

## اثر عامل سازگارکننده پلی پروپیلن جفت شده با مالئیک انیدرید (MAPP) بر ویژگی های فیزیکی و مکانیکی ماده مرکب آرد نی-پلی پروپیلن<sup>۱</sup>

فتانه آزاد<sup>۱</sup>، مهدی فائزی پور<sup>۲</sup>، مهدی تجویدی<sup>۳</sup>

۱- مسئول مکاتبات، کارشناس ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران پست الکترونیک: Fattaneh Azad @gmail.com

۲- استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۳- استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۸۸

تاریخ دریافت: دی ۱۳۸۷

### چکیده

به منظور بررسی اثر عامل سازگارکننده، پلی پروپیلن جفت شده با مالئیک انیدرید (MAPP)، بر ویژگی های فیزیکی و مکانیکی ماده مرکب آرد نی-پلی پروپیلن، به عنوان پرکننده از آرد نی با اندازه ذرات ۶۰ میکرومتر و درصد های وزنی ۶۰ و ۷۰ و از هوموپلیمر پلی پروپیلن V30S به عنوان ماده زمینه با شاخص جریان مذاب 18g/10min و درصد های وزنی ۳۰ و ۴۰ استفاده شد. در هر یک از درصد های وزنی ۶۰ و ۷۰ دو ترکیب ساخته شد، یکی بدون عامل سازگارکننده و دیگری حاوی ۳ درصد وزنی سازگارکننده. مجموعاً ۴ تیمار بدست آمد. نمونه ها با استفاده از یک دستگاه اکسترودر دوار دونه تهیه شدند. پس از تهیه نمونه های آزمونی استاندارد، آزمون های مکانیکی شامل خمش استاتیک، کشش، ضربه، سختی و آزمون های فیزیکی شامل جذب آب و واکنش پذیری ضخامت بر اساس آیین نامه D7031 استاندارد ASTM بر روی نمونه ها انجام گرفت. نتایج حاصل از آزمون های فیزیکی نشان داد که با افزایش اندازه ذرات و همچنین افزایش درصد اختلاط پرکننده، میزان جذب آب و واکنش پذیری ضخامت در نمونه ها افزایش می یابد. به طور کلی افزودن عامل سازگارکننده، به طور معنی داری سبب بهبود خصوصیات فیزیکی و مکانیکی ماده مرکب نی-پلی پروپیلن گردید.

واژه های کلیدی: آرد نی، پلی پروپیلن، مواد مرکب، سازگارکننده، خواص مکانیکی، خواص فیزیکی.

### مقدمه

تجزیه پذیری بالای این دسته از مواد، می تواند تا حد قابل توجهی موجب کاهش حجم ضایعات پلیمری در طبیعت گردد. امروزه به دلیل منافع اقتصادی و اکولوژیکی متعدد، استفاده از الیاف طبیعی در ساخت مواد مرکب الیاف و پلیمرهای گرمانرم رو به گسترش است (فصل نامه کامپوزیت، پاییز ۱۳۸۳). علی رغم مزایای متعدد مصرف این دسته از پرکننده ها، ناسازگاری الیاف طبیعی قطبی با

امروزه ضایعات مواد پلیمری به جای مانده از کاربردهای گوناگون، مشکلات زیست محیطی بسیاری را پدید آورده است، لذا استفاده از الیاف طبیعی به عنوان پرکننده در کنار پلیمرها، به دلیل سرعت زیست

۱- این تحقیق از محل اعتبارات معاونت پژوهشی دانشگاه تهران انجام گرفته است.

Karmarker & Youngquist (۱۹۹۵) چندسازه‌های حاصل از قالب‌گیری تزریقی پلی‌پروپیلن با الیاف چوب را مورد بررسی قرار دادند. از پلی‌پروپیلن اصلاح شده با مالئیک انیدرید به عنوان سازگارکننده استفاده شده بود که مقاومت‌های کششی و خمشی را اصلاح کرد. این در حالی بود که بدون استفاده از سازگارکننده این مقاومت‌ها ضعیف بودند اما سازگارکننده بر روی مدول الاستیسیته کششی و مدول خمشی تاثیر چندانی نداشت.

Lu et al. (۱۹۹۵) اثر عامل جفت‌کننده MAPP را بر خواص مکانیکی چند سازه پلی‌پروپیلن - الیاف چوبی بررسی و نتیجه گرفتند که MAPP عامل جفت‌کننده بسیار مؤثری می‌باشد و استفاده از مقدار یک درصد وزنی از این ماده، خواص کششی را به میزان زیادی افزایش می‌دهد.

Sanadi et al. (۱۹۹۹) اثر سازگار کننده بر رفتار مکانیکی و دینامیکی مواد مرکب پلی پروپیلن و کنف و آرد چوب را بررسی نمودند. مواد مرکب جفت نشده در سرتا سر دامنه دمای مورد استفاده، مقادیر مدول الاستیسته کمتری داشتند. همچنین دمای نرم شدن مواد مرکب جفت شده اندکی پائین تر بود.

Hristov et al. (۲۰۰۴) اثر افزودن سازگارکننده را روی خواص مکانیکی کامپوزیت‌های پلی‌پروپیلن/ آرد چوب مورد مطالعه قرار دادند و بدین نتیجه رسیدند که ضعف خواص مکانیکی کامپوزیت‌های اصلاح نشده به علت اتصال ضعیف میان ماتریس و الیاف است. مدول کششی، مقاومت نهایی و مقاومت به ضربه با افزودن MAPP بهبود یافت.

