

## تأثیر نوع روش ساخت بر خواص مکانیکی تخته های چوب پلاستیک ساخته شده از ضایعات تخته خرده چوب

مجید چهارم‌حالی<sup>۱</sup>، سعید کاظمی نجفی<sup>۲</sup> و مهدی تجویدی<sup>۳</sup>

۱- نویسنده مسئول- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس،

Email: chaharmahali\_majid@yahoo.com

۲- استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس

۳- استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

### چکیده

در این تحقیق امکان ساخت تخته های چوب پلاستیک با استفاده از دو روش اختلاط شامل روش ذوب\_ مخلوط و خشک - مخلوط و مقایسه دو روش جهت انتخاب بهترین روش از نظر مکانیکی مورد بررسی قرار گرفت. تخته های چوب پلاستیک با دانسیته اسمی  $1 \text{ g/cm}^3$  و ابعاد اسمی  $1 \times 35 \times 35$  سانتیمتر از ضایعات پلی اتیلن سنگین حاصل از بطری های شیر(به عنوان پلاستیک) و ضایعات تخته خرده چوب (به عنوان الیاف طبیعی) با نسبت وزنی ۶۰، ۷۰ و ۸۰ درصد الیاف ساخته شدند، بعد خواص مکانیکی مانند مدول الاستیسیته خمشی، مقاومت خمشی، قدرت نگهداری پیچ و میخ عمود بر سطح و مقاومت به ضربه بدون فاق اندازه گیری شدند. بیشترین مقدار مدول الاستیسیته در هر دو روش در سطح ۷۰ درصد الیاف به دست آمد. مقاومت خمشی، قدرت نگهداری پیچ و میخ عمود بر سطح و مقاومت به ضربه بدون فاق مواد مرکب چوب پلاستیک با افزایش درصد الیاف از ۶۰ به ۸۰ درصد کاهش یافت. در تمام ترکیبهای مشابه خواص مکانیکی مواد مرکب چوب پلاستیک ساخته شده به روش خشک مخلوط به عموم از ذوب مخلوط بیشتر بود.

واژه های کلیدی: مواد مرکب چوب- پلاستیک، پرس گرم، تخته خرده چوب، ضایعات، پلی اتیلن سنگین. خواص مکانیکی

### مقدمه

به دنبال افزایش نسبی قیمت پلاستیک ها در چندین سال گذشته، افزودن الیاف و پرکننده های طبیعی به منظور کاهش هزینه ها در صنعت پلاستیک و در برخی موارد افزایش تولید، مورد توجه قرار گرفت [۱۴]. علاوه بر این استفاده از این مواد مزایای دیگری نیز نسبت به پرکننده های معدنی (رس، تالک، آهک و...) و الیاف مصنوعی (شیشه، کربن و...) دارند که عبارتند از: قیمت پایین، دانسیته کم، قابلیت پرکنندگی زیاد، دسترسی به انواع گوناگونی از الیاف در سرتاسر جهان، قابلیت تخریب بیولوژیکی در طبیعت، ضریب انبساط حرارتی کم، تجدید

چند سازه های چوب پلاستیک که به اختصار «WPC» نامیده می شوند، گروه جدیدی از مواد هستند که در بسیاری از کشورهای پیشرفته در حال تولید و گسترش هستند. در ساخت این چند سازه محدود و وسیعی از پلیمرها مانند پلی پروپیلن، پلی اتیلن، پلی وینیل کلراید، پلی استر و... همراه پرکننده های سلولزی شامل پودر و الیاف حاصل از مواد چوبی، پودر و الیاف حاصل از بقایای محصولات کشاورزی و ضایعات حاصل از انواع کاغذ قابل استفاده می باشند [۱۴].

ضمن اینکه در این روش می توان از حجم بالای الیاف استفاده کرد (بیشتر از ۸۰ درصد وزنی بنابراین محصول تولیدی به دلیل داشتن درصد بالای الیاف که قابلیت تجزیه بیولوژیک دارند بسیار سازگار با محیط می باشد. تخته های ساخته شده با این روش یک رقیب جدی برای تخته های MDF و تخته خرده چوب می باشند؛ زیرا یکی از مهمترین معایب این محصولات انتشار گاز فرمالدهید می باشد که با ورود تخته های چوب \_ پلاستیک این مسأله حل خواهد شد. از طرف دیگر در ساخت تخته های چوب \_ پلاستیک می توان حتی از ضایعات لیگنوسلولزی که قابل استفاده در ساخت تخته خرده چوب و MDF نیستند استفاده کرد مانند ذرات ریز حاصل از سمباده زنی و... بنابراین تبدیل ضایعات پلی اتیلن سنگین و ضایعات تخته خرده چوب در تولید محصولی با دوام، با ارزش افزوده بالا و دوست دار محیط زیست که خود نیز قابل بازیافت شوندگی دارد، هدف اصلی این تحقیق می باشد.

