

بررسی تأثیر سازگار کننده و استیلاسیون بر خواص حرارتی، مقاومت به پوسیدگی قهوه‌ای و زاویه تماس اسید و باز چندسازه آرد چوب – پلی‌پروپیلن

مهدی ملکانی^{۱*}، بهزاد بازیار^۱، محمد طلایی پور^۱، امیرهومن حمصی^۱، اسماعیل قاسمی^۲

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی تأثیر مقدار سازگارکننده و استیلاسیون بر خواص حرارتی و میزان تخریب در برابر قارچ مولد پوسیدگی قهوه‌ای از طریق کاهش وزن نمونه‌ها، زاویه تماس اسید و باز مواد مرکب پلی‌پروپیلن/الیاف چوب استیله شده انجام شده است. برای این منظور قبل از انجام استیلاسیون، مواد استخراجی آرد چوب نراد با استفاده از آب گرم خارج گردید. درصد افزایش وزن در اثر استیلاسیون در این تحقیق به ترتیب صفر (شاهد) و ۱۸/۸ درصد به دست آمد. الیاف استیله شده با سازگارکننده MAPP (۰، ۳ و ۶ درصد) در دستگاه اکسترودر دو ماردونه (کولین) با سرعت ۶۰ rpm و دمای ۱۶۰ درجه مخلوط گردیدند. چندسازه چوب پلاستیک به روش پرس گرم و در دمای ۲۰۰ درجه و فشار ۲۵ مگاپاسکال به مدت ۵ دقیقه ساخته شدند. همچنین نمونه‌ها به مدت ۸ هفته تحت پوسیدگی قهوه‌ای قرار گرفتند، در نهایت آنتالپی، درصد کریستالیتی و شاخص اکسیژن محدود و زاویه تماس اسید و باز نمونه‌های استیله شده و پوسیده شده و همچنین کاهش وزن حاصل از تیمار قارچی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد در اثر افزایش درصد سازگارکننده و استیلاسیون آنتالپی، درصد کریستالیتی و شاخص اکسیژن محدود به ترتیب ۸۶، ۸۶ و ۱/۱ درصد افزایش یافت، درصد کاهش وزن، در کلیه نمونه‌ها اعم از پوسیده و غیر پوسیده کاهش یافت ولی زاویه تماس افزایش یافت. در اثر استیلاسیون زاویه تماس اسید و باز به ترتیب ۴/۸ و ۱۰/۵ درصد افزایش یافت. با افزایش سازگارکننده زاویه تماس اسید و باز به ترتیب ۲۰/۷ و ۱۰/۷ درصد کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: استیلاسیون، پوسیدگی قهوه‌ای، زاویه تماس اسید، زاویه تماس باز

۱- گروه مهندسی چوب و کاغذ دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

۲- تهران، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

مقدمه

تحقیقاتی متعددی در مورد تیمار شیمیایی

الیاف چوب با هدف کاهش جذب آب و واکنشیدگی ضخامت و افزایش ثبات ابعاد چوب پلاستیک صورت گرفته‌اند (Dominkovics et al. 2005; Demir et al. 2006; Teski et al. 2007). برای اصلاح شیمیایی سطح الیاف یا ذرات چوب معمولاً از موادی با گروه‌های عاملی چون پراکسیدهای آلی استفاده می‌شود؛ مانند بنزیل پراکسید و دی کومیل پراکسید، انیدریدهای؛ چون انیدرید استیک، انیدرید مالئیک، انیدرید ساکسینیک، انیدرید فتالیک، این مواد توانایی ایجاد پیوند با گروه‌های هیدروکسیل را دارند.

آزمون اندیس اکسیژن LOI، یکی از مهم‌ترین روش‌های بررسی اشتعال‌پذیری مواد می‌باشد. این روش در مورد موادی که قابلیت سوختن در اکسیژن را دارند به کار می‌رود. Hinderstein, 1990 تحقیقات وسیعی انجام داد که نشان می‌دهد که نرخ آزادسازی حرارت تنها متغیر مهم در آتش است که می‌توان به آن به‌عنوان نیروی محرکه آتش نگاه کرد. اصول و مبنای اندازه‌گیری مصرف اکسیژن است. این بیانگر آن است که رابطه ثابت بین مقدار اکسیژن مصرف شده از هوا و مقدار گرمای آزاد شده طی تجزیه پلیمر وجود دارد. Stark et al. 2010 در نتایج مربوط به آزمون شاخص اکسیژن نشان دادند که هرچه آرد چوب افزایش یابد شاخص اکسیژن نمونه مورد نظر افزایش می‌یابد؛ یعنی نمونه مورد نظر به میزان اکسیژن بیشتری برای اشتعال نیاز دارد و

چندسازه چوب پلاستیک ترکیبی از مواد پلیمری و سلولزی است (Sanadi et al., 2001). wpcها، دوست‌دار محیط زیست بوده و به حفاظت کمتری در مقایسه با چوب نیاز دارند. کامپوزیت‌های چوب پلاستیک ظاهری شبیه چوب داشته و کارایی آنها بیشتر می‌باشد. جذب رطوبت پایین، مقاومت در برابر اکسیداسیون، مقاومت در برابر نفوذ و تخریب توسط حشرات، وزن کم و دوام بالا، ثبات ابعادی بالا، خواص فیزیکی و مکانیکی مطلوب، طول عمر بالا، قابلیت برش کاری، میخ‌خوری و رنده‌کشی، اعمال روکش‌های تزئینی نیز به‌عنوان قابلیت‌های مفید این کامپوزیت به‌شمار می‌رود. استفاده از الیاف گیاهان غیرچوبی و چوبی به‌عنوان تقویت‌کننده ترموپلاستیک‌ها، افزایش شگرفی در سال‌های اخیر داشته است (Caraschi and Leão, 2002). استفاده از آرد چوب در ساخت چوب پلاستیک به علت مقاومت بالا نسبت به وزن، جرم حجمی کم، هزینه پایین و فراورش آسان و ارزان و تجزیه پذیر بودن افزایش یافته‌است (Arbelaiz et al. 2005; Mecharaoui et al. 2007). عدم چسبندگی خوب بین دو فاز ناپیوسته و فاز پیوسته، از معایب اصلی استفاده از آرد چوب در چوب پلاستیک می‌باشد که موجب کاهش ویژگی‌های فرآورده نهایی می‌شود (Espert et al. 2004)

مواد پلیمری

پلی پروپیلن با دانسیته 0.952 g/cm^3 و شاخص جریان مذاب 10 g/min در 9 درجه سانتی‌گراد از شرکت پتروشیمی مارون تهیه شد.