Kim et al. (۲۰۰۷) تأثیر افزودنی‌ها و عوامل جفت‌کننده را بر رفتار مکانیکی و مقاومت دمایی (حرارتی) کامپوزیت‌های آرد چوب و پلی‌پروپیلن را بررسی کردند. در طی این بررسی ۵ نوع مختلف از پلی‌پروپیلن اصلاح شده با

پلیمرهای غیرقطبی به عنوان عاملی محدود کننده در مسیر توسعه کاربرد این الیاف قرار دارد. انیدرو-D-گلوکز با دارا بودن سه گروه هیدروکسیل، واحد سازنده ماکرومولکول سلولز می‌باشد. سلولز ترکیب اصلی موجود در الیاف طبیعی است و بنابراین همه الیاف طبیعی ماهیت قطبی دارند. به دلیل قطبی بودن الیاف طبیعی و در مقابل ماهیت غیر قطبی ماده زمینه پلیمری گرمانرم، اتصال ایجاد شده در سطح مشترک این دو فاز ضعیف بوده و خصوصیات مقاومتی ماده مرکب حاصل کاهش می‌یابد (Kokta et al., ۱۹۹۰) (Sanadi, ۱۹۹۹). اصلاح سطح الیاف می‌تواند در بهبود چسبندگی بین دو فاز مؤثر باشد (Kim et al., ۲۰۰۷) (Gatenholm & Felix, ۱۹۹۴). عامل جفت‌کننده یا سازگارکننده با ایجاد پیوندهای شیمیایی بین الیاف و ماده زمینه همانند پلی موجب تقویت اتصال در سطح مشترک بین دو فاز و در نتیجه بهبود ویژگی‌های ماده مرکب مذکور می‌گردد (Lu et al., ۲۰۰۰). مطالعات مختلفی بر روی بهبود کیفیت سطح مشترک الیاف و پلیمر چه از طریق پیش‌تیمار الیاف و چه از طریق استفاده از ترکیبات سازگارکننده انجام شده‌اند که در زیر به برخی از تحقیقات انجام گرفته جهت مقایسه و نتیجه‌گیری اشاره می‌شود.

Maldas & Kokta (۱۹۹۳) پارامترهای مربوط به اثرات عوامل اتصال مختلف شامل ایزوسیانات‌ها، سیلان‌ها و انیدریدها و بعضی تیمارهای مخصوص شامل اندود کردن و پیوند زدن را در تشکیل مواد مرکب مورد ارزیابی قرار دادند. در حضور عوامل اتصال و یا هنگامی که الیاف پیش‌اندود شده یا پیوند زده می‌شوند، مواد مرکب خواص مکانیکی بهتر و پایداری ابعاد بیشتری را در مقایسه با مواد مرکب تیمار نشده نشان دادند.

نخست ساقه‌های نی توسط اره به قطعاتی با ابعاد کوچک برش داده شد و سپس در دو مرحله به ترتیب ابتدا توسط آسیاب پالمن موجود در کارگاه صنایع چوب دانشکده منابع طبیعی و در مرحله بعد با آسیاب کوچک آزمایشگاهی به آرد تبدیل شد. ذرات آرد با ابعاد مش ۶۰ توسط الک آزمایشگاهی تفکیک و جدا شد. به منظور خشک کردن آرد نی تا حد رطوبت ۰/۵ درصد، از آونی با دمای ۱۰۳ درجه سانتیگراد برای مدت ۲۴ ساعت استفاده گردید. در مرحله بعد پلی پروپیلن، آرد نی، سازگارکننده MAPP و اسید استئاریک با نسبت‌های وزنی مشخص شده در جدول ۱ با یکدیگر به صورت خشک در قالب ۴ تیمار ترکیب شدند. از یک دستگاه اکسترودر دو ماردونه مدل WPC-4815 ساخت شرکت برنا پارس مهر (سهامی خاص) جهت ساخت تخته‌ها استفاده شد. پس از برش نمونه‌های استاندارد و یک مرحله مشروط-سازی، آزمون‌های مکانیکی شامل خمش استاتیک، کشش، ضربه و سختی و همچنین آزمون‌های فیزیکی جذب آب و واکنشیدگی ضخامت مطابق آیین‌نامه D7031 استاندارد ASTM روی نمونه‌ها انجام گرفت. نتایج آزمون‌های مکانیکی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۶ تکرار مورد بررسی قرار گرفتند و جداسازی میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام پذیرفت.

### نتایج

**خواص مکانیکی:** جدول ۲ اثر عامل سازگارکننده روی خصوصیات مکانیکی ماده مرکب نی-پلی پروپیلن در دو سطح اختلاط ۶۰ و ۷۰ درصد ماده پرکننده (آرد نی) را نشان می‌دهد.

مالئیک انیدرید (MAPP) مورد بررسی قرار گرفت. در هر ۵ نوع MAPP منجر به افزایش خواص مکانیکی و حرارتی شد که این افزایش ارتباط مستقیمی با مقدار مالئیک انیدرید و وزن مولکولی MAPP داشت.

در این مطالعه، هدف بررسی تأثیر استفاده از ماده سازگارکننده پلی پروپیلن اصلاح شده با مالئیک انیدرید (MAPP) روی خصوصیات فیزیکی و مکانیکی ماده مرکب نی-پلی پروپیلن بوده است.

