

## مطالعه رفتار خزشی مواد مرکب ساخته شده از مخلوط آرد تخته خرده چوب و تخته فیبر نیمه سنگین - ضایعات پلی اتیلن سنگین (HDPE) و تاثیر جذب آب بر آن

مرتضی مصطفی زاده مرزناکی<sup>1\*</sup>، سعید کاظمی نجفی<sup>2</sup>، مجید چهارمحالی<sup>3</sup> و رضا حاج حسنی<sup>3</sup>

1- مسئول مکاتبات، کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس  
پست الکترونیک: mostafazadeh6@yahoo.com

2- دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس

3- کارشناس ارشد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ پذیرش: اردیبهشت 1388

تاریخ دریافت: آبان 1387

### چکیده

در این تحقیق، اثر مقدار پرکننده و زمان غوطه‌وری در آب بر رفتار خزشی مواد مرکب چوب - پلاستیک ساخته شده از مخلوط آرد تخته خرده چوب (Particle Board) و تخته فیبر نیمه سنگین (Medium density fiber board) - پلی اتیلن سنگین ضایعاتی بررسی شد. اختلاط بوسیله یک اکسترودر دوماردونه ناهمسوگرد مدل WPC-4815 انجام شد و نمونه‌ها بوسیله پرس گرم مسطح ساخته شدند. قبل از انجام آزمون خزش، مدول الاستیسیته و مقاومت خمشی مواد مرکب چوب - پلاستیک اندازه‌گیری شد. بررسی نتایج نشان داد که با افزایش مقدار آرد از 60 به 70 درصد مدول الاستیسیته افزایش می‌یابد و پس از آن با افزایش درصد آرد به 80 درصد مدول الاستیسیته کاهش می‌یابد. به علاوه با افزایش درصد آرد از 60 به 80 درصد مقاومت خمشی به طور معنی‌دار و خطی کاهش پیدا کرد. نتایج مطالعه رفتار خزشی نشان داد که با افزایش مقدار آرد مقاومت به خزش افزایش می‌یابد و جذب آب روی رفتار خزشی مواد مرکب آرد چوب - پلی اتیلن سنگین اثر منفی دارد. در تمام سطوح پرکننده با افزایش زمان غوطه‌وری خزش نیز افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: ضایعات پلی اتیلن سنگین؛ جذب آب؛ رفتار خزشی؛ مواد مرکب چوب - پلاستیک؛ پرس گرم

### مقدمه

خاکاره چوب ماسیو داشته باشند. این امر سبب تجمع آنها در محیط تولید و مصرف می‌شود و بعد از ریخته شدن در محیط مشکلات متعددی را برای کارخانجات و محیط زیست به وجود می‌آورد. بنابراین امکان استفاده مجدد از این ضایعات همواره توجه متخصصان علوم و صنایع چوب و مواد مرکب آن را به خود معطوف داشته است. چهارمحالی (1384) برای اولین بار امکان استفاده

در سالهای اخیر با توجه به مصرف روز افزون تخته خرده چوب و تخته فیبر نیمه سنگین (MDF) برای تولید انواع متنوعی از محصولات چوبی، سالانه به مقدار قابل توجهی ضایعات به صورت خاک اره و قطعات ضایعاتی تولید می‌شود که به علت وجود چسب و انتشار گاز فرم‌آلدهید، این ضایعات نمی‌توانند کاربردهایی نظیر

و آب توسط مواد مرکب چوب-پلاستیک از پارامترهای مهم محدود کننده می‌باشد که روی بسیاری از خواص مکانیکی و همچنین دوام طبیعی و نهایتاً کاربرد نهایی آنها تاثیر می‌گذارد. روند و مقدار جذب آب در مواد مرکب چوبی بوسیله محققین مختلفی مورد مطالعه قرار گرفته است (Merdas و همکاران، 2001؛ Yang و همکاران، 2006؛ Kazemi Najafi و همکاران، 2007). نتایج نشان می‌دهد که روند و مقدار جذب آب در مواد مرکب چوبی تحت تاثیر نوع، مقدار و ابعاد پرکننده، نوع پلیمر و بازیافتی یا خام (Virgin) بودن آن، درجه حرارت، استفاده یا عدم استفاده از سازگارکننده می‌باشد.

یکی از مشخصه‌های مهم و کاربردی مواد مرکب چوب-پلاستیک که می‌تواند تحت تاثیر رطوبت قرار گیرد رفتار وابسته به زمان (خزش) آنها می‌باشد. بطور کلی، تغییر شکل وابسته به زمان محصول تحت یک بار ثابت و درجه حرارت ثابت به عنوان خزش شناخته می‌شود. با گذشت زمان ممکن است تغییر شکل خزشی از مقدار معینی در سازه‌ها بیشتر شده و سبب شکست شود. بنابراین خزش یکی از مشخصه‌های اصلی مواد مرکب چوب - پلاستیک می‌باشد که منجر به عملکرد ضعیف در بعضی از کاربردها می‌شود. در بارگذاری کوتاه و بلند مدت، در نظر گرفتن خزش و گسیختگی خزش (رفتار استمرار بار) مواد مرکب چوب-پلاستیک، امری اجتناب ناپذیر است و طراحی مهندسی باید براساس حد گسیختگی در خزش همراه با پیش‌بینی دقیق آن انجام شود. به رغم پیشرفت‌های اخیر در روش‌های فرآوری و بهبود خواص مکانیکی مواد مرکب چوب-پلاستیک گزارشات محدودی درباره خزش این مواد و اثر عوامل مختلف روی آن وجود دارد (Park و Balatinecz، 1998؛ Sain و همکاران، 2000؛ Lee و