عامل سازگارکننده

مالئیک انیدرید پیوند شده با پلی پروپیلن با دانسیته 0.9 g/cm^3 و شاخص جریان مذاب 10 g/min و مقدار انیدرید پیوند خورده 1% با نام تجاری KJS pp-G101 از شرکت کیمیا جاوید سپاهان تهیه شد.

اصلاح شیمیایی الیاف

قبل از انجام استیلاسیون، مواد استخراجی آرد چوب با استفاده از آب گرم خارج گردید و سپس در داخل آون با دمای 103 ± 2 درجه سانتی‌گراد به مدت 24 ساعت خشک شد. سپس آرد چوب عصاره‌گیری شده توسط آب گرم و خشک شده به داخل بالن شیشه‌ای حاوی دی متیل فرم‌آمید و وینیل استات اضافه شد. برای سرعت بخشیدن به واکنش از کاتالیزور کربنات پتاسیم (K_2CO_3) استفاده گردید. در تیمار استیلاسیون به ازای هر گرم آرد چوب 20 میلی‌مول وینیل استات و 50 میلی‌لیتر دی متیل فرم‌آمید استفاده شد. این واکنش شیمیایی در دمای 100 ± 1 درجه سانتی‌گراد و به مدت 24 ساعت با استفاده از حمام آب داغ صورت گرفت. پس از تیمار آرد چوب مجدداً با آب گرم شستشو شده تا بوی

نمونه با روندی کندتر و زمان بیشتری می‌سوزد که با نتایج پیشین مطابقت دارد.

سازگارکننده با بهبود چسبندگی و اتصال بین الیاف و ماتریس پلیمری و انجام واکنش‌های فعال و قوی پیوندهای هیدروژنی الیاف موجب بهبود اتصال در پلیمر غیرقطبی و الیاف سلولزی قطبی با کاهش کشش سطحی الیاف سلولزی و نزدیک شدن به کشش سطحی پلیمر مذاب می‌شود. با به وجود آمدن اتصالات توسط عوامل سازگارکننده، اتصالات هیدروژنی بین الیاف تضعیف شده و پخش الیاف در ماتریس گرم‌انرم آسانتر شده و چسبندگی بهبود می‌یابد (Fallah Moghadam and Moheby, 2012).

این پژوهش با هدف بررسی تاثیر استیلاسیون بر خواص حرارتی و میزان تخریب در برابر قارچ مولد پوسیدگی قهوه‌ای از طریق کاهش وزن نمونه‌ها، زاویه تماس اسید و باز مواد مرکب پلی پروپیلن/الیاف چوب انجام شد.

مواد و روش‌ها

تقویت کننده

خاک اره نراد از کارخانه صنعت چوب معین واقع در شرکت صنعت چوب مینودشت (گرگان) تهیه و برای یکنواختی اندازه ذرات، ذرات عبور کرده از مش 40 و باقیمانده روی الک با مش 60 به‌عنوان تقویت کننده در نظر گرفته شد. سپس به مدت 24 ساعت در دمای $75 \pm 3^\circ \text{C}$ خشک شدند.

اسید از بین برود. سپس در آون خشک شد. آرد چوب استیله شده به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به رطوبت صفر درجه مجدداً خشک شد. درصد افزایش وزن^۱ از رابطه ۱ محاسبه شد.

$$WPG(\%) = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100 \quad (1)$$

W_1 = وزن قبل از استیله کردن

W_2 = وزن پس از استیله کردن

WPG = افزایش وزن

درصد افزایش وزن در این تحقیق به ترتیب صفر (شاهد) و وزن ۱۸/۸ درصد به دست آمد.

فرایند اختلاط (مخلوط‌سازی)

عملیات توزین عوامل متغیر شامل ماده سازگارکننده در سه سطح ۰، ۳ و ۶ درصد و آرد چوب استیله شده و نشده و نسبت‌های وزنی، دقیقاً قبل از فرآیند اختلاط مواد انجام گرفت. درصد وزنی اجزای کامپوزیت‌های ساخته شده با ذکر علائم اختصاری به کار رفته برای هر تیمار در جدول ۱ آورده شده است.

^۱ Weight Percent Gain (WPG)

جدول ۱ اجزای تشکیل دهنده ترکیبات مختلف بر اساس درصد وزنی

شماره	کد	آرد چوب	پلی پروپیلن (%)	MAPP (%)
۱	A1	۵۰	۵۰	۰
۲	A2	۴۸/۵	۴۸/۵	۳
۳	A3	۴۷	۴۷	۶
۴	U1	۵۰	۵۰	۰
۵	U2	۴۸/۵	۴۸/۵	۳
۶	U3	۴۷	۴۷	۶

A1, A2, A3: Acetylated
U1, U2, U3: Untreated

مدل WG-Ls 200 ساخت کشور آلمان واقع در پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران استفاده شد.

ساخت نمونه‌ها

برای ساخت نمونه‌ها از دستگاه پرس مدل WCH ساخت شرکت Toyoseiki ساخت کشور ژاپن استفاده شد. نمونه‌ها در دمای ۲۰۰ درجه به مدت ۵ دقیقه و فشار ۲۵ (مگاپاسکال) ساخته شدند. سپس تخته‌ها تا دمای ۸۰ °C خنک شدند در حین خنک شدن، فشار پرس همچنان ادامه داشت. نمونه‌ها تحت شرایط کنترل شده (۵۰ درصد رطوبت نسبی و ۲۳ درجه سانتی‌گراد) برای مدت ۱۴ روز نگهداری شدند.