Yong Lei et al. (۲۰۰۷) در نتیجه بررسی اثر جفت-

کننده‌ها روی خواص مواد مرکب آرد سلولزی و پلی اتیلن بازیافتی ثابت کردند مواد جفت‌کننده مصرفی ضمن بهبود و افزایش سطح تماس بین پلیمر و فیبر چوبی سبب افزایش ویژگی‌های مکانیکی ماده مرکب مذکور گردید. این مطلب در مشاهدات میکروسکوپی و در نیز در آزمون‌های مکانیکی تأیید شد.

### مواد و روشها

در این تحقیق از پلی پروپیلن (PP) درجه V30S با شاخص جریان مذاب 18 g/10min از محصولات مجتمع پتروشیمی اراک استفاده شد. آرد نی (با نام علمی *Phragmites australis*) رشد یافته در منطقه گوراب استان گیلان، به عنوان فاز پرکننده و نیز پلی پروپیلن اصلاح شده با مالئیک انیدرید (MAPP) تحت نام تجاری PP-G101 به عنوان عامل سازگارکننده از محصولات شرکت کیمیا جاوید اصفهان انتخاب شدند. به منظور سهولت در پیشبرد عملیات ساخت ماده مرکب نی-پلی پروپیلن از مقداری اسید استئاریک درجه صنعتی استفاده شد.

جدول ۱- اجزای تشکیل دهنده ترکیبات مختلف بر اساس درصد وزنی

تیمار	مش	درصد پلی پروپیلن	درصد آرد نی	درصد MAPP	درصد اسید استتاریک
A	۶۰	۳۰	۷۰	۰	۳
B	۶۰	۲۷	۷۰	۳	۳
C	۶۰	۴۰	۶۰	۰	۳
D	۶۰	۳۷	۶۰	۳	۳

\* درصد اسید استتاریک علاوه بر ۱۰۰٪ وزنی محاسبه شد

جدول ۲- مقادیر متوسط خصوصیات مکانیکی ماده مرکب نی-پلی پروپیلن با در نظر گرفتن عامل سازگارکننده

تیمار	A	B	C	D
پرکننده (%)	۷۰	۷۰	۶۰	۶۰
سازگارکننده (%)	۰	۳	۰	۳
مدول الاستیسیته خمشی (MPa)	۳۵۹۵/۶۹	۴۴۲۸/۰۰	۴۰۷۱/۱۷	۴۹۵۹/۵۰
تفاوت مدول الاستیسیته خمشی با سازگارکننده و بدون آن (%)	۲۳	۲۲		
مقاومت خمشی (MPa)	۲۳/۲۲	۴۰/۶۴	۲۵/۲۹	۴۳/۸۳
تفاوت مقاومت خمشی با سازگارکننده و بدون آن (%)	۷۵	۷۳		
مدول الاستیسیته کششی (MPa)	۴۱۹۲/۰۰	۵۴۲۸/۵۰	۳۵۵۶/۶۷	۵۹۵۴/۶۷
تفاوت مدول الاستیسیته کششی با سازگارکننده و بدون آن (%)	۲۹	۶۷		
مقاومت کششی (MPa)	۷/۰۴	۱۸/۱۸	۸/۷۸	۲۰/۹۷
تفاوت مقاومت کششی با سازگارکننده و بدون آن (%)	۱۳۹	۱۵۸		
مقاومت به ضربه (J/m <sup>2</sup> )	۰/۶۵۷×۱۰-۴	۰/۹۲۹×۱۰-۴	۰/۴۴۶×۱۰-۴	۰/۷۳۹×۱۰-۴
تفاوت مقاومت به ضربه با سازگارکننده و بدون آن (%)	۴۱	۶۶		
سختی (Shore D)	۶۹/۶۰	۷۳/۴۰	۷۱/۴۵	۷۴/۲۰
تفاوت سختی با سازگارکننده و بدون آن (%)	۵	۳		

### مدول الاستیسیته خمشی (MOE)

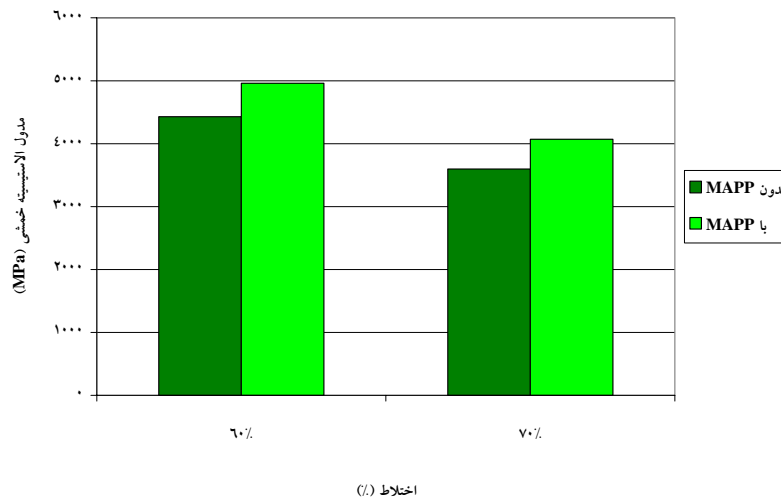
در شکل ۱ اثر عامل سازگارکننده در دو سطح اختلاط ۶۰ و ۷۰ درصد مشاهده می شود. همان طور که مشخص است با حضور عامل سازگارکننده در هر دو اختلاط مدول الاستیسیته خمشی ماده مرکب افزایش یافت، به طوری که در سطح اختلاط ۷۰٪ این افزایش به میزان ۲۳ درصد و در

سطح اختلاط ۶۰٪ به میزان ۲۲ درصد بوده و مقدار این افزایش در سطح اعتماد ۹۵٪ معنی دار بود. افزودن عامل سازگارکننده، کیفیت سطح مشترک را بهبود بخشیده و سبب افزایش مدول الاستیسیته شده است.