از انواع ضایعات تخته خرده چوب و MDF (در درصد های بالا یعنی 60، 70 و 80 درصد) را در ساخت مواد مرکب چوب-پلاستیک (Wood Plastic Composites) مورد مطالعه قرار داد و خواص فیزیکی و مکانیکی مواد مرکب چوب-پلاستیک حاصل را با تخته‌های رایج یعنی تخته خرده چوب و MDF مقایسه نمود. مواد مرکب چوب-پلاستیک محصولات نسبتاً جدیدی هستند که از مخلوط ترموپلاستیک‌ها نظیر پلی پروپیلن، پلی اتیلن، پلی استایرن و... با انواع آرد و الیاف مواد لیگنوسلولزی ساخته می‌شوند و طی سالیان اخیر رشد و توسعه چشمگیری داشته اند.

نتایج تحقیق چهار محالی (1384) نشان داد که مواد مرکب چوب-پلاستیک ساخته شده با درصدهای بالای ضایعات تخته خرده چوب و MDF جذب آب و واکنشیدگی بسیار کمتری نسبت به تخته رایج یعنی تخته خرده چوب و MDF دارند ضمن اینکه خواص مکانیکی مواد مرکب چوب-پلاستیک حاصل نیز در اکثر موارد در حد خواص مکانیکی تخته خرده چوب و MDF و در مواردی هم بیشتر بوده است.

با توجه به جذب آب کم مواد مرکب چوب-پلاستیک استفاده از آنها برای مصارف بیرونی شدیداً مورد توجه می‌باشد. اما باید اذعان داشت که طبیعت آب دوست پرکننده‌های سلولزی موجب جذب رطوبت و آب در مواد مرکب چوب-پلاستیک بویژه در درصد های بالاتر پرکننده سلولزی می‌شود (زمینه یا همان ترموپلاستیک جذب آب ناچیز دارد) که این ویژگی در کاربردهای جدید مواد مرکب چوب-پلاستیک برای مصارف بیرونی که مستلزم تماس آنها با شرایط جوی و محیط‌های آبی و مرطوب می‌باشد، بسیار حایز اهمیت است. جذب رطوبت

مطالعه رفتار خزشی مواد مرکب ساخته شده از مخلوط آرد...

شیر با شاخص جریان مذاب (MFI<sup>2</sup>)، 18/4 g/10min در شرایط دمای 170 °C و با وزنه 2/16 kg به عنوان پلاستیک در این تحقیق استفاده شده است. تجزیه و تحلیل ذرات پودر پلی اتیلن سنگین ضایعاتی در جدول 1 آورده شده است.

#### ضایعات تخته خرده چوب و تخته فیبر نیمه سنگین:

در این تحقیق ابتدا دو نوع ضایعات تخته خرده چوب از کارخانه نئوپان گنبد و دو نوع ضایعات تخته فیبر نیمه سنگین از کارخانه خزر چوب تهیه شدند: 1- خاک اره حاصل از برش تخته‌ها 2- قطعات حاصل از کناره‌بری تخته‌ها که این قطعات ابتدا توسط یک آسیاب تیغه‌ای به خرده‌های کوچک تبدیل شدند. سپس این خرده‌ها توسط یک آسیاب چکشی آزمایشگاهی به پودر با مش 20 تبدیل شدند. دو بخش مذکور با نسبت‌های مساوی با هم مخلوط شدند. سپس آرد حاصل از تخته خرده چوب و تخته فیبر نیمه سنگین با نسبت‌های مساوی با هم مخلوط شدند. تجزیه و تحلیل ذرات این مخلوط در جدول 1 آورده شده است.

همکاران، 2004؛ Kobbe و همکاران، 2005). بنابراین با توجه به عملکرد مطلوب آرد حاصل از ضایعات تخته خرده چوب و MDF در ساخت مواد مرکب چوب-پلاستیک و با توجه به اینکه اطلاعات بسیار محدودی در رابطه رفتار خزشی مواد مرکب چوب پلاستیک و تاثیر جذب آب روی آن موجود است؛ این پژوهش با هدف ارزیابی رفتار خزشی مواد مرکب چوب - پلاستیک ساخته شده از مخلوط آرد تخته خرده چوب و تخته فیبر نیمه سنگین - پلی اتیلن سنگین ضایعاتی (بدون استفاده از سازگار کننده) و تاثیر زمان غوطه‌وری در آب روی رفتار خزشی آنها انجام شده است.

#### مواد و روشها

**پلی اتیلن ضایعاتی:** استفاده از ضایعات پلاستیک‌ها و چرخه مجدد آنها از نظر ملاحظات زیست محیطی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به همین منظور از خرده‌های پلی اتیلن سنگین (HDPE<sup>1</sup>) ضایعاتی بدست آمده از بطری های

جدول 1: تجزیه و تحلیل ذرات ضایعات تخته خرده چوب و تخته فیبر نیمه سنگین و پودر پلی اتیلن سنگین ضایعاتی

نوع ذرات	مش <30	30-40	40-50	50-100	>100
تخته خرده چوب (%)	15	16	20	30	21/5
تخته فیبر نیمه سنگین (%)	12/5	11/5	16	29/5	35/5
پودر پلی اتیلن سنگین ضایعاتی (%)	12	19	27	35	9

سانتیگراد و با سرعت 10 دور بر دقیقه با هم مخلوط شدند و پس از اختلاط، توسط یک آسیاب تیغه‌ای به پلت<sup>3</sup> تبدیل شدند. پلت‌ها قبل از مرحله پرس گرم در آون با دمای 80 درجه سانتیگراد و به مدت 24 ساعت خشک شدند.

