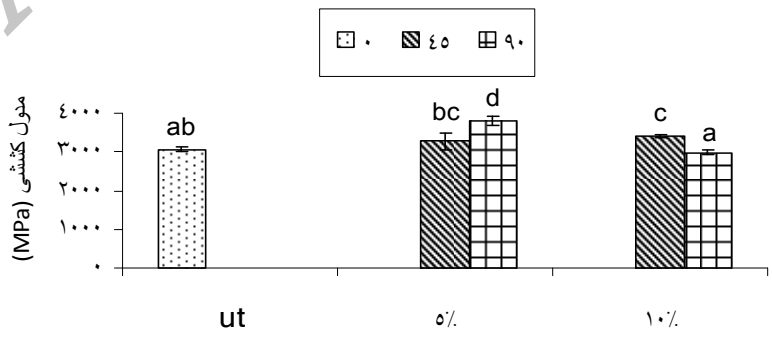
شکل ۱. تاثیر تیمار قلیایی آرد کاه برنج بر مدول کششی چندسازه



شکل ۲. اثر مستقل غلظت تیمار قلیایی آرد کاه برنج بر مدول کششی چندسازه



شکل ۳. اثر مستقل زمان تیمار قلیایی آرد کاه برنج بر مدول کششی چندسازه



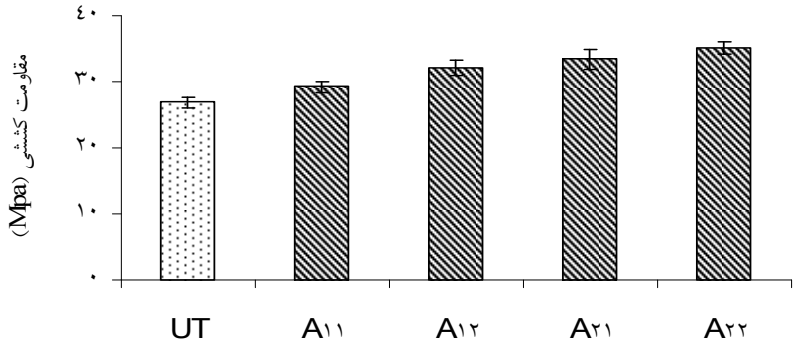
شکل ٤. اثرمتقابل غلظت و زمان تیمار قلیایی آرد کاه برنج بر مدول کششی چندسازه

Archive of SID

www.SID.ir

مقاومت کششی

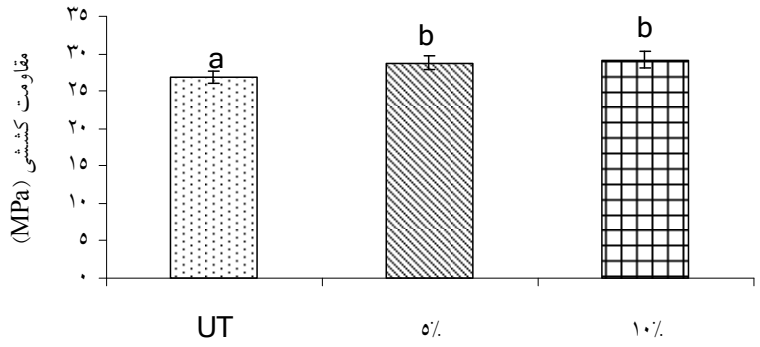
بر اساس جدول شماره شماره ۲ اثر مستقل غلظت و زمان تیمار و هم‌چنین اثر متقابل غلظت و زمان بر مقاومت کششی معنی‌دار نمی‌باشد. شکل شماره ۵ تاثیر تیمار قلیایی الیاف کاه برنج بر مقاومت کششی کامپوزیت را نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار مشاهده می‌شود که با افزایش غلظت و زمان تیمار قلیایی آرد کاه برنج اندکی بهبود در مقاومت کششی کامپوزیت حاصله مشاهده می‌شود. بیشترین میزان مقاومت کششی در کامپوزیت تیمار شده در غلظت ۱۰ درصد هیدروکسید سدیم و زمان ۹۰ دقیقه مشاهده شد (شکل ۵). بر اساس جدول گروه‌بندی دانکن اثر مستقل غلظت در بین نمونه‌های تیمار نشده و تیمار شده با ۵ و ۱۰ درصد محلول قلیایی تفاوت معنی‌داری وجود داشته که نمونه بدون تیمار در گروه a و نمونه‌های شامل ۵ و ۱۰ درصد تیمار شده در گروه b قرار می‌گیرد (شکل ٦). مقایسه میانگین‌ها بر اساس گروه‌بندی دانکن نشان می‌دهد نمونه بدون تیمار در گروه a و دارای تفاوت معنی‌داری با زمان غوطه‌وری ٤٥ و ۹۰ دقیقه دارد، اما تفاوت معنی‌داری بین زمان غوطه‌وری ٤٥ و ۹۰ دقیقه مشاهده نمی‌شود و هر دو زمان در گروه b قرار می‌گیرند (شکل ۷). با توجه به گروه‌بندی دانکن برای تاثیر متقابل غلظت و زمان تیمار قلیایی بر مقاومت کششی چندسازه، مشخص شد نمونه بدون تیمار در گروه a و نمونه‌های تیمار شده با ۵ درصد قلیا و زمان غوطه‌وری ٤٥ و ۹۰ دقیقه و هم‌چنین نمونه تیمار شده با ۱۰ درصد قلیا و زمان ٤٥ دقیقه در گروه ab و نمونه تیمار شده با ۱۰ درصد قلیا و زمان غوطه‌وری ۹۰ دقیقه در گروه b قرار گرفت (شکل ۸).