بررسی دوام نمونه‌ها

پس از گذشت ۸ هفته برای نمونه‌های تحت پوسیدگی قهوه ای بر طبق استاندارد DIN EN 113 و خارج کردن ظروف شیشه‌ای

آماده‌سازی مواد قبل از ساخت نمونه‌ها

عمل اختلاط نمونه‌ها توسط دستگاه اکسترودر دو مارپیچی غیر همسوگرد کولین^۱ مدل T20 191-32401 ساخت کشور آلمان واقع در پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران صورت گرفت. اکسترودر دارای شش نقطه حرارتی با دماهای به ترتیب ۱۷۰، ۱۶۷، ۱۶۵، ۱۶۳، ۱۶۲ و ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. این دستگاه ظرفیت مخلوط سازی ۴۰۰ گرم در هر نوبت را دارد و با سرعت گردش ۶۰ دور بر دقیقه کار می‌کند. پس از اختلاط، مواد خروجی از اکسترودر به صورت مفتولی ضخیم از دستگاه خارج می‌شوند که پس از خنک و سخت شدن، به منظور تهیه گرانول جهت استفاده در دستگاه تزریق از دستگاه خردکن نیمه صنعتی Wieser

^۱ Collin

حرارت ۱۰۵ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. سپس وزن خشک آنها توسط ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ محاسبه گردید.

حاوی نمونه‌ها از انکوباتور، دوام نمونه‌های قرار گرفته در معرض قارچ مولد پوسیدگی قهوه‌ای مورد بررسی قرار گرفت.

به منظور تعیین وزن خشک نمونه‌ها، نمونه‌ها در مدت زمان ۲۴ ساعت در داخل اتو با درجه

$$(۲) \quad ۱۰۰ \times \frac{\text{وزن خشک بعد از کشت قارچ} - \text{وزن خشک قبل از کشت قارچ}}{\text{وزن خشک بعد از کشت قارچ}} = \text{درصد کاهش وزن}$$

آزمون DSC

چندسازه با شعله پایه‌ای در طی مدت ۳ دقیقه تعیین می‌گردد.

اندازه‌گیری زاویه تماس

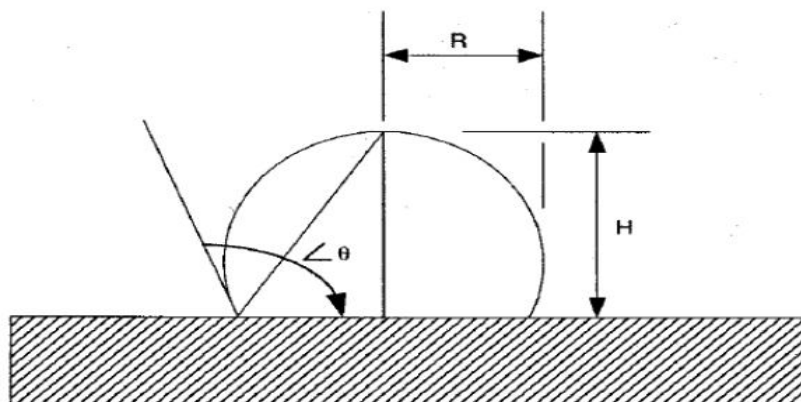
زاویه تماس تاثیر بسیار مهمی در رفتار قطره به هنگام برخورد با سطح جامد، از جمله تغییر شکل، پخش شدن و یا حتی جدا شدن قطره از روی سطح دارد. با استفاده از سیستم اندازه‌گیری زاویه تماس می‌توان میزان آبدوستی و آبگریزی سطح را بررسی کرد. اندازه‌گیری زاویه تماس توسط سیستمی مجهز به یک دوربین با قابلیت عکس‌برداری و فیلم‌برداری از قطره و دارای نرم‌افزار سنجش زاویه تماس قطره سطح مورد نظر انجام شد. برای اندازه‌گیری زاویه تماس از دستگاه مدل OCA15Plus ساخت شرکت Dataphysics آلمان استفاده شد. با استفاده از روش قطره-گذاری زاویه تماس اسید کلریدریک و هیدروکسید کلسیم در سطح نمونه‌های الیاف چوب پلاستیک اندازه‌گیری شد. از معادله ۵ برای اندازه‌گیری زاویه تماس قطره با سطح جامد استفاده گردید.

آزمون DSC با استفاده از دستگاه DSC 131 (ساخت شرکت SETARAM فرانسه) موجود در دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران انجام شد. برای انجام این آزمون نمونه‌هایی به وزن ۸ گرم از نمونه‌های چوب پلاستیک جدا و در محفظه آلومینیمی کوچک قرار داده و سپس به دستگاه DSC منتقل شده گرمادهی به مقدار $۱۰^{\circ}\text{C}/\text{min}$ به ترتیب زیر انجام شد: گرمادهی از ۲۵ تا $^{\circ}\text{C}$ ۲۰۰ گرمادهی اولیه، - خنک کردن از دمای 200 تا $^{\circ}\text{C}$ 25 داده‌های اولین سرمایش و دومین گرمادهی برای تحلیل نتایج استفاده شدند.

آزمون رفتار آتش‌گیری

این آزمون با استفاده از دستگاه Stanton Redcroft در پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران طبق آیین‌نامه D-286 استاندارد ASTM انجام شد. در این آزمون نمونه‌هایی با طول ۱۵ سانتی‌متر، عرض ۵ سانتی‌متر و ضخامت ۱/۲ تا ۳/۱ سانتی‌متر تهیه شدند. در این آزمایش حداقل میزان اکسیژن لازم برای سوختن

(۵) $\theta = 2 \cdot \arctan (H/R)$ در این معادله: θ = زاویه تماس، H = ارتفاع قطره، R = نصف عرض قطره



شکل ۱) شمایی از روش اندازه‌گیری زاویه تماس

نتایج و بحث

همچنین زاویه تماس اسید و باز نمونه‌های چندسازه در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار است (جدول ۲).