### مواد و روشها

#### پلی اتیلن ضایعاتی

پودر و گرانول های پلی اتیلن سنگین<sup>۱</sup> (HDPE) ضایعاتی از بطری های شیر مستعمل تهیه شدند. شاخص جریان مذاب<sup>۲</sup> (MFI) پلی اتیلن سنگین (HDPE) ضایعاتی مورد استفاده ۱۸g/۱۰min بوده است.

#### ضایعات تخته خرده چوب

این ضایعات از کارخانه نئوپان گنبد تهیه شدند و شامل دو بخش بودند:

۱- خاک اره حاصل از برش این تخته ها

۲- قطعات حاصل از کناره بری تخته ها.

قطعات حاصل از کناره بری؛ ابتدا خرد و بعد توسط آسیای چکشی به پودر تبدیل شدند. بعد از آن پودر و

شوندگی، عدم سایش ماشین آلات و عدم تولید مواد سمی بعد از سوختن [۱۰ و ۱۱].

از این رو با ورود الیاف و پرکننده های سلولزی به صنعت پلاستیک مواد مرکب چوب که شامل الیاف چوب یا دیگر مواد لیگنوسلولزی به عنوان پرکننده یا تقویت کننده و ترموپلاستیک هاست، متولد شدند.

با توجه به ویژگیهای بسیار خوب مواد مرکب چوب \_ پلاستیک، این مواد کاربرد های مختلفی پیدا کرده اند و استفاده از آنها به سرعت رو به افزایش و گسترش می باشد. تجارت مواد مرکب چوب \_ پلاستیک از سال ۱۹۹۸ رشد ۲۵ درصدی داشته است. تقاضا برای تولید مواد مرکب چوب- پلاستیک در آمریکای شمالی و اروپا از ۵۰۰۰۰ تن در سال ۱۹۹۵ به ۷۰۰۰۰ تن در سال ۲۰۰۲ رسیده است [۱۳]. پیش بینی شده است که WPC ها تا سال ۲۰۱۰ حدود ۱۴ درصد در سال رشد داشته باشند. تجارت WPC ها بیشترین رشد را در بخش های مختلف صنعت پلاستیک داشته است. این مواد کاربردهای زیادی دارند و می توانند به راحتی در بیشتر موارد جایگزین تولیدات چوبی و پلاستیکی شوند. ساختمان سازی، دکوراسیون داخل و خارج ساختمان و خودرو سازی و... بخش های اصلی هستند که این محصولات می توانند به کار روند. بزرگترین و سریعترین رشد بازار برای WPC ها برای کاربرد های خارج ساختمان و محصولات ساختمانی می باشد که در حدود ۷۰ درصد کل تولید WPC ها را به خود اختصاص می دهند. هیچ یک از محصولات ساختمانی به چنین تقاضایی نرسیده اند (۴، ۵، ۹ و ۱۳).

برای تولید چند سازه چوب \_ پلاستیک روشهای مختلفی وجود دارد: روش روزن رانی (اکستروژن)، تزریق، انتقال رزین و پرس گرم. محصول تولید شده از هر روش دارای خواص و کاربردهای متفاوتی می باشد. پرس گرم روشی است که با استفاده از آن می توان تخته هایی با ابعاد بزرگ، دانسیته متفاوت و با حجم زیاد تولید کرد.

1- High Density Polyethylene

2- Melt Flow Index

خاک اره بدست آمده با نسبت های مساوی با هم مخلوط شدند. تجزیه و تحلیل ذرات این مخلوط (آرد تخته خرد شده چوب) در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- آنالیز ذرات ضایعات تخته خرد شده چوب و MDF و پلی اتیلن (%)

| نوع الیاف        | مش ۳۰ < | ۳۰-۴۰ | ۴۰-۵۰ | ۵۰-۱۰۰ | >۱۰۰ |
|------------------|---------|-------|-------|--------|------|
| تخته خرد شده چوب | ۱۵      | ۱۶    | ۲۰    | ۳۰     | ۲۱/۵ |
| پودر پلی اتیلن   | ۱۲      | ۱۹    | ۲۷    | ۳۵     | ۹    |

## آماده سازی مواد اولیه

آرد حاصل از تخته خرد شده چوب در یک آون در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد و به مدت ۲۴ ساعت خشک شد و برای جلوگیری از جذب رطوبت داخل کیسه های پلاستیکی ریخته شد.