می توان چنین ذکر کرد که گروه های انیدرید موجود در MAPP می توانند با گروه های هیدروکسیل سطح چوب پیوند

بین الیاف و شبکه پلیمری موجب انتقال بهتر تنش ها از ماده زمینه به الیاف و در نتیجه موجب افزایش خصوصیات مکانیکی و فیزیکی کامپوزیت حاصله می شود.

کوالانسی برقرارکنند. هر عامل مالئیک انیدرید که به اسید تبدیل شده باشد می تواند بر اساس واکنش های اسید-باز با سطح چوب وارد واکنش شود. برهم کنش و چسبندگی بهتر

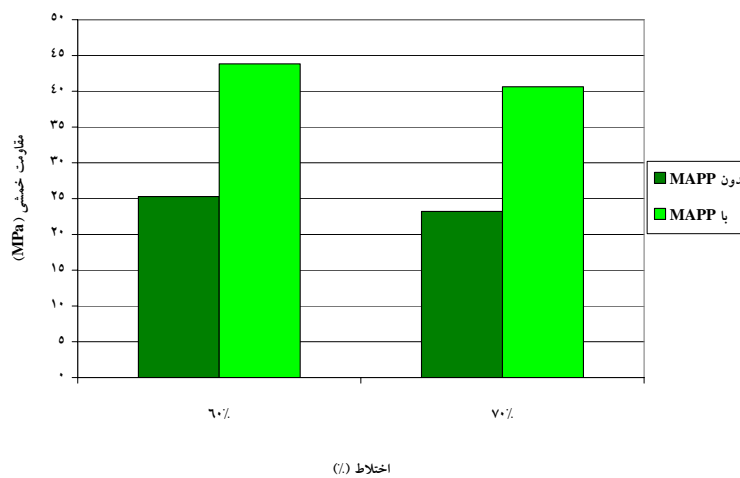


شکل ۱- اثر عامل سازگارکننده بر روی مدول الاستیسیته خمشی

هر دو سطح اختلاط باعث افزایش مقاومت خمشی گشت به طوری که میزان این افزایش در سطح اختلاط ۷۰٪، برابر با ۷۵ درصد و در سطح اختلاط ۶۰٪، برابر با ۷۳ درصد بود که این میزان افزایش از نظر آماری معنی دار بود.

#### مقاومت خمشی (MOR)

شکل ۲ تغییرات مقاومت خمشی را با در نظر گرفتن اثر عامل سازگارکننده در ۲ سطح اختلاط ۶۰ و ۷۰ درصد نشان می دهد. مشخص است که افزودن ۳٪ عامل سازگارکننده در

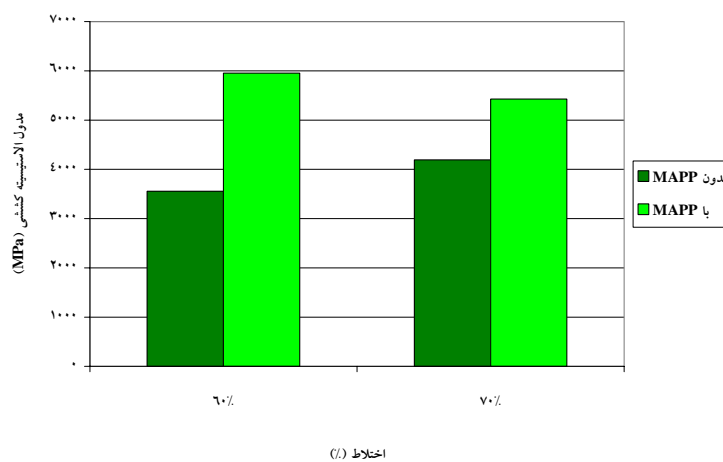


شکل ۲- اثر عامل سازگارکننده بر روی مقاومت خمشی

### مدول الاستیسیته کششی (Young's modulus)

شکل ۳ اثر افزودن عامل سازگارکننده را روی مدول الاستیسیته کششی نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود در هر دو سطح اختلاط با مصرف عامل سازگارکننده مدول الاستیسیته کششی به میزان قابل

توجهی افزایش یافته است. این افزایش در سطح اختلاط ۷۰ درصد، ۲۹ درصد و در سطح اختلاط ۶۰ درصد، ۶۷ درصد بود و مقدار این افزایش در سطح اعتماد ۹۵ درصد معنی‌دار بود.