مقدار F و سطح معنی‌داری در جدول ۲ نشان داده شده است. اثر مستقل سازگارکننده و استیلایسیون و متقابل سازگارکننده و استیلایسیون را بر کاهش وزن ناشی از پوسیدگی قهوه‌ای، و

جدول ۲. آنالیز واریانس (مقدار F و سطح معنی‌دار) سازگارکننده و استیلایسیون در چندسازه

خواصیات	کاهش وزن (%)	زاویه تماس باز	زاویه تماس اسید
استیلایسیون	279.020*	85.681*	66.045*
سازگارکننده	9.903*	23.933*	61.428*
استیلایسیون * سازگارکننده	4.340*	20.614*	43.863*
* 95% significance level ns no significance			

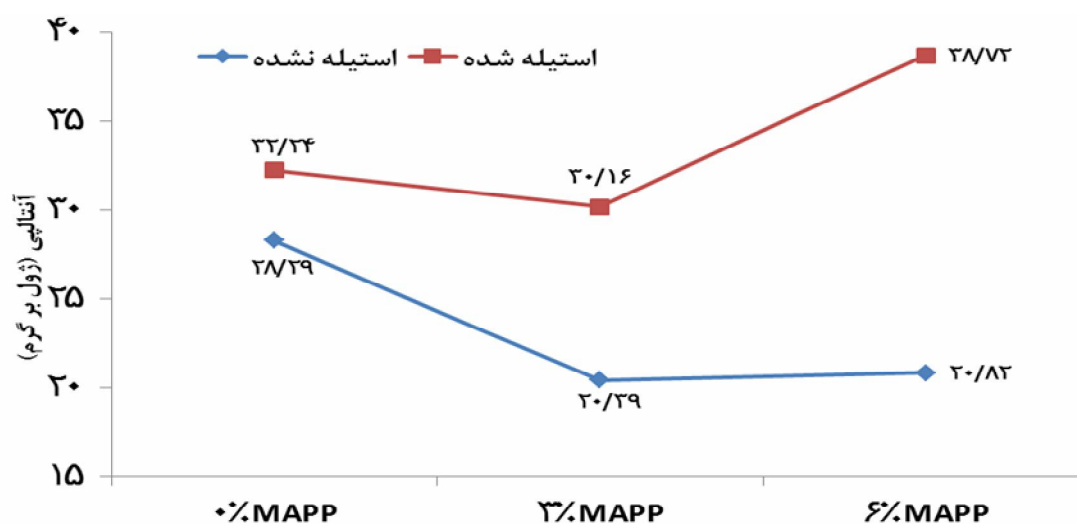
می‌شود در هنگام استفاده از ۰٪ سازگار کننده در ابتدا آنتالپی افزایش و از میزان ۰٪ به ۳٪ سازگار دهنده میزان آنتالپی کاهش می‌یابد. اما

تاثیر میزان ماده سازگار کننده و استیلایسیون بر آنتالپی

شکل ۱ تاثیر میزان ماده سازگار کننده، بر آنتالپی را نشان می‌دهد، همانطور که مشاهده

استیلاسیون باعث افزایش آنتالپی نمونه‌ها نسبت به نمونه‌های استیله نشده شده است. در این گروه بالاترین مقدار آنتالپی مربوط به نمونه‌های استیله شده با ۶٪ سازگار کننده و کمترین آن مربوط به نمونه استیله نشده با ۳٪ سازگار کننده می‌باشد. در کلیه نمونه‌های استیله شده و استیله نشده با افزایش مقدار ماده سازگار کننده آنتالپی ابتدا کاهش و سپس با افزایش سازگار دهنده، آنتالپی افزایش می‌یابد.

در میزان سازگار دهنده ۳٪ به ۶٪ با افزایش میزان سازگار کننده، آنتالپی افزایش می‌یابد. علاوه بر این نمونه‌های استیله شده و استیله نشده نیز در شکل ۱ نشان داده شده است. همانطور که در شکل مشاهده می‌شود در میزان ثابت ۰ و ۳ و ۶ درصد سازگار کننده در دو گروه نمونه‌های استیله شده و استیله نشده به ترتیب میزان آنتالپی ۳۲/۲۴، ۳۰/۱۶، ۳۸/۷۲ و ۲۹/۲۸، ۲۰/۳۹، ۲۰/۸۲ ژول بر گرم می‌باشد که نشان دهنده این امر است که تیمار



شکل ۱. تاثیر استیلاسیون و ماده سازگار کننده بر آنتالپی

در نمونه‌های استیله شده نسبت به نمونه‌های استیله نشده افزایش یافته است. در نمونه‌های استیله شده بیشترین درصد کریستالیت مربوط به نمونه استیله شده با ۶٪ ماده سازگار کننده و برابر با ۳۸/۸۱٪ و کمترین درصد کریستالیتی مربوط به نمونه استیله نشده حاوی ۳٪ ماده سازگار کننده می‌باشد. استیله شدن چوب موجب پخش بهتر ذرات چوب در ماتریس