## فرآیند اختلاط

مواد خشک شده و پلی اتیلن ضایعاتی با نسبت درصد وزنی مورد نظر مطابق جدول ۲ برای ساخت تخته ها مخلوط شدند. هر یک از اختلاط ها (ترکیبها) بر اساس مقدار آرد تخته خرد شده چوب مصرفی و روش اختلاط کدگذاری شدند. اختلاط پلی اتیلن ضایعاتی و آرد تخته خرد شده چوب به دو روش مختلف انجام شد:

**روش ذوب\_مخلوط<sup>۱</sup>:** آرد خشک شده و پلی اتیلن (به صورت گرانول) مورد نیاز برای هر ترکیب توسط یک دستگاه اکسترودر دو ماردونه ناهمسو گرد مدل WPC-1 ساخت شرکت برنا پارس مهر، در دمای ۱۷۵ درجه سانتیگراد و با سرعت ۱۰ دور بر دقیقه با هم مخلوط شدند و پس از اختلاط، توسط یک آسیاب به پلت<sup>۲</sup> تبدیل شدند. پلت ها قبل از مرحله پرس گرم در آون با دمای ۸۰ درجه سانتیگراد و به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند.

روش خشک\_مخلوط<sup>۳</sup>: در این روش ابتدا گرانول

های پلی اتیلن به پودر تبدیل شدند (تجزیه و تحلیل ذرات پودر پلی اتیلن در جدول ۱ آورده شده است). آرد تخته خرد شده چوب کاملاً خشک و پودر پلی اتیلن توسط یک مخلوط کن آزمایشگاهی با سرعت ۱۵۰۰ دور بر دقیقه و به مدت ۵ دقیقه با هم مخلوط شدند. در این مرحله پلی اتیلن ذوب نمی شود و هدف آن بدست آوردن یک مخلوط کاملاً همگن از آرد چوب و پودر پلاستیک بود.

جدول ۳-۲ درصد وزنی اجزای تشکیل دهنده ترکیبات مختلف

مواد مرکب چوب پلاستیک

| شماره | کد        | مقدار آرد چوب (%) | مقدار پلی اتیلن (%) |
|-------|-----------|-------------------|---------------------|
| ۱     | 1- PB(80) | ۸۰                | ۲۰                  |
| ۲     | 1- PB(70) | ۷۰                | ۳۰                  |
| ۳     | 1- PB(60) | ۶۰                | ۴۰                  |
| ۴     | 2- PB(80) | ۸۰                | ۲۰                  |
| ۵     | 2- PB(70) | ۷۰                | ۳۰                  |
| ۶     | 2- PB(60) | ۶۰                | ۴۰                  |

PB: آرد تخته خرد شده چوب 1: روش ذوب\_مخلوط

(ذوب مخلوط) 2: روش خشک\_مخلوط (خشک مخلوط)

1- melt blend

2 - pellet

3 - dry blend (cold dry blend)

## ساخت تخته ها

بر سطح به ترتیب مطابق با استاندارد DIN-EN 320 و استاندارد ASTM آیین نامه D1037 انجام شدند.

### پردازش آماری داده ها

جهت بررسی و مقایسه خواص مکانیکی تخته ها از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه در قالب طرح کاملاً تصادفی در سطح اطمینان ۹۵٪ استفاده شد. در مواردی که تفاوت تیمارهای مختلف مورد مقایسه معنی دار تشخیص داده شد با استفاده از آزمون چند دامنه های دانکن مقایسه چند گانه میانگین ها انجام شد.

## نتایج و بحث

### مدول الاستیسیته خمشی

همان طور که در شکل ۲ ملاحظه می شود با افزایش درصد الیاف از ۶۰ به ۷۰ درصد مدول الاستیسیته در هر دو روش اختلاط افزایش می یابد ( این افزایش در هر دو روش معنی دار نمی باشد) و پس از آن با افزایش درصد الیاف به ۸۰ درصد مدول الاستیسیته به طور معنی داری در هر دو روش کاهش می یابد. نتایج Sanadi و همکاران (۲۰۰۱) نیز نشان داد که مدول الاستیسیته مواد مرکب ساخته شده با ۸۰ درصد الیاف چوب از ۶۰ درصد کمتر است. یکی از مهمترین عواملی که بر مدول الاستیسیته مواد مرکب تاثیر دارد مدول الاستیسیته اجزای آن می باشد. مدول الاستیسیته الیاف چوب از پلی اتیلن بیشتر است، بنابراین با افزایش مقدار آرد چوب از ۶۰ به ۷۰ درصد مدول الاستیسیته نمونه ها افزایش می یابد، ولی با بیشتر شدن مقدار الیاف تا ۸۰ درصد به دلیل بالا رفتن مقدار الیاف و کاهش مقدار پلاستیک مواد مرکب به خوبی قادر به تحمل نیروهای تغییر شکل دهنده نیستند؛ زیرا در مواد مرکب ساخته شده با درصد بالای الیاف همانند این تخته ها، پلاستیک نقش یک چسب را برای چسباندن ذرات چوب ایفا می کند و در سطح ۸۰ درصد مقدار کافی پلاستیک برای چسباندن مناسب ذرات چوب وجود