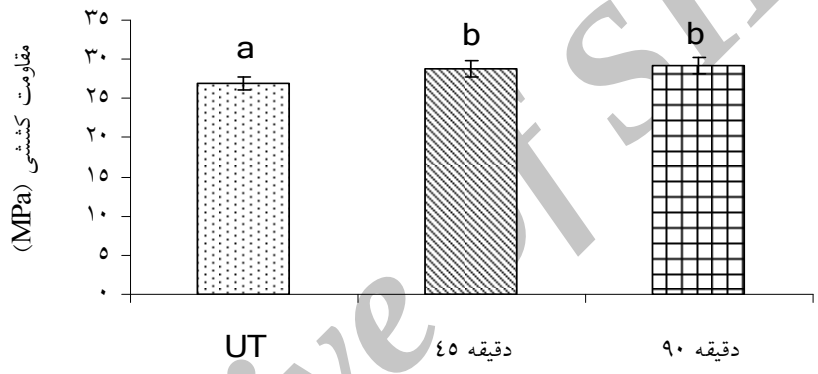
شکل ۵. تاثیر تیمار قلیایی آرد کاه برنج بر مدول کششی چندسازه

Archive of SID

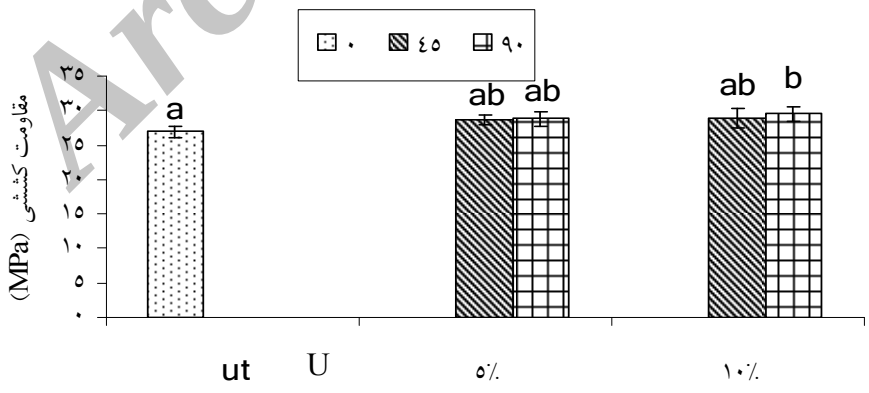
www.SID.ir



شکل ٦. اثر مستقل غلظت تیمار قلیایی آرد کاه برنج بر مقاومت کششی چندسازه



شکل ۷. اثر مستقل زمان تیمار قلیایی آرد کاه برنج بر مقاومت کششی چندسازه



شکل ۸ . تاثیر متقابل غلظت و زمان تیمار قلیایی آرد کاه برنج بر مقاومت کششی چندسازه

Archive of SID

www.SID.ir

مقاومت به ضربه

بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، اثر مستقل غلظت، زمان و اثر متقابل غلظت و زمان تیمار قلیایی آرد کاه برنج بر مقاومت به ضربه چندسازه ساخته شده، دارای اثر معنی‌داری می‌باشد.