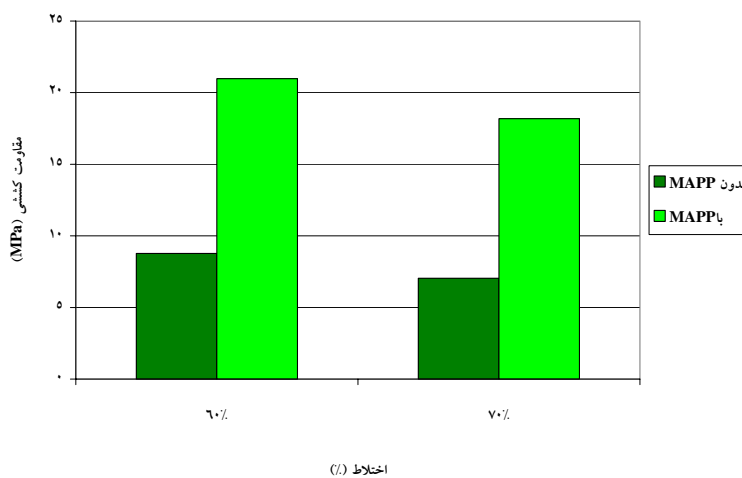


شکل ۳- اثر عامل سازگارکننده بر روی مدول الاستیسیته کششی

### مقاومت کششی (Tensile Strength)

با توجه به شکل ۴ می‌توان دریافت که استفاده از عامل سازگارکننده در هر دو سطح اختلاط ۶۰ و ۷۰ درصد

باعث افزایش مقاومت کششی به میزان ۱۳۹ و ۱۵۸ درصد گردیده است، میزان این افزایش نیز معنی‌دار بود.

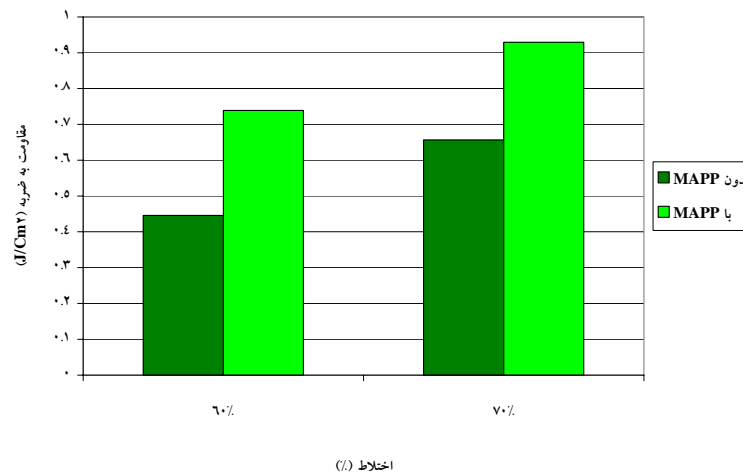


شکل ۴- اثر عامل سازگارکننده بر روی مقاومت کششی

**مقاومت به ضربه (Impact Strength)**

شکل ۵ اثر استفاده از عامل سازگارکننده را روی ویژگی مقاومت به ضربه ماده مرکب نی-پلی پروپیلن نشان می دهد. با افزودن ۳ درصد سازگارکننده در هر دو سطح

اختلاط، افزایش در مقاومت به ضربه این ترکیبها در سطح اختلاط ۶۰٪ به میزان ۶۶ درصد و در سطح اختلاط ۷۰٪ به میزان ۴۱ درصد مشاهده شد که در سطح اعتماد ۹۵ درصد این افزایش معنی دار بود.

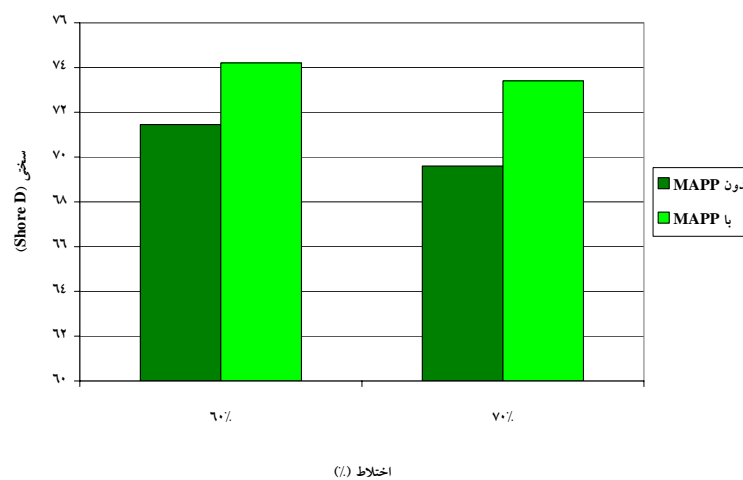


شکل ۵- اثر عامل سازگارکننده بر روی مقاومت به ضربه

**آزمون سختی (Hardness)**

تغییرات فاکتور سختی ماده مرکب نی-پلی پروپیلن با در نظر گرفتن عامل سازگارکننده برای هر دو سطح اختلاط ۶۰ و ۷۰ درصد در شکل ۶ نشان داده شده است.

میزان سختی ماده مرکب با افزودن عامل سازگارکننده به ترتیب به میزان ۳ و ۵ درصد به صورت معنی داری افزایش یافت.