از اختلاط های انجام شده با استفاده از قالب و به وسیله دستگاه پرس گرم هیدرولیک صفحاتی (مواد مرکب چوب-پلاستیک) به ضخامت اسمی ۱ سانتیمتر وابعاد ۳۵\*۳۵ سانتیمتر تهیه گردید. زمان و دمای پرس گرم به ترتیب ۲۵ دقیقه و ۱۹۵°C بوده است. یاد آوری می شود که برای خروج بخار حاصل از رطوبت احتمالی، گازهای فرار ناشی از تجزیه مواد چوبی و یا گاز فرمالدهید در ۲۰ دقیقه اول پرس گرم از ۲ عدد فضا دهنده آهنی روی دو طرف شابلون استفاده شد. پس از اتمام زمان پرس گرم، تخته ها به مدت ۵ دقیقه در داخل پرس سرد قرار داده شدند تا تحت فشار سرد شوند. تعدادی از تخته های ساخته شده در شکل ۱ نشان داده شده اند.



شکل ۱- چند نمونه از تخته های چوب پلاستیک به ابعاد (۱×۳۵×۳۵ cm)

### تهیه نمونه های آزمونی

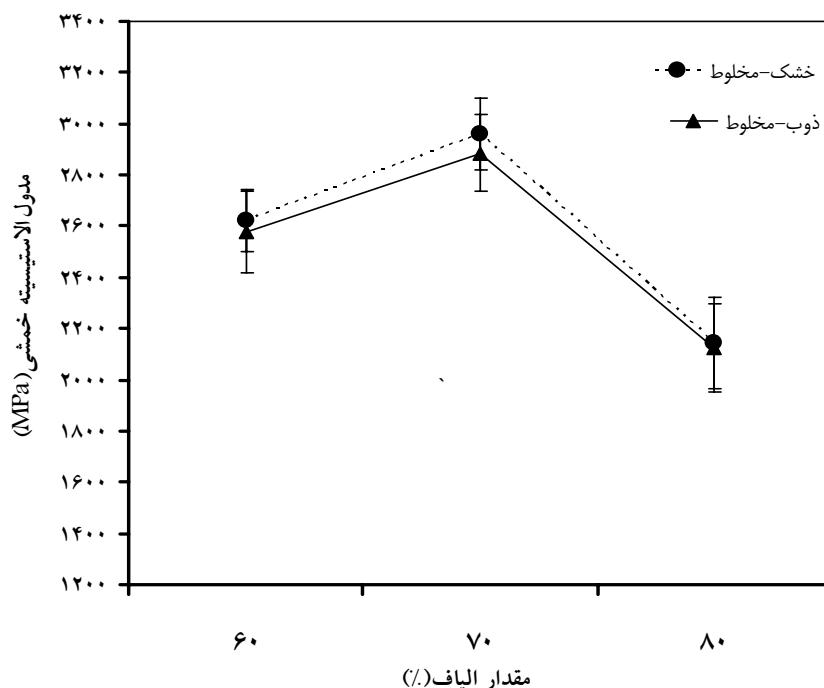
صفحات ساخته شده پس از اینکه به مدت دو هفته در شرایط آزمایشگاه کلیماتیزه شدند، به منظور تهیه نمونه های آزمونی با توجه به آزمایشهای پیش بینی شده برش داده شدند.

### اندازه گیری خواص مکانیکی:

آزمون خمش سه نقطه ای مطابق استاندارد DIN-EN 310، آزمون ضربه مطابق آیین نامه D256 استاندارد ASTM و آزمون های قدرت نگهداری پیچ و میخ عمود

علاوه بر این ملاحظه می شود که در تمامی ترکیبهای مشابه مقدار مدول الاستیسیته مواد مرکب ساخته شده به روش خشک\_مخلوط از روش ذوب\_مخلوط تا حدودی بیشتر است که البته این اختلاف در سطح ۹۵٪ در تمام موارد معنی دار نمی باشد.

ندارد؛ بنابراین افزایش آرد چوب تا این سطح به جای این که نقش مفیدی در افزایش مدول الاستیسیته داشته باشد، نتیجه عکس دارد و نمونه ها با وارد شدن تنش به راحتی تغییر شکل می دهند.



شکل ۲- تاثیر نوع روش اختلاط و مقدار آرد چوب بر مدول الاستیسیته تخته های چوب پلاستیک مقاومت خمشی

اتصالات نیز کاهش خواهد یافت که در نتیجه آن مقاومت های مکانیکی کاهش می یابد. علاوه بر این مقاومت خمشی مواد مرکب ساخته شده با روش خشک\_مخلوط در همه ترکیبهای مشابه به طور معنی داری از روش ذوب\_مخلوط بیشتر است. دلایل احتمالی این موضوع را می توان این گونه عنوان کرد:

۱- شکستگی و له شدن و نیز تخریب حرارتی الیاف در مرحله اکسترودر به دلیل نیروی برشی اعمال شده برای اختلاط الیاف با پلاستیک و همچنین آسیب دیدن الیاف در نتیجه خرد کردن محصول خروجی از اکسترودر.