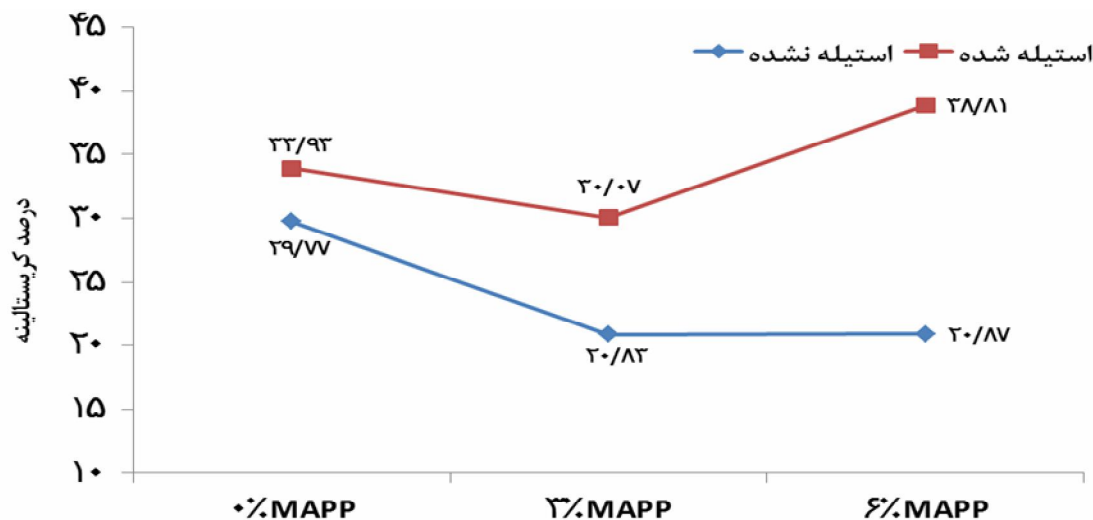
تاثیر ماده سازگار کننده و استیلاسیون بر درصد کریستالیتی

شکل ۲ نشان می‌دهد در میزان ۰ به ۳٪ ماده سازگار کننده درصد کریستالیتی ابتدا کاهش و با افزایش ماده سازگار دهنده از ۳ به ۶ کریستالیتی افزایش می‌یابد.

از شکل ۲ مشاهده می‌شود که در میزان سازگار کننده ثابت ۰، ۳ و ۶ درصد کریستالیتی

استیله شده برگردد که این امر از کارایی استیلاسیون می‌کاهد ولی افزایش ماده سازگار کننده به ۶٪، اضافات MAPP با مابقی گروه-های هیدروکسیل واکنش داده و در نهایت به افزایش بلورینگی منجر می‌شود.

پلی‌پروپیلن شده است و ذرات چوب به عنوان محل‌های هسته گذاری برای بلورینگی عمل کرده‌اند و درصد بلورینگی بالا رفته است. کاهش درصد بلورینگی با افزایش ۳٪ ماده سازگار کننده به گروه‌های انیدریدی گروه‌های



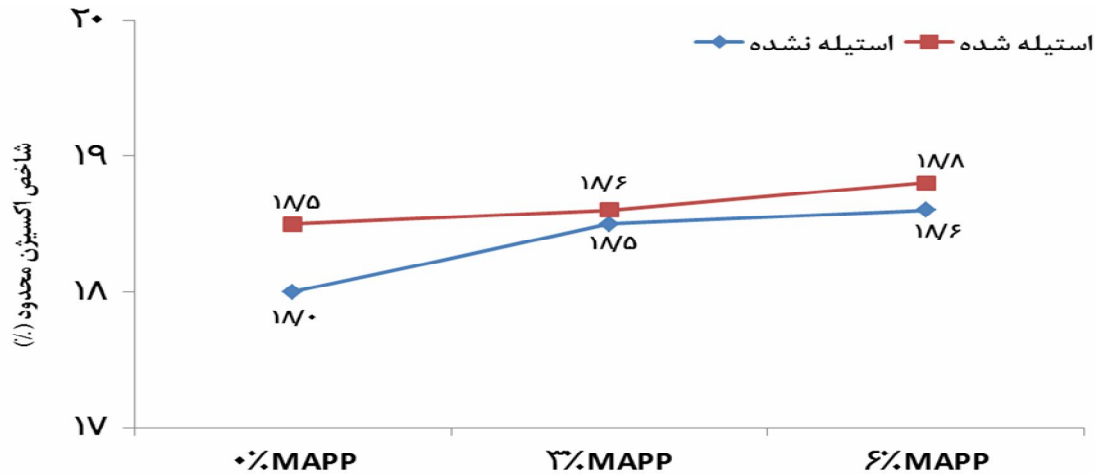
شکل ۲ تاثیر استیلاسیون و ماده سازگار کننده بر درصد کریستالیتی

مدت کوتاه‌تری نسبت به نمونه‌های استیله شده می‌سوزند، ولی شعله آتش در نمونه‌های استیله شده آبی رنگ و کوتاه هستند و مدت زمان بیشتری به سوختن ادامه می‌دهند. با توجه به نتایج حاصله می‌توان نتیجه گرفت که کامپوزیت حاصله که دارای شاخص اکسیژن ۱۸ تا ۱۸/۸٪ می‌باشد نسبت به پلی‌اتیلن و پلی‌پروپیلن (دارای شاخص ۱۷٪) از شاخص اکسیژن بالاتری برخوردار بوده بنابراین افزایش ماده لیگنوسلولزی به پلی‌پروپیلن باعث افزایش مقاومت به شعله آن می‌شود.

تاثیر ماده سازگار کننده و استیلاسیون بر شاخص اکسیژن محدود

شکل ۳ نشان می‌دهد که در نمونه‌های استیله شده و نمونه‌های استیله نشده با افزایش مقدار ماده سازگار کننده در هر دو گروه شاخص اکسیژن افزایش می‌یابد. بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که با افزایش مقدار ماده سازگار کننده از ۰٪ به ۳٪ و ۶٪ شاخص اکسیژن هم در نمونه‌های استیله شده و نشده افزایش و نمونه‌ها با درصد اکسیژن بالاتری شروع به سوختن می‌نمایند. نتایج نشان داد که نمونه‌های استیله نشده با شعله زرد و بلند و

کمترین میزان شاخص در نمونه استیله نشده با ۰ درصد سازگارکننده و به مقدار ۱۸٪ می باشد. بنابراین نمونه های استیله شده برای سوختن در این آزمایش نیاز به اکسیژن بیشتری نسبت به نمونه های استیله نشده را دارا بودند.