با توجه به شکل شماره ۹ نمونه بدون تیمار دارای میانگین مقاومت به ضربه (J/m) ٤٠ بوده، اما با انجام تیمار قلیایی ۵ درصد بر روی آرد کاه برنج مقاومت به ضربه چندسازه در زمان غوطه‌وری ٤٥ دقیقه به (J/m) ٤٣/٣ و در زمان غوطه‌وری ۹۰ دقیقه به (J/m) ۵۵/۸ افزایش یافت، درحالی‌که با افزایش غلظت تیمار قلیایی به ۱۰ درصد مقاومت به ضربه چندسازه در زمان غوطه‌وری ٤٥ دقیقه به (J/m) ۳۵ و در زمان ۹۰ دقیقه به (J/m) ۳۰/۸ کاهش یافت.

با توجه به نتایج به دست آمده از تیمار قلیایی آرد کاه برنج می‌توان غلظت ۵ درصد قلیا و زمان ۹۰ دقیقه غوطه‌وری را به عنوان غلظت و زمان بهینه برای دستیابی به بهترین میزان مقاومت به ضربه معرفی کرد. مقایسه میانگین‌ها با جدول گروه‌بندی دانکن نشان داد که بین چندسازه بدون تیمار و چند سازه تیمار شده با ۵ درصد قلیا و نمونه‌های تیمار شده با ۱۰ درصد قلیا تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

نمونه تیمار شده با ۱۰ درصد قلیا کمترین میزان مقاومت را نسبت به نمونه‌های بدون تیمار داشته در گروه a، نمونه‌های بدون تیمار در گروه b و نمونه‌های تیمار شده با ۵ درصد قلیا به علت دارا بودن بیشترین مقدار مقاومت به ضربه در گروه c قرارگرفتند (شکل۱۰).

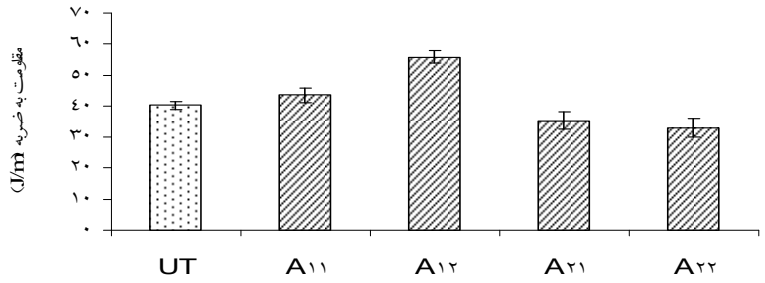
جدول گروه‌بندی دانکن برای اثر مستقل زمان غوطه‌وری نشان داد که بین نمونه‌های بدون تیمار و نمونه‌هایی با زمان غوطه‌وری ٤٥ دقیقه در محلول قلیایی تفاوت معنی‌داری وجود نداشته و هر دو در گروه a قرار می‌گیرند. اما نمونه‌ها با زمان غوطه‌وری۹۰ دقیقه در گروه b قرار می‌گیرد (شکل ۱۱).

بر اساس گروه‌بندی دانکن برای تاثیر متقابل غلظت و زمان تیمار قلیایی آرد کاه برنج بر مقاومت به ضربه چندسازه نشان داد که نمونه‌های تیمار شده با غلظت ۱۰ درصد و زمان غوطه‌وری ۹۰ و ٤٥ دقیقه به‌خاطر داشتن کمترین میزان مقاومت به ضربه حتی کمتر از نمونه‌های تیمار نشده به ترتیب در گروه a و b قرار گرفتند.