1-High Density Polyethylene

2-Melt Flow Index

3- pellet

**فرآیند اختلاط:** آرد حاصل از تخته در یک آون در دمای 80 درجه سانتیگراد و به مدت 24 ساعت خشک شد و برای جلوگیری از جذب رطوبت داخل کیسه‌های پلاستیکی ریخته شد. مخلوط آرد خشک شده و پلی اتیلن سنگین ضایعاتی با نسبت درصد وزنی مورد نظر (مطابق جدول 2) توسط یک دستگاه اکسترودر دو ماردونه مدل 4815 - WPC ساخت شرکت برنا پارس مهر در دمای 175 درجه

**جدول 2: درصد وزنی اجزاء تشکیل دهنده ترکیبات**

**مختلف مواد مرکب چوب-پلاستیک**

ترکیب	مقدار پلی اتیلن	مقدار مخلوط آرد
سنگین ضایعاتی (%)	تخته خرده چوب و تخته فیبر	نیمه سنگین (%)
1	100	0
2	40	60
3	30	70
4	20	80

**ساخت تخته‌ها:** از اختلاط‌های انجام شده با استفاده از

قالب به وسیله دستگاه پرس گرم هیدرولیک صفحاتی (مواد مرکب چوب-پلاستیک) به ضخامت اسمی 1 سانتیمتر و ابعاد اسمی 35×35 سانتی متر تهیه گردید. زمان و دمای پرس گرم به ترتیب 25 دقیقه و 195 °C بوده است. پس از اتمام زمان پرس گرم، تخته‌ها به مدت 5 دقیقه در داخل پرس سرد قرار داده شدند تا تحت فشار سرد شوند.

**آزمون خمش سه نقطه‌ای:** برای اندازه‌گیری مدول

الاستیسیت و مقاومت خمشی، آزمون خمش با سه نقطه بارگذاری مطابق استاندارد DIN-EN 310 مورد استفاده

**معادله 1: وزن خشک / 100 × ( وزن خشک - وزن بعد از غوطه وری) = جذب آب %**

(بدون غوطه وری)، 15 و 30 روز غوطه وری در آب انجام شد. با توجه به خاصیت آب‌گریزی پلی اتیلن و عدم جذب آب به وسیله آن، آزمون خزش برای پلی اتیلن انجام نشده است.

**نتایج**

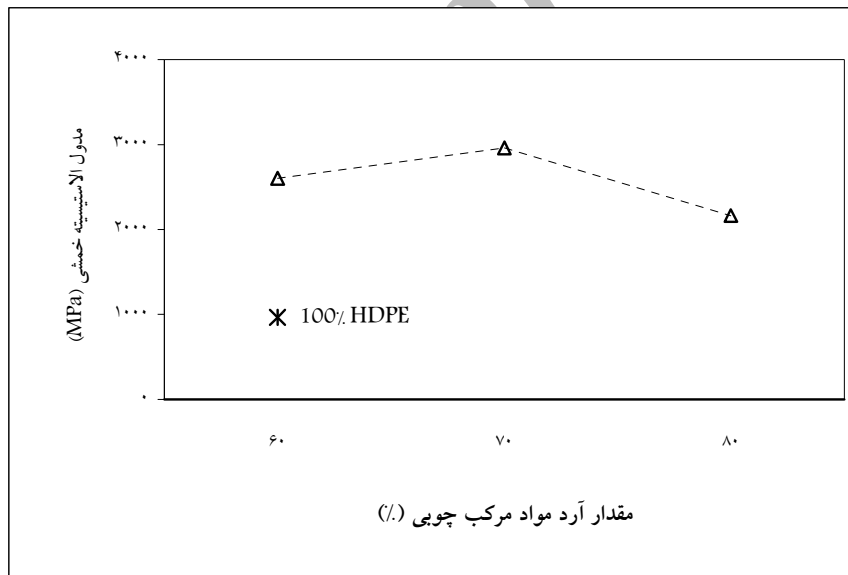
**مدول الاستیسیت خمشی:** شکل 1 اثر آرد مواد مرکب چوبی بر مدول الاستیسیت مواد مرکب چوب-پلاستیک مورد مطالعه را نشان می‌دهد. با توجه به شکل مدول

**آزمون خزش:** نمونه‌های خمشی استاندارد برای آزمون خزشی مورد استفاده قرار گرفت. سطح بارگذاری 20٪ حداکثر بار خمشی تعیین شد. آزمون خزش خمشی سه نقطه‌ای با اندازه‌گیری مداوم جابجایی نقطه میانی نمونه‌ها در مدت زمان 60 دقیقه (30 دقیقه خزش و 30 دقیقه بازگشت) در دمای 1±25 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 5±70٪ بوسیله یک کرنش سنج انجام شد. برای ارزیابی مقدار جذب آب روی رفتار خزشی، آزمون خزش در سه وضعیت شامل: شرایط تعادل با محیط

مطالعه رفتار خزشی مواد مرکب ساخته شده از مخلوط آرد...