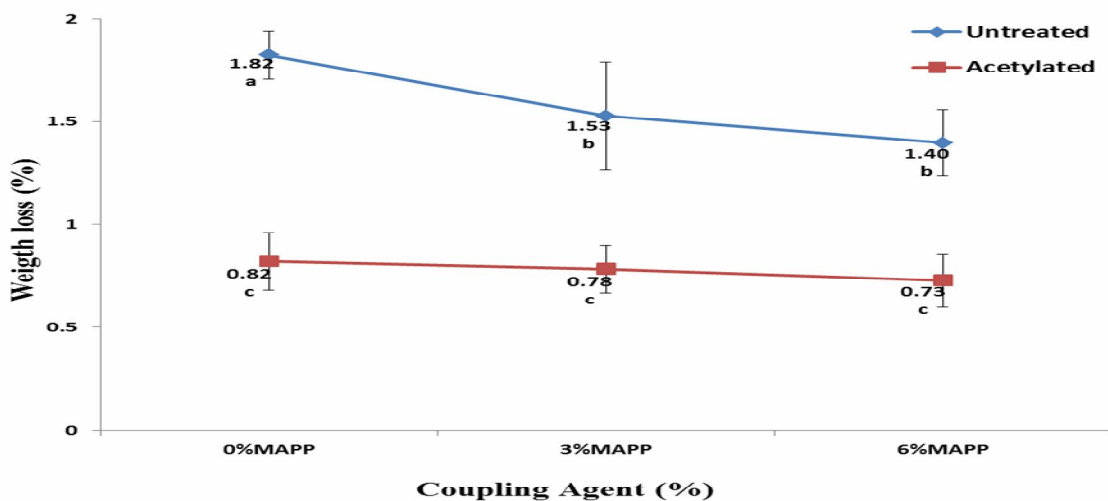


شکل ۳ تاثیر استیلاسیون و ماده سازگار کننده بر شاخص اکسیژن محدود

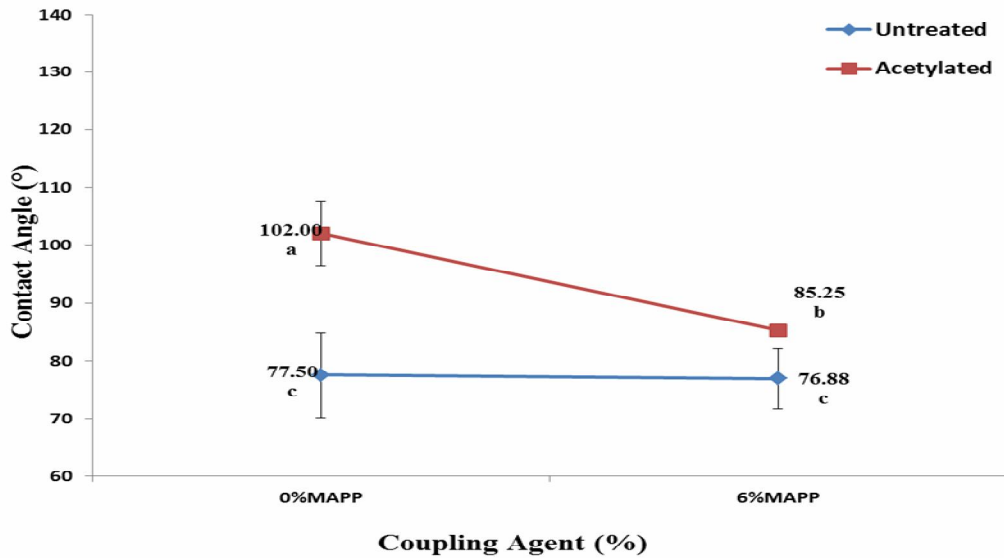
همانطور که در شکل ۳ مشاهده می شود میزان شاخص اکسیژن در نمونه های استیله شده بالاتر از نمونه های استیله نشده می باشد. بطوریکه بیشترین مقدار شاخص اکسیژن در نمونه های استیله شده و به مقدار ۱۸.۸٪ و

طورکه در شکل ها مشاهده می شود، نمونه های استیله شده در وضعیت مناسب تری نسبت به نمونه های استیله نشده قرار دارند.

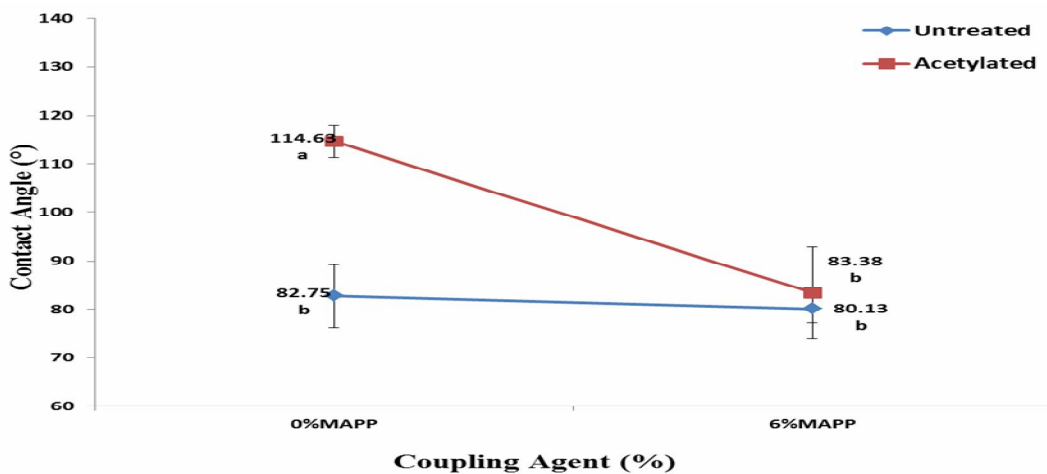
شکل های ۴ تا ۶ اثرات MAPP و استیلاسیون را بر کاهش وزن ناشی از پوسیدگی قهوه ای، و زاویه تماس اسید و باز نمونه های چندسازه را نشان می دهد. همان-



شکل ۴. اثر استیلاسیون و مقدار سازگار کننده بر کاهش وزن



شکل ۵. اثر استیلایسیون و مقدار سازگار کننده بر زاویه تماس



شکل ۶. اثر استیلایسیون و مقدار سازگار کننده بر زاویه تماس

ضخامت افزایش می یابد، که با نتایج تحقیقات Hoseinihashemi, 2011 و Zabihzadeh, 2010 مطابقت دارد.