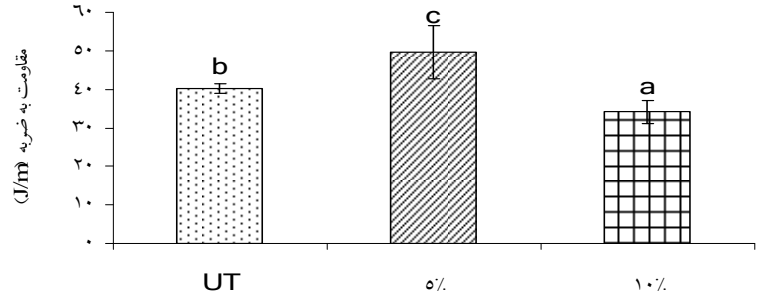
نمونه بدون تیمار درگروه c و نمونه تیمار شده با ۵ درصد قلیا و زمان غوطه‌وری ٤٥ در گروه d و نمونه تیمار شده با ۵ درصد قلیا و زمان غوطه‌وری ۹۰ دقیقه با بالاترین میزان مقاومت به ضربه در گروه e قرار گرفتند (شکل ۱۲).

Archive of SID

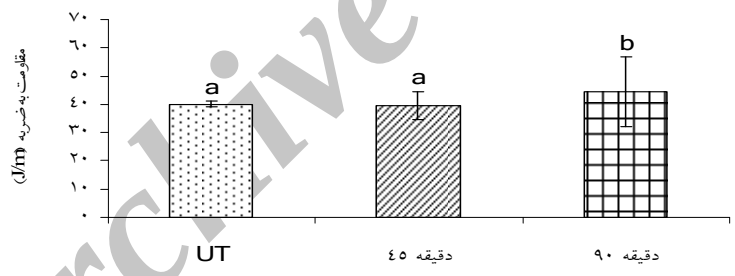
www.SID.ir



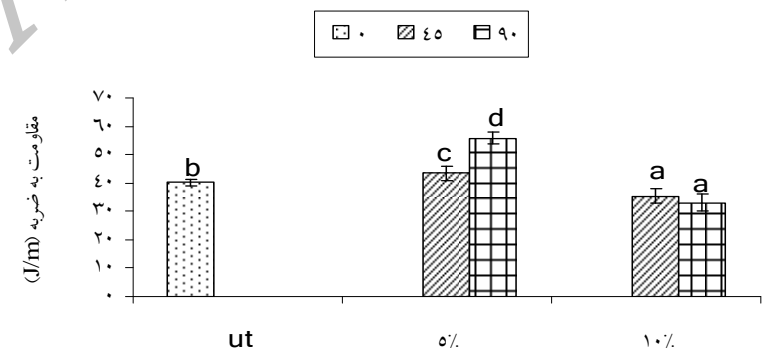
شکل ۹. تاثیر تیمار قلیایی آرد کاه برنج بر مقاومت به ضربه چندسازه