چوبی از 60 به 70 درصد مدول الاستیسیته افزایش می‌یابد و پس از آن با ازدیاد مقدار آرد به 80 درصد مدول الاستیسیته کاهش می‌یابد به طوری که از سطح 60 درصد آرد هم کمتر می‌شود. در سطح 80 درصد به دلیل افزایش مقدار آرد و کاهش مقدار پلاستیک، در این حالت پلیمر نقش یک چسب را ایفا می‌کند و چون مقدار کافی پلاستیک برای چسباندن مناسب آرد وجود ندارد، مواد مرکب حاصل به خوبی قابلیت تحمل نیروهای تغییر شکل را ندارد که این امر سبب کاهش مدول الاستیسیته خمشی می‌شود. Sanadi و همکاران (2001) نیز مدول الاستیسیته مواد مرکب چوب پلاستیک ساخته شده با 80 درصد ایاف را کمتر از 60 درصد ایاف گزارش نمودند.

الاستیسیته پلی‌اتیلن ضایعاتی با افزودن آرد مواد مرکب چوبی به مقدار قابل توجهی افزایش می‌یابد. مدول الاستیسیته ماده مرکب به شدت تحت تاثیر مدول اجزای تشکیل دهنده آن قرار دارد. از آنجایی که مواد لیگنوسلولزی دارای مدول بالاتری می‌باشند (Jayaraman و Bhattacharyya, 2004) بنابراین میزان مدول الاستیسیته ماده مرکب با افزودن آرد مواد مرکب چوبی به پلی‌اتیلن سنگین ضایعاتی بهبود می‌یابد. بالا رفتن مدول معرف کمتر شدن تغییر شکل ماده مرکب تحت بار است که در سازه‌های مهندسی که باید بار زیادی را بدون تغییر شکل تحمل کنند عامل مثبتی به شمار می‌آید. شکل 1 همچنین نشان می‌دهد با افزایش درصد آرد مواد مرکب



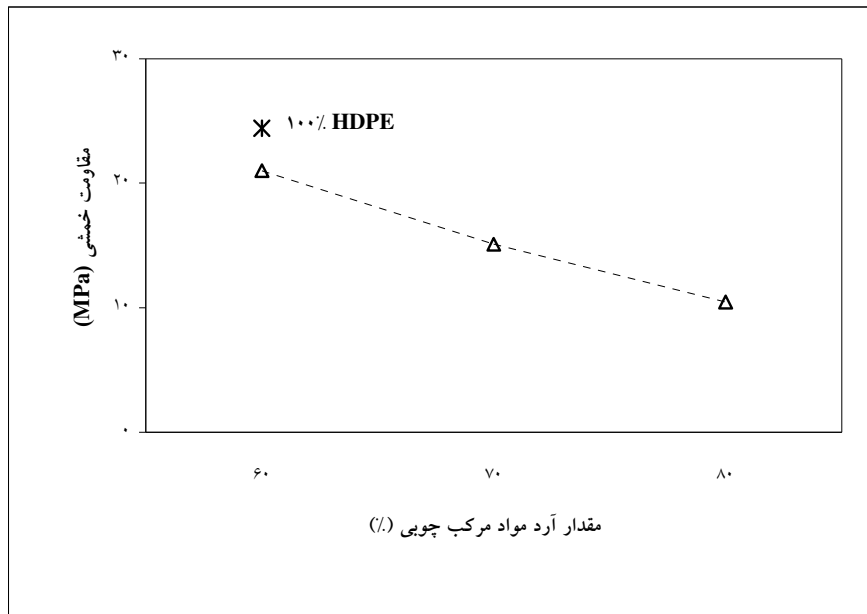
شکل 1- اثر مقدار مخلوط آرد تخته خرده چوب و تخته فیبر نیمه سنگین بر مدول الاستیسیته مواد مرکب چوب - پلاستیک

بیشتری نسبت به مواد مرکب حاصل از آن دارد. افزودن 60% مواد مرکب چوبی مقاومت خمشی پلیمر را به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد که این کاهش با افزودن درصد آرد افزایش می‌یابد. مقاومت خمشی مواد مرکب

مقاومت خمشی: شکل 2 اثر مخلوط آرد تخته خرده چوب و تخته فیبر نیمه سنگین را بر مقاومت خمشی مواد مرکب چوب پلاستیک نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود پلی‌اتیلن سنگین ضایعاتی مقاومت خمشی

می‌کند، کاهش مقدار آن از چسبندگی بین ذرات کاسته و در نتیجه مقاومت خمشی بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد.

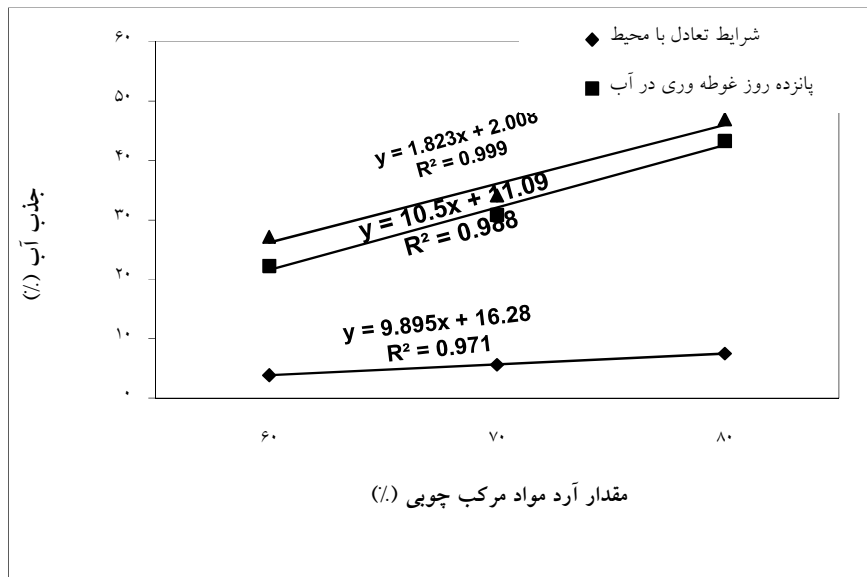
چوب-پلاستیک تحت تاثیر چسبندگی بین پلیمر و پرکننده سلولزی می‌باشد. همانطور که قبلاً بیان در درصدهای زیاد پرکننده سلولزی که پلیمر نقش چسب (اتصال از نوع مکانیکی) را برای چسباندن ذرات ایفا