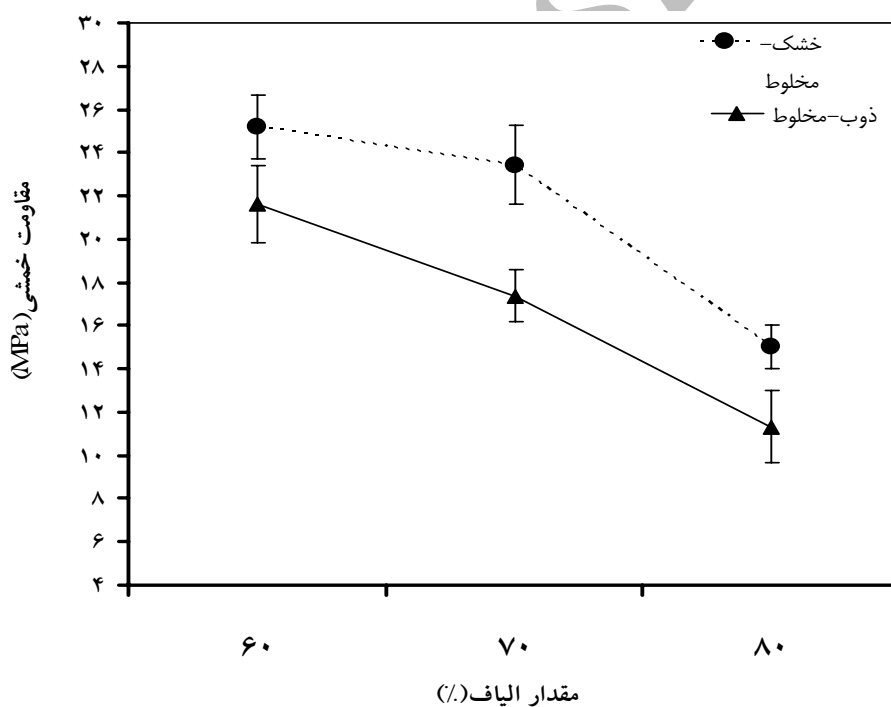
همان طور که در شکل ۳ مشاهده می شود با افزایش درصد آرد چوب از ۶۰ به ۸۰ درصد مقاومت خمشی به طور معنی داری کاهش می یابد. اصولاً در مواد مرکب چوب پلاستیک با مقادیر بالای الیاف، پلاستیک نقش چسب را برای اتصال ذرات چوبی به هم ایفا می کند. البته اتصال را که با الیاف چوبی ایجاد می کند از نوع مکانیکی می باشد (عدم ایجاد پیوند های شیمیایی به خاطر طبیعت غیر قطبی پلاستیک و طبیعت قطبی الیاف چوب می باشد). این اتصال در نتیجه ذوب شدن پلاستیک بوجود می آید و باعث اتصال الیاف چوب به یکدیگر می شود، بنابراین وقتی درصد پلاستیک کاهش می یابد؛ مقدار این

تأثیر نوع روش ساخت بر خواص مکانیکی تخته های چوب پلاستیک ساخته شده از ضایعات تخته خرده چوب

روش خشک\_مخلوط عامل اتصال دانه های ریز پلی اتیلن می باشد که در زمان پرس ذوب شده و باعث ایجاد اتصال بین ذرات چوب می شود و هر چه شاخص جریان مذاب پلیمر بیشتر باشد پلیمر در زمان پرس روان تر بوده و به همین خاطر سطح بیشتری را پوشش می دهد و اتصال بهتری را ایجاد می کند؛ ولی از آنجا که اضافه کردن الیاف به پلاستیک شاخص جریان مذاب آن را کاهش می دهد و روانی آن را در زمان پرس کاهش می دهد [۱۱] در نتیجه در هم رفتگی ذرات در زمان پرس کاهش می یابد که این عامل نیز در ایجاد اتصالات ضعیف تر موثر است.

۲- عامل دیگر در کمتر بودن مقاومت خمشی مواد مرکب ساخته شده به روش ذوب\_مخلوط بیشتر بودن دانسیته حجمی مواد مخلوط شده با روش ذوب - مخلوط در مقایسه با مواد مخلوط شده به روش خشک - مخلوط است؛ یعنی در یک وزن مشخص حجم مواد مخلوط شده در روش ذوب\_مخلوط کمتر از روش خشک - مخلوط است که این امر سبب می شود که فشردگی و درهم رفتگی مواد در زیر پرس در روش ذوب - مخلوط کمتر شود.