نتایج نشان داد با افزایش سازگارکننده زاویه تماس اسید و باز کاهش می یابد، زاویه تماس نشان دهنده کشش سطحی نمونه ها می باشد. هنگامیکه نیروهای کشش سطحی در نمونه بر نیروهای چسبندگی بین مولکول های اسید و باز غلبه می کند، اسید و باز می تواند توسط مولکول های سطحی که در سطح نمونه هستند

بحث

پس از تاثیر قارچ مولد پوسیدگی قهوه ای (۸ هفته) بر روی چند سازه آرد چوب پلی- پروپیلن مشاهده شد این قارچ ابتدا سلولز و همی سلولز را مورد حمله قرار داده و موجب تخریب هولو سلولز می گردد و نسبت به نمونه شاهد کاهش وزن، بیشتر کاهش می یابد. علاوه بر این به دلیل مجاورت و تخریب چندسازه در اثر تیمار قارچی جذب آب و واکنشیدگی

شدیدا آبگریز تبدیل می‌کنند. Ifuku et al. 2007 نیز کاهش شدید آبدوستی نانو الیاف سلولز باکتریایی را پس از ۱ ساعت واکنش با استیک انیدرید اثبات کردند.

برهمکنش‌های قطبی و همچنین اتصال زنجیرها در اثر شبکه‌ای شدن، موجب کاهش تحرک زنجیرها می‌شود. این دو گروه باعث ایجاد فاصله بین زنجیرها نیز می‌شوند. در نتیجه اینکه، کاهش تحرک و افزایش فاصله موجب کاهش درجه تبلور و در نتیجه کاهش آنتالپی تبلور و آنتالپی ذوب می‌گردد (یعنی افزایش اتصال باعث کاهش تحرک و کاهش آنتالپی تبلور و آنتالپی ذوب می‌گردد).

بر اساس نتایج مقدار درجه بلورینگی در اثر افزودن MAPP به کامپوزیت افزایش یافته است. ماده سازگارکننده باعث افزایش هسته-های بلوری و افزایش بلورها در اطراف الیاف و ازدیاد درجه بلورینگی پلیمر شده است. در مطالعات Lee و همکاران نیز به نقش ماده سازگارکننده بر افزایش درجه بلورینگی از راه افزایش قابلیت ایجاد هسته های بلوری در الیاف اشاره شده است.

افزایش درجه بلورینگی هنگام استفاده از ماده سازگارکننده می‌تواند به این دلیل باشد که مولکول‌های ماده سازگارکننده از راه افزایش اتصالات مکانیکی و حتی شیمیایی (بین گروه‌های انیدرید ماده سازگارکننده و گروه‌های هیدروکسیل الیاف چوب) باعث ازدیاد درگیری و نزدیکی زنجیرهای پلیمر و چوب

جذب شوند. نتیجه این جذب با توجه به توزیع قطره اسید و باز بر سطح نمونه یا جذب داخل نمونه کاهش زاویه تماس است (Mohebbi et al. 2010). هنگامی که نیروهای کشش سطحی بر نیروهای چسبندگی غلبه می‌کند، قطره اسید و باز از حالت کروی خارج می‌شود، که موجب کاهش زاویه تماس می‌گردد.

با کاهش زاویه تماس قطره، افزایش ترشوندگی سطح نمونه‌ها رخ می‌دهد (Latibari, 2007)، کاهش زاویه تماس با افزایش سازگارکننده احتمالاً به دلیل حل شدن سازگارکننده، و تخریب مولکول‌های سطحی در اثر اسید و باز می‌باشد.

مقدار خیس شدن سطح با زاویه تماس قطره اندازه گیری می‌شود و هرچه زاویه تماس قطره که بین سطح تماس و قطره ایجاد می‌شود بیشتر باشد میزان خاصیت خیس کنندگی کمتر است. استیله کردن باعث افزایش زاویه تماس قطره با سطح ماده استیله شده می‌شود. افزایش زاویه تماس با سطح نمونه‌ها، نشان دهنده افزایش خاصیت آبگریزی نمونه‌ها می‌باشد. در واقع با استیلاسیون گروه‌های استیل به جای گروه‌های آب دوست هیدروکسیل دیواره سلول چوبی مستقر شده و در نهایت جذب آب کاهش می‌یابد. Jonoobi et al. 2010 نیز با اندازه‌گیری زاویه تماس نشان دادند، استیل دار کردن نانو الیاف سلولز حاصل از کنف با استیک انیدرید به مدت ۴ ساعت، ویژگی‌های سطحی آن را از آبدوستی کامل به حالت

- نتایج نشان داد با افزایش درصد سازگارکننده درصد کاهش وزن کاهش یافت، علاوه بر این استیلاسیون نیز باعث کاهش وزن کمتر نمونه‌های کامپوزیت گردید.
- با افزایش سازگارکننده زاویه تماس اسید و باز به ترتیب ۲۰/۷ و ۱۰/۷ درصد کاهش یافت.

شده و با بیشتر شدن قابلیت ایجاد هسته های بلوری باعث افزایش بلورینگی می‌شود. که با نتایج Yin et al. 1999 و Hristov et al. 2003 همخوانی دارد.

استیله شدن چوب موجب پخش بهتر ذرات چوب در ماتریس پلی‌پروپیلن شده است و ذرات چوب به عنوان محل‌های هسته گذاری برای بلورینگی عمل کرده‌اند و درصد بلورینگی بالا رفته است. کاهش درصد بلورینگی با افزایش ۳٪ ماده سازگار دهنده MAPP گروه‌های انیدریدی با گروه‌های استیله شده برگردد که این امر از کارایی استیلاسیون می‌کاهد ولی افزایش ماده سازگار دهنده به ۶٪، اضافات MAPP با مابقی گروه‌های هیدروکسیل واکنش داده و در نهایت به افزایش بلورینگی منجر می‌شود.