شکل 2- اثر مقدار مخلوط آرد تخته خرده چوب و تخته فیبر نیمه سنگین بر مقاومت خمشی مواد مرکب چوب - پلاستیک

مورد مطالعه با توجه به درصد بالای پرکننده و ماهیت آبدوستی آن قابل انتظار است. در واقع با افزایش مقدار آرد چوب بر مقدار ماده آب دوست یعنی آرد مواد مرکب چوبی افزوده می‌شود و از طرف دیگر بر مقدار پلاستیک که یک ماده آب گریز است، کاسته می‌شود؛ در نتیجه جذب آب ماده مرکب چوب - پلاستیک افزایش می‌یابد. از طرفی پلی اتیلن در اثر حرارت ذوب شده و علاوه بر متصل کردن ذرات چوب به هم یک پوشش ضد آب در سطح آنها ایجاد می‌کند در نتیجه با کاهش مقدار آن از پوشیدگی سطح الیاف با پلاستیک کاسته می‌شود بالطبع با افزایش آرد جذب آب بیشتر خواهد شد.

جذب آب: شکل 3 رطوبت مواد مرکب ساخته شده از مخلوط آرد تخته خرده چوب و تخته فیبر نیمه سنگین-پلی اتیلن سنگین ضایعاتی را در شرایط تعادل با محیط و بعد از 15 و 30 روز غوطه‌وری در آب نشان می‌دهد. به طور کلی با افزایش درصد آرد مواد مرکب چوبی از 60 به 80 درصد مقدار رطوبت (جذب آب) به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد. به علاوه با غوطه‌وری مواد مرکب مورد مطالعه در آب (15 روز)، این مواد بطور نسبتاً قابل ملاحظه‌ای آب جذب می‌کنند و دو برابر کردن مدت غوطه‌وری (30 روز) تاثیر نسبتاً کمی بر افزایش جذب آب داشته است. جذب آب نسبتاً زیاد مواد مرکب



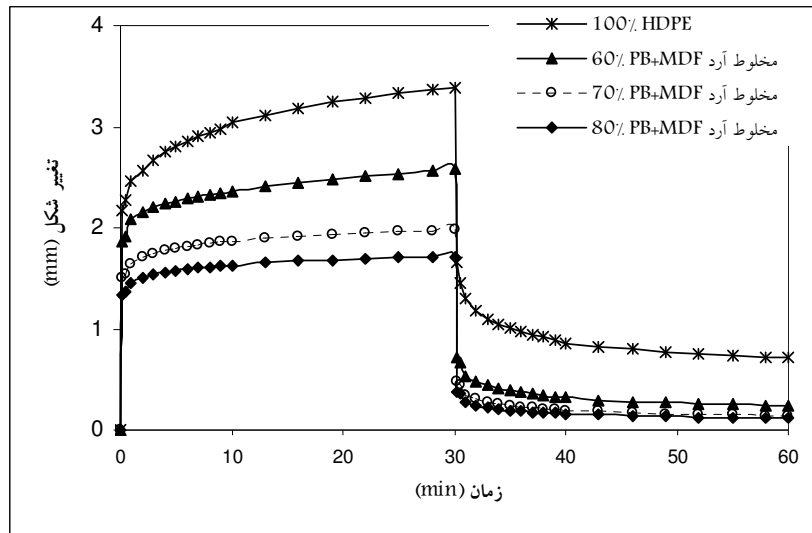
شکل 3- رابطه بین درصد جذب آب و مقدار مخلوط آرد تخته خرده چوب و تخته فیبر نیمه سنگین در مواد مرکب چوب - پلاستیک

حدود 30 و 33 درصد کاهش می‌یابند (جدول 2) و در مواد مرکب چوب-پلاستیک دارای 80 درصد آرد تقریباً تمام خزش قابل برگشت می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهند که اضافه نمودن آرد تاثیر مثبتی بر روی رفتار خزشی مواد مرکب چوب - پلاستیک دارد و باعث کاهش آن می‌شود. خزش بازگشت ناپذیر (تغییر شکل دائمی) در پلی اتیلن بدون پرکننده حدود 3 برابر پلی اتیلن دارای 60 درصد پرکننده و بیش 6 برابر پلی اتیلن دارای 80 درصد پرکننده است. Sain و همکاران (2000) نیز خزش پلی اتیلن را بیشتر از مواد مرکب پلی اتیلن - چوب گزارش کردند. Merdas و همکاران (2001) اظهار داشتند هر دو ماده تشکیل دهنده مواد مرکب چوب-پلاستیک (یعنی پرکننده سلولزی و پلاستیک) رفتار ویسکوالاستیک دارند اما رفتار الاستیک پرکننده سلولزی بیشتر از بخش پلاستیکی است. بنابراین انتظار می‌رود با افزایش بخش سلولزی خزش مواد مرکب چوب - پلاستیک کاهش یابد.