۳- در روش ذوب - مخلوط، ذوب شدن پلت های چوب پلاستیک باعث ایجاد اتصال بین آنها می شود؛ ولی در

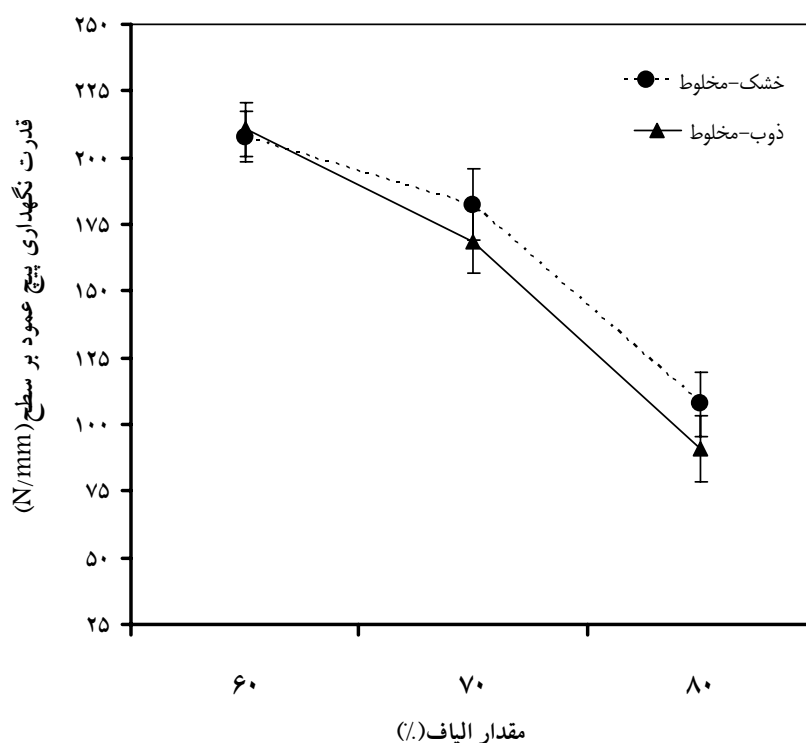


شکل ۳- تأثیر نوع روش اختلاط و مقدار آرد چوب بر مقاومت خمشی تخته های چوب پلاستیک

به طور معنی داری کاهش می یابد. که دلیل آن کاهش چسبندگی بین الیاف در نتیجه کاهش پلاستیک می باشد.

#### قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح

همان طور که در شکل ۴ به وضوح مشاهده می شود با افزایش درصد الیاف از ۶۰ به ۸۰ درصد مقاومت به پیچ



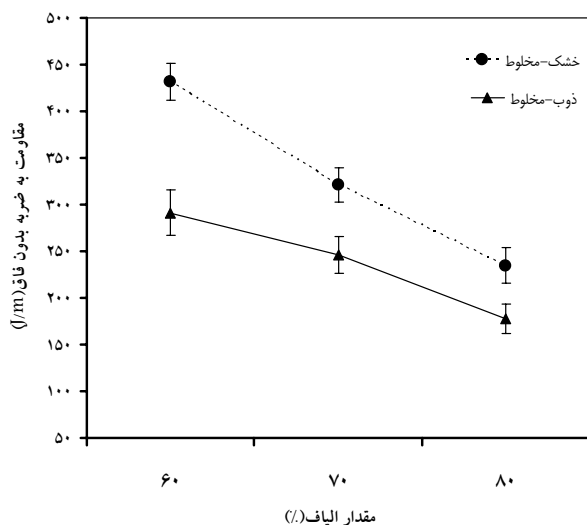
شکل ۴- تاثیر نوع روش اختلاط و مقدار آرد چوب بر مقاومت به پیچ عمود بر سطح تخته های چوب پلاستیک

#### قدرت نگهداری میخ عمود بر سطح

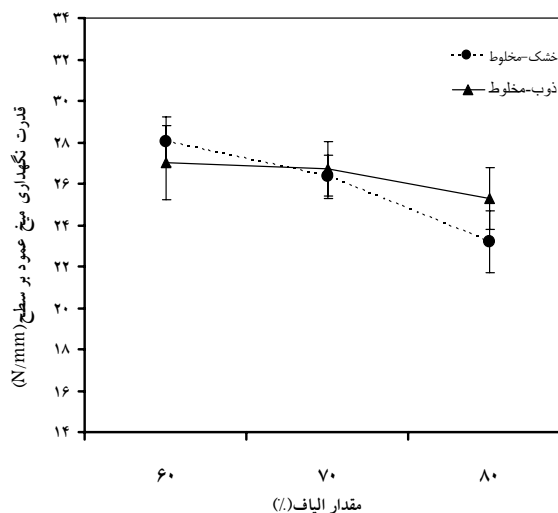
همان طور که در شکل ۵ ملاحظه می شود با افزایش درصد الیاف، قدرت نگهداری میخ عمود بر سطح نمونه ها کاهش می یابد. دلایل این امر را می توان به ضعیف تر شدن اتصال بین الیاف و کاهش انعطاف پذیری نمونه ها با کاهش پلاستیک نسبت داد (زیرا انعطاف پذیری سبب می شود که بعد از وارد شدن میخ به درون نمونه به خوبی احاطه شود در نتیجه هنگام خارج کردن آن انرژی بیشتری صرف گردد). به جز در سطح ۶۰ درصد الیاف در بقیه سطوح مقاومت به میخ مواد مرکب ساخته شده به روش ذوب- مخلوط از خشک مخلوط بیشتر است، ولی این اختلاف در هیچ یک از سطوح معنی دار نمی باشد.