نتیجه‌گیری

- در اثر واکنش وینیل استات با آرد چوب نراد تحت شرایط مورد استفاده در این تحقیق درصد افزایش وزن ۱۸/۸٪ بدست آمد.
- با افزایش سازگارکننده، آنتالپی، درصد کریستالیه و شاخص اکسیژن محدود افزایش می‌یابد.
- در اثر استیلاسیون، آنتالپی، درصد کریستالیه و شاخص اکسیژن محدود افزایش می‌یابد.

References:

1. Arbelaiz, A., Fernandez, B., Cantero, G., Llano-Ponte, R., Valea, A., and Mondragon, I. (2005). "Mechanical properties of flax fiber/polypropylene composites. Influence of fiber/matrix modification and glass fiber hybridization," *Journal of Composites*. 36. 1637-1644.
2. Caraschi, J. C., and Leão, A. I. (2002). "Wood flour as reinforcement of polypropylene," *Materials Research* 5(4), 405-409.
3. Demir, H., Atikler, U., Balkose, D., and Tihminlioglu, F. (2006). "The effect of fiber surface treatments on the tensile and water sorption properties of polypropylene-luffa fiber composites," *Composites Part A*. 37(3). 447-456. DOI: 10.1016/j.compositesa.2005.05.036
4. Dominkovics, Z., Dányádi, L., and Pukánszky, B. (2007). "Surface modification of wood flour and its effect on the properties of PP/wood composites," *Composites Part A*. 38(8). 1893-1901. DOI: 10.1016/j.compositesa.2007.04.001
5. Espert, A., Vilaplana, F., and Karlsson, S. (2004). "Comparison of water absorption in natural cellulosic fibres from wood and one-year crops in polypropylene composites and its influence on their mechanical properties," *Composites Part A*. 35(11). 1267-1276. DOI: 10.1016/j.compositesa.2004.04.004
6. Fallah, Moghadam, P., and Mohebbi, B. (2012). "Water Absorption and Dimensional Stability of Polypropylene/Acetylated Wood Fiber," *Journal of Wood and Forest Science and Technology* 18(4), 29-43.
7. Hindersinn, R. R. (1990). "Historical aspect of polymer fire retardance," *Fire and Polymer* 7, 87-95. Chapter DOI: 10.1021/bk-1990-0425.ch007
8. Hosseinihashemi, S. K., Modirzare, M., Safdari, V., and Kord, B. (2011). "Decay resistance, hardness, water absorption and thickness swelling of bagasse fiber/plastic composites," *BioResources* 6(3), 3289-3299. DOI: 10.15376/biores.6.3.3289-3299
9. Hristov, V. N., Vasileva, S. T., Krumova, M., Lach, R., & Michler, G. H. (2004). Deformation mechanisms and mechanical properties of modified polypropylene/wood fiber composites. *Polymer Composites*. 25(5). 521-526.
10. Ifuku, S., Nogi, M., Abe, K., Handa, K., Nakatsubo, F., and Yano, H. (2007). "Surface modification of bacterial cellulose nanofibers for property enhancement of optically transparent composites: dependence on acetate group DS." *Biomacromolecules*. 8(6), 1973-1978. DOI: 10.1021/bm070113b
11. Jonoobi, M., Harun, J., Mathew, A. P., Hussein, M. Z. B., and Oksman, K. (2010). "Preparation of cellulose nanofibers with hydrophobic surface characteristics." *Cellulose*. 17(2). 299-307. DOI: 10.1007/s10570-009-9387-9
12. Latibari, A., (2007). Science and technology of adhesion for lignocellulosic substances, Islamic Azad University, Karaj, 348p
13. Mechraoui, A., Riedl, B., and Rodrigue, D. (2007). "The effect of fibre and coupling agent content on the mechanical properties of hemp/polypropylene composites," *Instrumentation Science and Technology* 14, 837-848. DOI: 10.1163/156855407782106591
14. Mohebbi, B., Younesi, H., Ghotbifar, A. and Kazeimi-Najafi, S. (2010). "Water and moisture absorption and thickness swelling behavior in polypropylene/wood flour/glass fiber hybrid composites," *J. Reinforc. Plast. Compos.* 29(6), 830-839. DOI: 10.1177/0731684408100702.
15. Sanadi, A. R., Hunt, J. F., Caulfield, D. F., Kovacsvolgyi, G., and Destree, B. (2001). "High fiber-low matrix composites: kenaf fiber/polypropylene." in: *Proceedings of 6th International Conference on Wood Fiber-Plastic Composites*,
16. Stark, N. M., White, R. H., Muller, S. A., and Osswald, A. (2010). "Evaluation of various fire retardants for use in wood flour-polyethylene composites," *Polymer Degradation and Stability* 95(9), 1903-1910. DOI: 10.1016/j.polymdegradstab.2010.04.014
17. Tserki, V., Zafeiropoulos, N. E., Simon, F., and Panayiotou, C. (2005). "A study of the effect of acetylation and propionylation surface treatments on natural fibres," *Composites Part A*. 36(8), 1110-1118. DOI: 10.1016/j.compositesa.2005.01.004
18. Yin, S., Rials, T. G., & Wolcott, M. P. (1999). Crystallization behavior of polypropylene and its effect on wood fiber composite properties. *Proceeding of 5th International conference on wood fiber plastic composites*, Forest Product Society & Laboratory, Madison, pp: 139-146.
19. Zabihzadeh, S. M., Hashemi, S. K., Mehregan Nikoo, H., and Sepidehdam, S. M. J. (2010). "Influence of fungal decay on physico-mechanical properties of a commercial extruded bagasse/PP composite," *Journal of Reinforced Plastics and Composites* 29(11), 1750-1756. DOI: 10.1177/0731684409340596