شکل ۶- اثر عامل سازگارکننده بر روی فاکتور سختی

## خواص فیزیکی

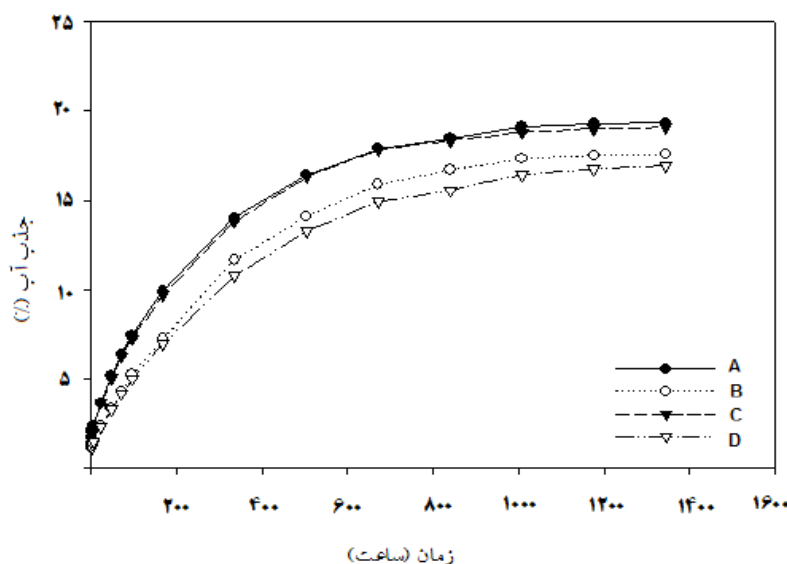
## جذب آب و واكشیدگی ضخامت

مقادیر حداکثر جذب آب و واكشیدگی ضخامت نمونه‌ها با در نظر گرفتن اثر عامل سازگارکننده در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود تیمارهای حاوی عامل سازگارکننده در مدت زمان مشابه آب کمتری نسبت به تیمارهای بدون عامل سازگارکننده جذب نمودند (شکل ۷). همچنین در مراحل اولیه شدت جذب آب توسط نمونه‌ها بیشتر بود. میزان

واكشیدگی ضخامت نیز در تیمارهای حاوی عامل سازگارکننده در بازه زمانی یکسان نسبت به تیمارهای فاقد عامل سازگارکننده کمتر بود (شکل‌های ۸ و ۹). می‌توان چنین ذکر کرد که با بهبود سطح مشترک بین ماده زمینه و پلیمر، فضاهای خالی و همچنین سطح ایفای که دارای عوامل قطبی می‌باشند توسط عوامل غیرقطبی سازگارکننده پوشش داده شده و در نتیجه از میزان جذب آب و به تبع آن از میزان واكشیدگی ضخامت تیمارهای حاوی عامل سازگارکننده کاسته خواهد شد.

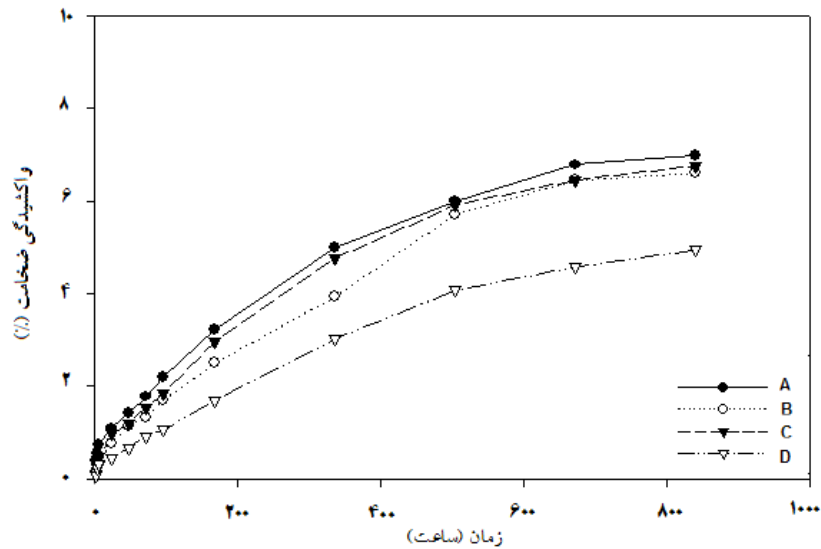
جدول ۳ - مقادیر حداکثر جذب آب و واكشیدگی ضخامت ماده مرکب با در نظر گرفتن اثر عامل سازگارکننده

تیمار	حداکثر جذب آب (%)	حداکثر واكشیدگی ضخامت در مرکز (%)	حداکثر واكشیدگی ضخامت در اطراف (%)	حداکثر واكشیدگی ضخامت کل (%)
A	۱۹/۳۵	۶/۹۹	۷/۴۱	۷/۲
B	۱۷/۵۶	۶/۶۰	۷/۳۲	۶/۹۶
C	۱۹/۰۸	۶/۷۶	۷/۳۶	۷/۰۶
D	۱۶/۹۴	۴/۹۴	۵/۳۹	۵/۱۷