شکل ۱۰. اثر مستقل غلظت تیمار قلیایی آرد کاه برنج بر مقاومت به ضربه چندسازه

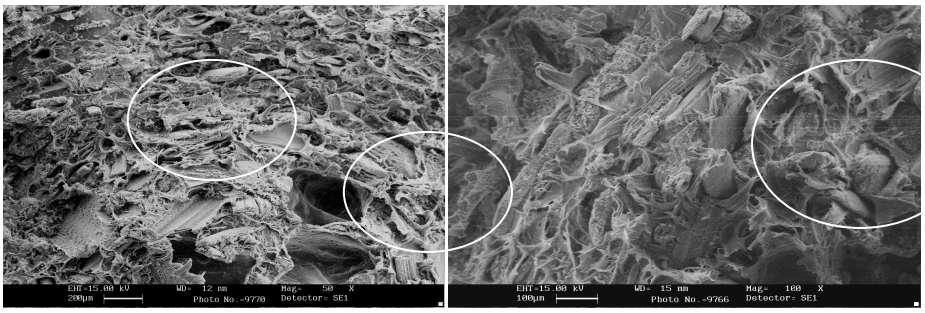


شکل ۱۱. اثر مستقل زمان تیمار قلیایی آرد کاه برنج بر مقاومت به ضربه چندسازه

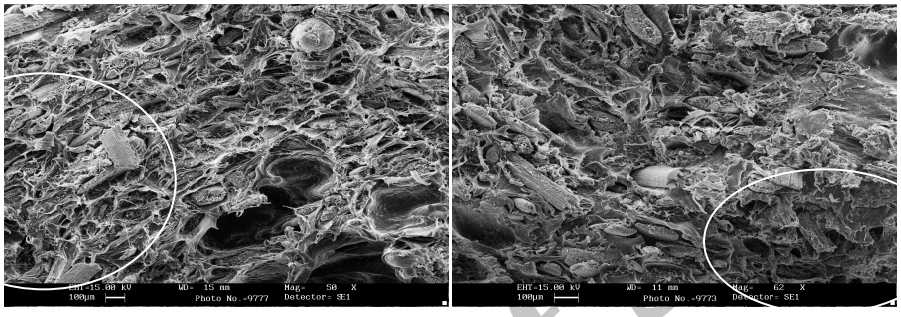


شکل ۱۲. تاثیر متقابل غلظت و زمان تیمار قلیایی آرد کاه برنج بر مقاومت به ضربه چندسازه

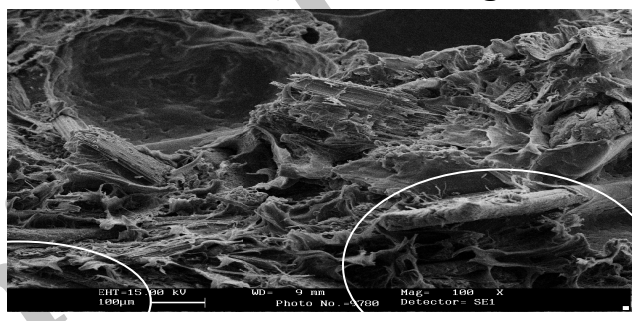
Archive of SID
www.SID.ir



الف. نمونه بدون تیمار ب. نمونه A11



ج. نمونه A12 د. نمونه A21



ه. نمونه A22

شکل ۱۳. تصاویر SEM از نمونه بدون تیمار و نمونه‌های تیمار شده با هیدروکسید سدیم

ریخت‌شناسی[1] (SEM) چندسازه‌ها

به منظور بررسی سطوح شکست و سطح مشترک بین پلی‌پروپیلن و پودر کلش برنج، تصاویری از نمونه بدون تیمار و نمونه‌های چندسازه تیمار شده حاوی پودر کلش برنج با هیدروکسید سدیم در غلظت و زمان غوطه‌وری مختلف در شکل (۱۳) نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود مرفولوژی کامپوزیت تیمار شده با هیدروکسید سدیم و با افزایش غلظت و زمان تیمار پرکننده سطح تماس بیشتری بین پرکننده و ماتریس نشان می‌دهد. حتی برخی مناطق که این موضوع را بیشتر نمایان می‌کند به صورت مشخص در اشکال نشان داده شده است.

این رفتار به علت استفاده از هیدروکسید سدیم برای تیمار پودر کلش برنج بوده که باعث زدودن مواد طبیعی مانند همی‌سلولز، لیگنین و واکس شده و تولید سطحی زبر و در نهایت باعث فیبریله شدن الیاف سلولز می‌شود. افزایش در

[1] Scanning Electron microscopy

www.SID.ir

نسبت طول/قطر پرکننده سطح تماس پلیمر با پرکننده را افزایش داده و باعث چسبندگی بهتر بین ماتریس و پرکننده شده و باعث افزایش مقاومت مکانیکی به خصوص مقاومت کششی می‌شود (Kuruvilla & Sabu, 1996).