خزش: منحنی خزش - بازگشت<sup>1</sup> حاصل از بارگذاری خمشی پلی اتیلن بازیافتی و مواد مرکب چوب پلاستیک ساخته شده از آن در شرایط تعادل با محیط در شکل 4 نشان داده شده است. جدول 3 نیز خلاصه پارامترهای مختلف خزش - بازگشت نمونه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. به طور کلی، با افزایش درصد آرد خزش کاهش یافته است، طوری که حداکثر خزش در پلی اتیلن بازیافتی (بدون آرد) و حداقل آن در 80 درصد آرد مشاهده می‌شود. با افزایش درصد آرد، مواد پلیمری (که در آنها تغییر شکل وابسته به زمان شدید است) کاهش پیدا می‌کند. بنابراین کاهش در خزش ناشی از اضافه نمودن پرکننده به آن است. در واقع کاهش در تغییر شکل خزشی با شکنندگی که ناشی از افزودن آرد چوب است، رابطه معکوسی دارد.

در شرایط تعادل با محیط، تغییر شکل آنی و حداکثر خزش با افزایش درصد آرد از 60 به 80 درصد به ترتیب

1-Creep/Recovery



شکل 4- اثر مقدار مخلوط آرد تخته خرده چوب و تخته فیبر نیمه سنگین بر رفتار خزش مواد مرکب چوب - پلاستیک (شرایط تعادل با محیط)

سه پارامتر بالاتر از پارامترهای مشاهده شده برای پلی اتیلن بدون پرکننده می‌باشند. به مانند شرایط تعادل با محیط، بازگشت آبی مواد مرکب حاوی 80 درصد آرد در 15 و 30 روز غوطه‌ورسازی بیشتر از تغییر شکل آبی می‌باشد. این تغییرات بیانگر اهمیت تاثیر جذب آب بر رفتار خزش مواد مرکب چوب-پلاستیک به عنوان یک خاصیت کاربردی بسیار مهم می‌باشد که لزوم کنترل و کاهش جذب آب را در مواد مرکب چوب-پلاستیک می‌طلبد.

افزایش خزش در اثر جذب آب را می‌توان به دو صورت توضیح داد: 1- رطوبت سبب کاهش صلبیت (مدول الاستیسیته) و افزایش انعطاف‌پذیری نمونه‌ها می‌شود. در مواد مرکب چوبی نظیر تخته فیبر نیز افزایش رطوبت باعث افزایش قابل توجه خزش می‌شود (Bodig و Jane, 1982). 2- تخریب ساختار درونی به دلیل جذب آب. در واقع جذب آب می‌تواند منجر به تخریب اتصالات بین ماتریکس (پلاستیک) و پرکننده سلولزی شود و سبب افزایش مقدار خزش گردد. علت دوم بعید به نظر می‌رسد

اثر جذب آب بر رفتار خزش: شکل‌های 4 تا 6 تاثیر جذب آب بر منحنی خزش-بازگشت مواد مرکب ساخته شده از مخلوط آرد تخته خرده چوب و تخته فیبر نیمه سنگین - پلی اتیلن سنگین ضایعاتی را نشان می‌دهد. با توجه به شکل‌ها در تمام سطوح مقدار آرد چوب (یعنی 60، 70 و 80 درصد)، با افزایش زمان غوطه‌وری در آب مقدار خزش افزایش یافته است. مطابق جدول 3 بیشترین مقدار خزش مربوط به 60 درصد مخلوط آرد تخته خرده چوب و تخته فیبر نیمه سنگین در زمان 30 روز غوطه‌وری در آب و کمترین مقدار خزش مربوط به 80 درصد مخلوط آرد تخته خرده چوب و تخته فیبر نیمه سنگین در شرایط تعادل با محیط می‌باشد. جدول 3 همچنین نشان می‌دهد که با افزایش زمان غوطه‌وری هر سه پارامتر تغییر شکل آبی، خزش حداکثر و خزش غیر قابل برگشت برای هر سه سطح مقدار پرکننده (یعنی 60، 70 و 80 درصد) افزایش یافته است؛ طوری که در بیشتر موارد مقادیر این



مطالعه رفتار خزشی مواد مرکب ساخته شده از مخلوط آرد...

وری از 15 به 30 روز تاثیر کمی روی مقدار جذب آب نمونه‌ها داشته است و قسمت عمده جذب آب در همان 15 روز اول انجام شده است. بنابراین میزان تغییر خزش از 15 روز غوطه‌وری به 30 روز هماهنگ و منطبق بر میزان تغییر جذب آب در طی این مدت است.

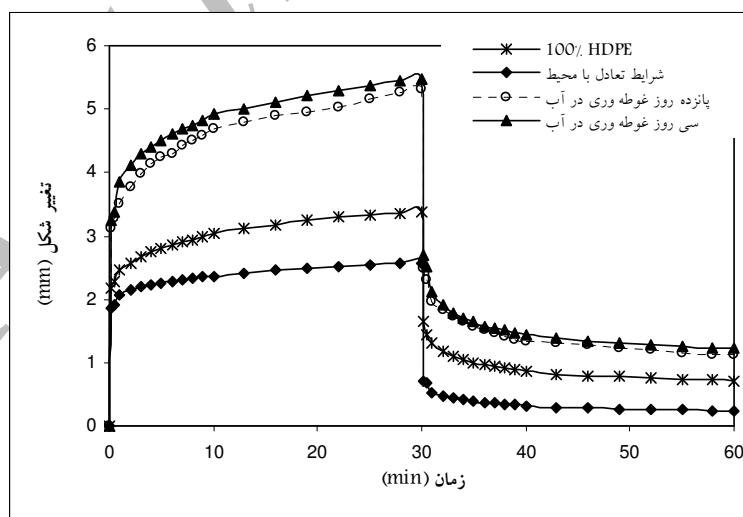
چون در اینجا اتصالاتی بین ماتریکس (غیرقطبی) و پرکننده (قطبی) وجود ندارد که تخریب گردد.