به جز در مواد مرکب ساخته شده با ۶۰ درصد آرد تخته خرده چوب در بقیه تیمار های مشابه قدرت نگهداری پیچ مواد مرکب ساخته شده به روش خشک-مخلوط از روش ذوب-مخلوط بیشتر است، ولی اختلاف بین دو روش در هیچ یک از سطوح الیاف معنی دار نمی باشد. Falk (۲۰۰۱) دلیل کاهش مقاومت به پیچ تخته های چوب پلاستیک را با افزایش مقدار الیاف به توانایی تبعیت پلاستیک از رزوه های پیچ و انتقال پیوسته بار در طول رزوه پیچ نسبت داده است، زیرا پلاستیک انعطاف پذیرتر از چوب می باشد، بنابراین افزایش مقدار آن در مواد مرکب چوب پلاستیک انعطاف پذیری این مواد را افزایش می دهد.

تأثیر نوع روش ساخت بر خواص مکانیکی تخته های چوب پلاستیک ساخته شده از ضایعات تخته خرده چوب



شکل ۶- تأثیر نوع روش اختلاط و مقدار آرد چوب بر مقاومت به ضربه بدون فاق تخته های چوب پلاستیک



شکل ۵- تأثیر نوع روش اختلاط و مقدار آرد چوب بر مقاومت به میخ عمود بر سطح تخته های چوب پلاستیک

### نتیجه گیری

۱- در هر دو روش با افزایش درصد الیاف از ۶۰ به ۷۰ درصد مدول الاستیسیته افزایش می یابد و با افزایش الیاف از ۷۰ به ۸۰ درصد این مؤلفه کاهش می یابد.

۲- در هر دو روش با افزایش مقدار الیاف از ۶۰ به ۸۰ درصد مقاومت خمشی، مقاومت به پیچ و میخ عمود بر سطح و مقاومت به ضربه ایزد بدون فاق کاهش می یابد.

۳- مقاومت خمشی و مقاومت به ضربه نمونه های ساخته شده به روش خشک مخلوط در تمام سطوح ۶۰، ۷۰ و ۸۰ درصد الیاف به طور معنی داری از روش ذوب مخلوط بیشتر بود.

۴- مدول الاستیسیته نمونه های ساخته شده به روش خشک مخلوط در تمام سطوح ۶۰، ۷۰ و ۸۰ درصد الیاف از روش ذوب مخلوط بیشتر بود، ولی این اختلاف در هیچ یک از سطوح معنی دار نبود.

۵- مقاومت به پیچ عمود بر سطح نمونه های ساخته شده به روش خشک مخلوط بجز در سطح ۶۰ درصد الیاف در بقیه سطوح از نمونه های ساخته شده به روش ذوب مخلوط بیشتر بود ولی در هیچ یک از سطوح اختلاف معنی داری بین این دو روش مشاهده نشد.

### مقاومت به ضربه ایزود بدون فاق

مقاومت به ضربه بدون فاق معرف مقاومت ماده در برابر ایجاد شکست است. بنابراین بالاتر بودن مقاومت به ضربه بدون فاق نشان دهنده انرژی جذب شده بیشتر است [۲].

همان طور که در شکل ۶ مشاهده می شود با افزایش درصد الیاف مقاومت به ضربه کاهش می یابد، در روش خشک-مخلوط با افزایش مقدار الیاف از ۶۰ به ۸۰ درصد مقاومت به ضربه به طور معنی داری کاهش یافت، ولی در روش ذوب-مخلوط کاهش معنی دار مقاومت به ضربه فقط در نتیجه افزایش مقدار الیاف از ۷۰ به ۸۰ درصد صورت گرفت. علاوه بر این در تمام ترکیبهای مشابه مقاومت به ضربه مواد مرکب ساخته شده با روش اختلاط خشک-مخلوط به طور معنی داری از روش اختلاط ذوب-مخلوط بیشتر است و این اختلاف در سطح ۶۰ درصد بیشتر و با افزایش درصد الیاف این اختلاف کمتر می شود.