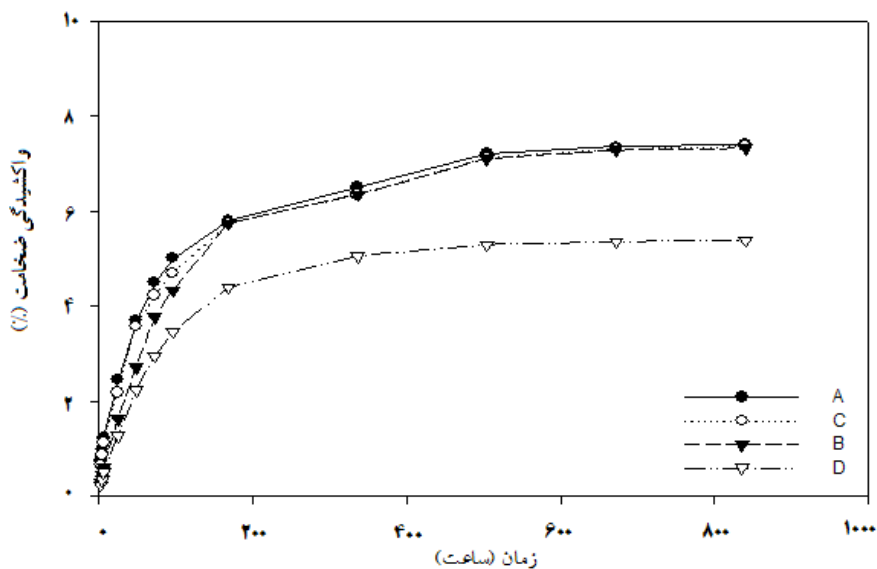


شکل ۷- اثر عامل سازگارکننده بر میزان جذب آب ماده مرکب نی- پلی پروپیلن





شکل ۸- اثر عامل سازگارکننده بر میزان واكشیدگی ضخامت ماده مرکب نی- پلی پروپیلن در مرکز



شکل ۹- اثر عامل سازگارکننده بر میزان واكشیدگی ضخامت ماده مرکب نی- پلی پروپیلن در ۴ گوشه

Materials ,Shen, C.H. and G.S. Springer).

ضریب انتشار رطوبت

جدول ۴ مقادیر محاسبه شده فاکتور ضریب انتشار رطوبت را در تیمارهای مختلف براساس معادله ۱ نشان می‌دهد. (این معادله ابتدا برای کامپوزیت‌های پلیمری دارای توجیه تصادفی ارائه شد،

(Journal of Composite- Materials., 1976. Moisture Absorption and Desorption of Composite

معادله ۱)

$$D = \pi \left[ \frac{mh}{4m_{\infty}} \right]^2 \times \left[ 1 + \left( \frac{h}{L} \right) + \left( \frac{h}{n} \right) \right]^2$$

$D$ : ضریب انتشار رطوبت

$m$ : شیب منحنی جذب آب- جذر زمان/ضخامت

$m_{\infty}$ : حداکثر جذب آب $h$ : ضخامت $L$ : طول $n$ : پهنا

## جدول ۴- مقادیر ضریب انتشار رطوبت در

## تیمارهای مختلف

تیمار	ضریب انتشار رطوبت ( $\text{mm}^2\text{s}^{-1}$ )
A	E-۰۳ ۱/۹۴۶
B	E-۰۳ ۱/۹۴۵
C	E-۰۳ ۱/۹۵۶
D	E-۰۳ ۱/۸۱۷

## بحث

## خصوصیات مکانیکی

به طور کلی ملاحظه شد که با استفاده از عامل سازگارکننده MAPP ویژگی‌های مکانیکی ماده مرکب نی-پلی پروپیلن به صورت معنی دار بهبود یافت. در مورد مدول الاستیسیته خمشی و مدول الاستیسیته کششی، افزودن عامل سازگارکننده، ضمن بهبود اتصال در سطح مشترک بین ذرات پرکننده و ماده زمینه، سبب توزیع مناسب تر ذرات پرکننده در ماتریس پلیمری شده و در نتیجه مدول الاستیسیته نمونه ها را افزایش می دهد. همچنین استفاده از عامل سازگارکننده سبب ایجاد ساختاری همگن تر در ماده مرکب می گردد. هر چه ساختار یک ماده همگن تر باشد، توزیع تنش در هنگام وارد کردن بار استاتیک بهبود یافته و تمرکز تنش در ناحیه ای از محصول کمتر اتفاق خواهد افتاد، در نتیجه ظرفیت تحمل تنش و مقاومت خمشی افزایش می یابد. در مورد اثر بهبود دهندگی عامل سازگارکننده روی مقاومت

کششی نمونه‌های حاوی MAPP نسبت به نمونه‌های فاقد آن، همان‌طور که ذکر شد جهت انتقال مؤثر تنش و نیز توزیع مناسب بار، وجود یک اتصال قوی در سطح مشترک دو فاز لازم است. بدون سازگارکننده ذرات پرکننده به صورت اجزایی مجزا با اتصال‌های ضعیف دورن ماده زمینه حضور دارند و لذا نمی‌توانند به شکل مؤثر در توزیع تنش وارد به ماده مرکب شرکت نمایند. در آزمون مقاومت به ضربه، بدون استفاده از عامل سازگارکننده، همواره به علت عدم وجود اتصال مناسب و محکم، در سطح مشترک بین دو فاز ترک‌های ریز میکروسکوپی وجود دارد که ناشی از سازگار نبودن ذرات پرکننده با ماده زمینه می‌باشند. این ترک‌های ریز مقاومت در برابر تنش حاصل از ضربه را کاهش می‌دهند. عامل سازگارکننده نقش بسزایی در بهبود اتصال و حذف این ترک‌های ریز میکروسکوپی دارد و لذا موجب تقویت و بهبود عملکرد ماده مرکب در برابر تنش حاصل از ضربه می‌گردد. میزان سختی ماده مرکب نیز با مصرف عامل سازگارکننده افزایش یافت. (Gatenholm & Felix, 1994, Lu et al., 1995, Karmarker & Youngquist, 1994, Oksman, 1995 و Rowell et al., 2000، نیز در این زمینه به نتایج مشابهی دست یافتند.

## خصوصیات فیزیکی

کمتر بودن میزان جذب آب نمونه‌های حاوی عامل سازگار کننده را می‌توان به بهبود اتصال در سطح مشترک بین دو فاز و کاهش ترک‌های ریز میکروسکوپی درون ماده مرکب نسبت داد. همچنین در مراحل اولیه شدت جذب آب نمونه بیشتر می‌باشد. در توضیح این رویداد باید به مراحل جذب آب توسط ماده مرکب توجه نمود.