منحنی خزش-بازگشت مواد ساخته شده در زمان غوطه‌وری 15 روز و 30 روز بسیار به هم نزدیک می‌باشند. دلیل این امر این است که افزایش زمان غوطه

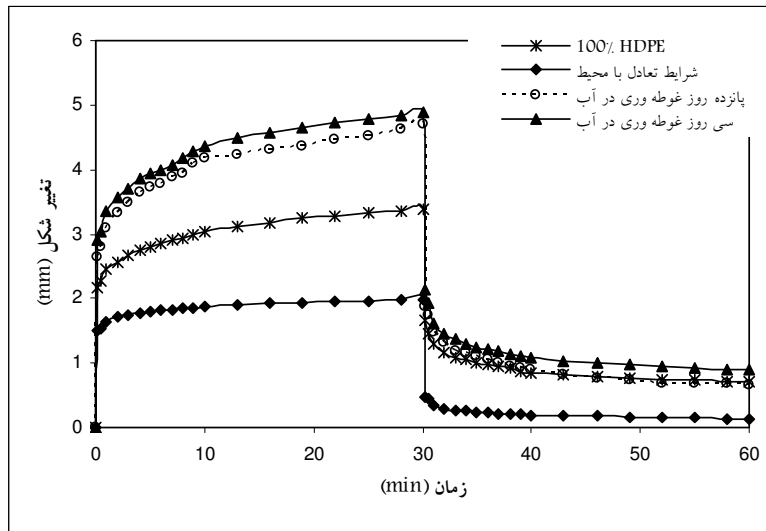
جدول 3: داده‌های تغییر شکل خزشی برای هر یک از مواد مرکب چوب - پلاستیک

تغییر شکل دائمی (میلی متر)	بازگشت آبی (میلی متر)	ماکزیمم تغییر شکل (میلی متر)	تغییر شکل آبی (میلی متر)	جذب آب	مقدار مخلوط آرد تخته خرد چوب و تخته فیبر نیمه سنگین (%)
0/715	1/725	3/385	2/17		*0
0/239	1/854	2/574	1/859	شرایط تعادل با محیط	60
0/141	1/5	1/977	1/507	محیط	70
0/114	1/342	1/716	1/335		80
1/115	2/829	5/316	3/108	15 روز	60
0/664	2/811	4/695	2/649	غوطه‌وری	70
0/501	2/528	4/2	2/174		80
1/224	2/794	5/485	3/261	30 روز	60
0/903	2/758	4/888	2/897	غوطه‌وری	70
0/762	2/688	4/548	2/545		80

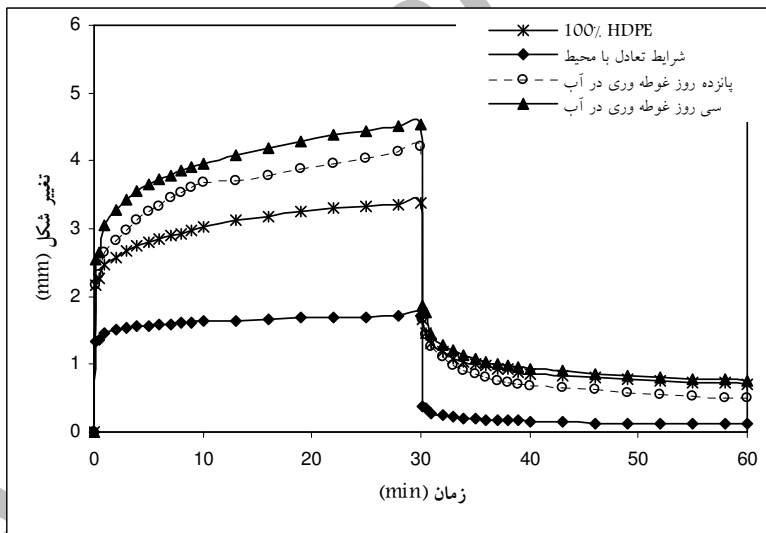
\*0 پودر پلی اتیلن سنگین ضایعاتی (بدون پرکننده)



شکل 5- اثر زمان غوطه‌وری در آب بر رفتار خزش مواد مرکب چوب - پلاستیک (مقدار 60٪ مخلوط آرد تخته خرد چوب و تخته فیبر نیمه سنگین)



شکل 6: اثر زمان غوطه‌وری در آب بر رفتار خزش مواد مرکب چوب - پلاستیک (مقدار 70٪ مخلوط آرد تخته خرده چوب و تخته فیبر نیمه سنگین)



شکل 7: اثر زمان غوطه‌وری در آب بر رفتار خزش مواد مرکب چوب - پلاستیک (مقدار 80٪ مخلوط آرد تخته خرده چوب و تخته فیبر نیمه سنگین)