- 7- European Standard. 1993. Determination of resistance to axial withdrawal of screw. Din En 320.
- 8- European Standard. 1993. Determination of swelling in thickness after immersion in water. Din En 317
- 9- Eckert, C., 2000. Opportunities for natural fiber in plastic composites. Presented at Progress in Wood Fiber-Plastic Composites Conference
- 10- Espert, A., Vilaplana, F. and Karlsson S., 2004. Comparison of water absorption in natural cellulosic fibers from wood and one-year crops in polypropylene composites and its influence on their mechanical properties. Composites: Part A 35 (2004): 1267-1276.
- 11- Falk, R. H., Vos, D. G., Cramer, S. M., 1999, The comparative performance of woodfiber-plastic and wood-based panels, Fifth International Conference on Woodfiber-Plastic Composites.
- 12- Falk, R. H., Vos, D. G., Cramer, S. M., and English, B. W., 2001, Performance of fasteners in wood flour-thermoplastic composite panel, Forest Product Journal, 51(1):55-61
- 13- Morton J. Current and emerging application for natural and wood fiber composite, Presentation in the 7<sup>th</sup> international conference of wood fiber-plastic composite, Madison. May 19-20, 2003
- 14- Sanadi, A. R., Caulfield, D. F., Rowell, R.M. 1994. Reinforcing polypropylene with natural fiber. Plastic Engineering. Vol. 1. No. 4. PP: 27-28.
- 15- Sanadi, A. R., Hunt, J. F., Caulfield, D. F., Kovacsvolgyi, G., Destree, B., (2001). High fiber – low matrix composites: Kanaf fiber/polypropylene. The Sixth International Conference on Wood-Fiber Composites. Forest Product Society. PP: 121-124

۶- در یک جمع بندی می توان نتیجه گرفت که به طور کلی نمونه های ساخته شده به روش خشک مخلوط خواص مکانیکی بهتری را در مقایسه با روش ذوب مخلوط از خود نشان دادند.

### منابع مورد استفاده

- ۱- امیر خیزی، م. ح.، ۱۳۸۰، آمیزه کاری در صنایع پلیمری، مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، ۴۱۱ صفحه.
- ۲- تجویدی، م.، ۱۳۸۲، بررسی خواص مهندسی و ویسکوالاستیک مواد مرکب حاصل از پلیمرهای گرمانرم و الیاف طبیعی با استفاده از تحلیل دینامیکی-مکانیکی، رساله دکترا، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
- 3- American Society for Testing and Materials. 1999. Standard methods of evaluating the properties of wood-base fiber and particle panel materials. ASTM D 1037-96a. ASTM, West Conshohocken, Pa. USA
- 4- Bledzki AK, Reihmane S, Gassan J., 1998. Thermoplastics reinforced with wood fillers: a literature review. Polym Plast Technol Eng; 37(4): 451-68.
- 5- Clemons C. M., 2002. wood fiber plastic composites in the united states- history and current and future markes research engineer, USDA Forest Service , Forest Product Laboratory Madison, WIUSA
- 6- European Standard. 1993. Determination of moduls of elasticity in bending and bending strength. Din En 310.

## The Effect of Producing Method on the Mechanical Properties of Wood Plastic Composites Made From Particleboard Wastes

Chaharmahali M.<sup>1</sup>, Kazemi Najafi S.<sup>2</sup> and Tajvidi M.<sup>3</sup>

1- Graduate student, Natural Resources and Marine Sciences Faculty, Tarbiat Modarres university. Email: chaharmahali\_majid@yahoo.com

2- Assistant Prof. Natural Resources and Marine Sciences Faculty, Tarbiat Modarres university

3- Assistant Prof. Natural Resources Faculty, Tehran university

### Abstract

The possibility of producing wood-plastic panels using two methods including melt blend and dry blend was studied in this research. Methods were compared with each other in order to select the best. Wood-Plastic panels were made from high density polyethylene (as resin) and particleboard waste (as natural fiber) at 60, 70 and 80% by weight fiber loading. Density and dimensions of the panels were  $1\text{g/cm}^3$  and  $35*35*1$  cm, respectively. Mechanical properties of the panels including flexural modulus, flexural strength, screw and nail withdrawal resistance, and impact strength were under investigation. Maximum values of flexural modulus of wood plastic panels were found at 70% fiber content in both methods. Flexural strength, screw and nail withdrawal resistance and impact strength of wood plastic composites reduced with the increase in fiber content from this is not a reduction 60% to 80% is increase. Mechanical properties of samples made with dry blend method were generally higher than those of samples made with melt blend method for all corresponding formulations.

**Key words:** Wood-Plastic Composites, Hot Press, High Density Polyethylene, MDF, Particleboard, Wastes, Physical Properties, Mechanical Properties.

Archive of SID