بحث و نتیجه‌گیری

استفاده از پرکننده‌های لیگنوسلولزی و انجام تیمار سطحی بر روی الیاف برای بهبود ویژگی-های کششی و مقاومت به ضربه کامپوزیت مورد توجه است. بدین منظور اندازه‌گیری خصوصیات کششی و مقاومت به ضربه پلیمرهای تقویت شده با مواد لیگنوسلولزی تیمار شده در چندسازه، امری ضروری است. مواد لیگنوسلولزی به دلیل کشسانی بالاتر نسبت به پلاستیک‌ها، در تبادل تنش نقش موثرتری دارند (شاکری و امیدوار، ۱۳۸٤). در این پژوهش آرد حاصل از کاه برنج مورد تیمار قلیایی قرار گرفته و اثر تغییرات غلظت و زمان تیمار قلیایی بر ویژگی‌های کشش و مقاومت به ضربه چندسازه بررسی شد. مدول کششی چندسازه از مدول کشسانی اجزای تشکیل‌دهنده آن تاثیر می‌پذیرد و نتایج حاصل از تیمار قلیایی آرد کاه برنج نسبت به الیاف بدون تیمار بهبود در مدول کششی کامپوزیت را نشان می‌دهد. تیمار قلیایی آرد کاه برنج در غلظت ۵ درصد و با افزایش زمان از ٤۵ به ۹۰ دقیقه افزایش در مدول کششی کامپوزیت نسبت به حالت بدون تیمار را نشان داد. درحالی‌که با افزایش غلظت تیمار الیاف به ۱۰ درصد و زمان ٤۵ دقیقه مدول کششی افزایش قابل توجهی را نشان نمی‌دهد. افزایش غلظت و زمان تیمار قلیایی افزایش در مقاومت کششی چندسازه را نسبت به چندسازه بدون تیمار نشان داد. مقاومت کششی کامپوزیت نشان می‌دهد که افزایش غلظت و زمان تیمار قلیایی کلش برنج باعث بهبود چسبندگی بین فیبر و ماتریس شده و مقاومت کششی بالاتری را نسبت به کامپوزیت حاصل از الیاف بدون تیمار نشان می‌دهد. تیمار قلیایی الیاف از طریق خروج ناخالصی‌های طبیعی و مصنوعی یعنی لیگنین، موم و روغن‌های پوشاننده سطوح الیاف، باعث افزایش تبادل تنش بین آرد کلش برنج و پلی‌پروپیلن شده و بهبود ضریب ظاهری ذرات باعث توسعه مناطق سطحی تماس با پلیمر ماتریس باعث چسبندگی بهتر فیبرماتریس و سبب افزایش در مقاومت کششی می‌شود Kuruvilla & Sabu (1996) و Mishra *et al.* (2001) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند.

افزایش چسبندگی بین فیبر و ماتریس و همچنین بهبود پیوندهای داخلی آنها سبب کاهش مقاومت به ضربه چندسازه می‌شود. بر این اساس نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که تیمار آرد کاه برنج در غلظت قلیایی ۱۰ درصد و هم‌چنین افزایش زمان غوطه‌وری که باعث افزایش تنش بین پرکننده و ماتریس، بهبود چسبندگی و پیوند-های داخلی شده، کاهش در مقاومت به ضربه را نشان می‌دهد. در این خصوص نتایج مشابهی نیز توسط Oever-Van-den & Molenveld (1999) گزارش شد. همچنین نتایج حاصل از تیمار آرد کاه برنج با غلظت ۵ و زمان غوطه‌وری ٤۵ و ۹۰ دقیقه که کاهش در مقاومت به ضربه چندسازه نسبت به حالت بدون تیمار را نشان داد، می‌توان به علت افزایش در مقاومت و ضریب ظاهری پرکننده دانست که توسط Cao *et al.*, (2006) نیز نتیجه مشابهی گزارش شد. نتایج حاصل از شکل-شناسی با SEM نیز نشان داد که با افزایش غلظت و زمان تیمار قلیایی پودر کلش برنج چسبندگی

Archive of SID

www.SID.ir

بهتری بین ماده پلی‌پروپیلن و ماده زمینه به وجـود می‌آید.

فهرست منابع

۱) شـاکری، ع.، و امیـدوار، ا.، ۱۳۸٤. بررسـی اثـر نـوع، مقـدار و انـدازه ذرات کـاه بـر خـواص مکـانیکی کامپوزیت‌های پلی‌اتیلن سـنگین- کـاه غـلات. مجلـه علوم و تکنولوژی پلیمر، ٤(۱): ۳۰۸-۳۰۱.