از مخلوط آرد تخته خرده چوب و تخته فیبر نیمه سنگین-پلی اتیلن سنگین ضایعاتی مورد مطالعه قرار گرفته است و با توجه به نتایج بدست آمده نتیجه گیری های زیر قابل حصول است:

## نتایج

اثر مقدار پرکننده بر مدول الاستیسیته و مقاومت خمشی و همچنین اثر مقدار پرکننده و زمان غوطه‌وری در آب بر رفتار خزش- بازگشت مواد مرکب ساخته شده

- Jayaraman, K., Bhattacharyya, D., 2004 Mechanical performance of wood fibre-waste plastic composite materials, Resources, Conservation and Recycling, 41, 307-319.
- Kazemi Najafi S, Kiaefar A, Tajvidi M, Hamidina E., 2007 Water absorption behavior of composites from sawdust and recycled plastics, Journal of Reinforced plastic and Composites 26(3):341-348.
- Kobbe, R. G. 2005 Creep behavior of a wood-polypropylene composite, M. Sc. Thesis, Department of Civil and Environmental Engineering, Washington State University, USA
- Lee S.Y., Yang H.S., Kim H. J., Jeong C. S., Lim B. S. and Lee J. N., 2004 Creep behavior and manufacturing parameters of wood flour filled polypropylene composites Composite Structures 65: 459-469.
- Merdas I, ThomINETTE A, Tcharkhtchi A, Verdu J., 2001 Factors governing water absorption by composite matrices, Compos Sci Tech 62:487-492.
- Park, B. D. and Balatinecz, J., 1998 Short term flexural creep behavior of wood-fiber/polypropylene composites, Polymer Composites 19(4): 377-382.
- Sanadi, A.R., Hunt, J.F., Caulfield, D.F., 2001 Kovacsvolgyi, G. and Destree, B. in Proceedings of Sixth International Conference on Wood-Fiber Composites, Forest Product Society, Madison, WI, 24.
- Sain, M. M., Balatinecz, J. and Law, S., 2000 Creep fatigue in engineered wood fiber and plastic composites, Journal of Applied Polymer Science 77: 260-268
- Yang H.S., Kim H.J., Park H.J., Lee, B.J. and Hwang T.S., 2006 Water absorption behavior and mechanical properties of lignocellulosic filler-polyolefin bio-composites, Compos Struct 72(4):429-437.

- با افزایش درصد آرد از 60 به 70 درصد مدول الاستیسیته افزایش می‌یابد و با افزایش آرد از 70 به 80 درصد این پارامتر کاهش می‌یابد.
- با افزایش درصد آرد مقاومت خمشی به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد.
- خزش کلی و تغییر شکل دائمی در مواد مرکب چوب - پلاستیک کمتر از پلی‌اتیلن می‌باشد.
- افزایش مقدار آرد مقاومت به خزش را بطور قابل ملاحظه‌ای در مواد مرکب چوب- پلاستیک مورد مطالعه افزایش می‌دهد.
- جذب آب ناشی از غوطه‌وری دو آب سبب کاهش مقاومت به خزش در تمام سطوح آرد می‌شود.
- کلیه مولف‌های خزش شامل خزش آنی، بیشینه خزش و خزش برگشت ناپذیر با افزایش زمان غوطه‌وری در آب افزایش می‌یابند.

#### منابع مورد استفاده

- چهارم‌حالی م؛ 1384. امکان ساخت مواد مرکب چوب- پلاستیک از ضایعات تخته خرده چوب و تخته فیبر نیمه سنگین و ضایعات پلی اتیلن سنگین (HDPE)؛ دانشگاه تربیت مدرس 73 ص.
- BODIG J. and JANE B. A., 1982 Mechanics of Wood and Wood. Composites, Van Nostrand Reinhold, New York, 712pp.

## Study behavior creep composites made mixes particle board and medium density Fiber Board-Recycled from HDPE waste and effect water fiber board absorption on Composites

Mostafazadeh Marzenaki, M.<sup>1\*</sup>, Kazemi Najafi, S.<sup>2</sup>, Chaharmahali M.<sup>3</sup>  
and Hajihassani, R.<sup>4</sup>

1\*- Corresponding author, M.Sc. , Wood and Paper Science and Technology, College of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University Email: mostafazadeh6@yahoo.com

2- Associated professor of Wood and Paper Sciences Groups, Tarbiat Modares University

3- Ph.D. Student at wood and paper science and technology, university of Tehran.

4-MSc. College of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University

Received: Oct., 2008

Accepted: May, 2009

### Abstract

In study, the influence of flour content and immersion time in water on the creep behavior of composites made from mixes PB (Particle Board) and MDF (Medium Density Fiber Board) flour and high density polyethylene (HDPE) waste and was investigated. Mixing was done by a twin screw extruder and the sample was manufactured by flat hot press. Firstly, the modulus of elasticity and bending strength of various mixes PB and MDF flour-polyethylene composites (WPC<sub>s</sub>) were measured before performing the creep test. It was shown that the modulus of WPCs increases with the increase in mixes PB and MDF flour content from 60% to 70% and then decreases as the flour content reaches to 80%. It is found that the bending strengths of WPCs significantly and linearly decreases with the increase in flour content from 60% to 80%. The results showed that, the creep strain decreases as the lignocellulosic flour level increases. Water absorption has negative effect on creep behavior of mixes PB and MDF flour/HDPE composites. For all filler contents, it can be seen that the creep strain increases when the immersion time increases.

**Keywords:** Waste HDPE; Water absorption; Behavior Creep; Wood plastic Composites; Hot press.