- Karmarker, A.C. and Youngquist, J.A., 1995. Injection molding of polypropylene reinforced with short jute fiber, USDA Forest service, Forest products laboratory, Madison, WI, USA.
- Kim, H., Lee, B. and Choi, S. W., 2007. The effect of types of maleic anhydride- grafted polypropylene (MAPP) on the interfacial adhesion properties of bio- flour – filled polypropylene composites, laboratory of Adhesion and Bio- Composites, Seoul National university, Seoul, South Korea.
- Lu, M; Collier, JR and Collier BJ., 1995. Improving mechanical properties of polyethylene-wood fiber composites by compounding and in line maleation. *An TEC*, 95(2). Materials, Boston, Massachusetts, USA, 1437p. 7-11 May.
- Lu, J.Z., Wu, Q. and Mc Nabb, H. S., 2000. Chemical coupling in wood fiber and polymer composites: A review of coupling agents and treatments, *Wood and fiber science*, 23(1): 88-104.
- Maldas, D. and Kokta, V., 1993. Role of coupling agents and treatment on the performance of wood fiber- thermoplastic composites, *wood fiber/polymer composites*, Forest products Society, Madison, U.S.A, 112-120.
- Oksman, K., 1997. Improved properties of the thermoplastic wood flour composites, Doctoral thesis, Lulea University of Technology, Skelleftea, Sweden.
- Rowell, MR; Lange, SE and Jacobson, RE. 2000. Weathering performance of plant-fiber thermoplastic composites. *Mol. Cryst. and Liq*, 353(2): 85-94.
- Sanadi, A. R., Caulfield, D. F., Stark, N. M. and Clemons, C., 1999. Thermal and mechanical analysis of lignocellulosic polypropylene composites. Fifth international conference on wood fiber- plastic composites, May 26-27, Madison, Wisconsin.
- Yong Lei, Qinglin Wu, Fei Yao, Yanjun Xu. (2007). Preparation and Properties of Recycled HDPE/Natural Fiber Composites, *Composites Part A*, 38: 1664–1674.

به طور کلی جذب رطوبت توسط الیاف در سه مرحله اتفاق می افتد: مرحله اول پخش و انتشار آب در سطح الیاف است. مرحله دوم شامل انتشار از طریق هوا در فواصل بین الیاف از سطح دسته فیبری به سطح یک فیبر می باشد و مرحله سوم انتشار از سطح یک فیبر به داخل آن است. بنابراین به دلیل انتشار آب در مرحله اول و دوم، جذب آب در مراحل اولیه غوطه وری زیاد است. همچنین با افزودن عامل سازگارکننده MAPP به ترکیبات از میزان جذب آب و واکنشیدگی ضخامت و به تبع آن از میزان انتشار رطوبت کاسته خواهد شد. با کاهش درصد اختلاط آرد ن، میزان جذب آب و واکنشیدگی ضخامت کاهش می یابد و به تبع آن میزان انتشار رطوبت نیز کاهش می یابد. همچنین با افزودن عامل سازگارکننده MAPP با نسبت وزنی ۳٪ به ترکیبات به طور کلی سبب بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی ماده مرکب آردنی-پلی پروپیلن گردید.

### منابع مورد استفاده

- Gatenholm, P. and Felix, J., 1994. Methods for improvement of properties of cellulose- polymer composites. *Wood fiber/ polymer composites*. Forest Products Society, Madison, U.S.A: 20-24.
- Hristov, V.N., Vasileva, St., Krumova, M., Lach, R. and Michler, G.H., 2004. Deformation mechanisms and mechanical properties of modified polypropylene/ wood fiber composites. *Composites polymer composite*, 25(5): 15-22.

## Effect of compatibilizer, MAPP, on physical and mechanical properties of reed stem flour- polypropylene composites

Azad, F.<sup>\*1</sup>, Faezipoor, M.<sup>2</sup> and Tajvidi, M.<sup>3</sup>

1.\* Corresponding author, M.Sc. , Wood & Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources University of Tehran, IRAN Email: Fattaneh Azad @gmail.com

2. Prof., Faculty of Natural Resources University of Tehran, IRAN.

3. Assistant Prof., Faculty of Natural Resources University of Tehran, IRAN.

Received: December, 2009

Accepted: April, 2009

### Abstract

In order to investigate the effect of compatibilizer, (MAPP), on physical and mechanical properties of reed stem flour- polypropylene composites, 60 mesh size reed stem flour particles were compounded at 60% and 70% by weight with a polypropylene homopolymer with a melt flow index of 18 g/10min. Two compounds were prepared from which formulations with 60 mesh particle size and 60% and 70% filler loading were selected to evaluate the role of the compatibilizer. One of them was without MAPP and the other one had 3% MAPP by weight. Totally, 4 compounds were prepared. Composites were produced using a twin screw counter rotating extruder. Then, mechanical tests including static flexural test, tensile test, Izod impact test and hardness test were carried out. Physical tests including water absorption and thickness swelling were also performed. All testing was in accordance with ASTM D7031-04 specification. The results of physical tests have indicated that by the increase in reed flour content, maximum water absorption and maximum thickness swelling increased. Generally, by adding the coupling agent (MAPP), the physical and mechanical properties significantly improved.

**Keywords:** composites, reed flour, polypropylene, coupling agent, mechanical properties, physical properties.