۲) ذبیح‌زاده، س.، ابراهیمی، ق.، عنایتی، ع.، میرشـکرایی، ا.، و جهـان‌لتیبـاری، ا.، ۱۳۸٦. خـواص مکـانیکی و ریخت‌شناسی چند سازه کاه گندم- پلی پروپیلن. مجله منابع طبیعی ایران، ٦۰(۱): ۲٥٤-۲٤۳.

1) Aziz, S., Ansell, M., Clarke, S., and Panteny, S., 2005. Modified polyester resins for natural fiber composites. Compos Sic Technol, 65 (5): 525–535.
2) Bledzki, A., Reihmane, S., and Gassan, J., 1998. Thermoplastics reinforced with wood fillers: A literature review. Polym Plast Technol Eng, 37 (4): 68– 451.
3) Cao, Y., Shibuta, S., and Fukumoto, M., 2006. Mechanical properties of bridgeable composite reinforced with bagasse fiber before and after alkali treatment. Compose, 37 (2): 423-429.
4) Ichazo, M., Albano, C., Gonzalez, J., Perera, R., and Candal, M., 2001. Polypropylene/ wood flour composites: Treatments and properties. Composites structure, 54 (3): 207-214.
5) Kuruvilla, J., and Sabu, T., 1996. Effect of chemical treatment on the tensile properties of short sisal fiber reinforced polyethylene composite. Polymer, 37 (23): 5139-5149.
6) Li, X., Panigrahi, S., Tabil, L., and Crerar, W., 2004. Flax fiber-reinforced composite and the effect of the chemical treatment on their properties. North central ASAE/CSAE Conference.
7) Lu, Z., Wu, Q., and Nabb, S., 2000. Chemical coupling in wood fiber and polymer composites: A review of coupling agents and treatments. Wood and Fiber Science, 32 (1): 88-104.
8) Mishra, S., Misra, M., Tripathy, S., Nayak, S., and Mohantry, A., 2001. Potentiality of pineapple leaf fiber as reinforcement in PALF-Polyester composite: Surface modification and mechanical performance. Journal of reinforced plastic and composite, 20 (4): 321-334.
9) Morton, J., 2003. Current and emerging application for natural and wood fiber composite. Presentation in the 7th international conference of wood fiber-plastic composite, Madison, 18-19 May: 231-237.
10) Oever-van-den, M., and Molenveld, K., 1999. Flax fiber physical structure and its effect on composite properties: Impact strength and thermo- mechanical. Die Angew Makromol chem., 272 (4): 71-76.
11) Ray, D., Sarkar, B., Rana, A., and Bose, N., 2001. Effect of the alkali treated jute fibers on composite properties. Bulletin of materials science, 24 (2): 129-135.
12) Weyenberg, I., Truong, V., Chi, T., Vangrimde, B., and Verpoest, I., 2005. Improving the properties of UD flax fiber reinforced composites by applying an alkaline fiber treatment. Compos Part A: Appl Sci Manufacture, 45 (6): 196-207.

Archive of SID

www.SID.ir

Investigation on the effect of alkali treatment of the rice straw on mechanical properties of rice straw flour-polypropylene composites

H. Khademi Eslam[1], M. Kalagar[2*], B. Bazyar[1] and Sh. Hejazi[3]

1) Associate Professor, Department of Wood and Paper Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2*) M. Sc., Department of Wood and Paper Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: mehdi.kalagar@gmail.com
3) Assistant professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran.

Abstract

In this study, the effect of alkali treatment on the mechanical properties of rice straw flour-polypropylene composite was investigated. Rice straw flour (40 mesh) was treated with hydroxide sodium 5 and 10% in two times, once for 45 and another time for90 min respectively. The composites were made from rice straw flour as filler (30%), polypropylene (65%) as matrix and maleic anhydride (5%) as coupling agent. In order to blend the raw materials of internal mixer a Haake HBI system 90 machines and make standard samples testing an injection molding were applied. The results of this study suggest that treatment of rice straw flour with alkali 5% concentration increases tensile modulus and impact strength which increase with time prolongation. However, treatment of rice straw flour with alkali 10% concentration decreases these properties even with the increasing of time. Furthermore, the increasing of alkali concentration and treatment time resulted in an increase in the tensile strength of composites.

Keywords: Alkali treatment, flour rice straw, polypropylene, tensile properties, impact strength.

Archive of SID

www.SID.ir